



Oppgavens tittel: Sammenheng mellom vegutforming og brøyteproblemer på høyfjellsveger	Dato: 4. juni 09		
	Antall sider (inkl. bilag): 107		
	Masteroppgave		Prosjektoppgave
	X		
Navn: Stud.techn. Espen Thøring			
Faglærer/veileder: Ivar Horvli			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Harald Norem, Statens Vegvesen Vegdirektoratet			

Ekstrakt:

En har søkt å finne prinsipper lokalisering og utforming av høyfjellsveger som gir god effekt med hensyn til drivsnøproblematikk, samt å avdekke svakheter som fører til problemer i vinterdriften. I denne forbindelse har undertegnede reist på ekskursjon til fem høyfjellsveger i Norge, bodd på brøytestasjoner ved høyfjellsvegene, samtalt og hentet erfaringer fra brøytemannskaper og gjorde egne observasjoner ute på vegen. Sammen med erfaringene fra vegene og prinsipper for lokalisering og utforming av høyfjellsveger i litteraturen har en avdekket sterke og svake partier på høyfjellsvegene, og diskutert omkring årsakene til de ulike drivsnøproblemene.

Klimadata, hentet fra nærliggende klimastasjoner ved de respektive høyfjellsvegene, sammen med logger for kolonnekjøring fra varierende antall vintersesonger, har blitt benyttet til å gjennomføre en analyse for å finne sammenhengen mellom værforholdene og når det innføres kolonnekjøring. Resultatene gir grunnlag for sammenligning mellom ulike veger. Det fremkom blant annet at det ved Haukelivegen innføres kolonnekjøring oftere ved hver enkelt vindstyrke på enn Hemsedalsfjellet, samtidig med at det er dårligere vær på Haukelivegen. Tilsvarende hadde man kolonnekjøring på Varangerhalvøya langt oftere enn på Saltfjellet ved de enkelte vindstyrker. Dette med omtrent samme vindforhold på begge vegene, ifølge klimadataene. Ulike forutsetninger i klimastasjonenes plassering og andre aspekter ved datamaterialet kan forøvrig spille inn, slik at en ikke bør stole blindt på resultatene.

For ulike elementer i vegutformingen omtales prinsipper for hvordan disse best bør utformes med tanke på drivsnøproblematikk, hentet fra litteraturen. Disse har blitt vurdert opp mot egne erfaringer fra oppholdene på høyfjellsvegene. Det fremkommer at veg i skjæring er spesielt utsatte for drivsnøproblemer, og en god lokalisering i terrenget ved bruk av lune områder og linjeføring parallellt med fonndannende vindretninger er viktig for å redusere drivsnøproblemene til et minimum. Utsatte skjæringer kan forbedres med tanke på vinterdriften ved å anlegge fresefelter langsmed vegen. Fyllinger tåler høyere vindstyrker på tvers av vegen bedre, gitt tilstrekkelig høyde og en strømlinjeformet utforming som ikke skaper utfelling av snøen. Rekkverk bør unngås på fyllinger, da disse samler snø i vegbanen og reduserer gevinsten ved en strømlinjeformet utforming av fyllingen betraktelig.

Stikkord:

1. Høyfjellsveg
2. Vinterdrift
3. Klima
4. Kolonnekjøring

(sign.)





## MASTEROPPGAVE

VÅREN 2009

for

Espen Thøring

### **Sammenheng mellom vegutforming og brøyteproblemer på høfjellsveger**

#### *The Connection between Road Design and Snow Removing Problems on Mountain Roads*

##### **Bakgrunn**

Det er de siste 30 årene bygd en rekke høfjellsveger i Norge. I varierende grad er det tatt hensyn til de klimatiske forholdene ved planleggingen av disse vegene, og kjøreforhold og brøyteforhold under uvær varierer både fra veg til veg og innenfor relativt korte strekninger innen den samme vegen. Målsettingen med oppgaven er å studere i hvilken grad disse variasjonene kan knyttes til vegenes lokalisering og utforming. Dette gjelder både for å finne fram til hvilke prinsipper for vegutforming som har gitt god effekt og for å klarlegge systematiske svakheter innen planleggingen av vegene.

##### **Oppgave**

Masteroppgaven omfatter blant annet:

- Studenten skal sette seg inn i litteratur som omhandler prinsippene for planlegging av høfjellsvegene og presentere et sammendrag av disse rapportene.
- På bakgrunn av erfaringene som er samlet inn gjennom intervjuer med driftspersonale og egne erfaringer skal studenten forsøke å systematisere erfaringene blant annet ut fra følgende forhold:
  - Lokalisering i forhold til vindretning
  - Terrengdetaljer som kan føre til brøyte- og siktproblemer
  - Utforming av fyllinger
  - Utforming av skjæringer
  - Effekt av fresefelt
  - Effekt av rekkverk
  - Værforhold som fører til kolonnekjøring

I den grad det er mulig og tid er det også ønskelig at studenten vurderer de enkelte vegene i forhold til hverandre.

Det forutsettes at studenten i forbindelse med løsningen av denne oppgaven i stor grad oppholder deg på brøytestasjonene for de aktuelle vegene og samler inn erfaringer fra brøytemannskapene og de som har ansvaret for driften innen Statens vegvesen. De vegene som det er aktuelt å studere er:

- E134 Haukelivegen
- Rv 52 Hemsedalfjellet
- Rv 15 Strynefjellsvegen
- E6 Saltfjellsvegen
- Rv 890 og Rv 891 på Varangerhalvøya

### **Generelt om oppgaveinnhold og presentasjon**

Oppgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis. Eventuelle justeringer må skje i samråd med veileder og faglærer ved instituttet (samt med ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt).

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendighet i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside  
<http://www.ntnu.no/info/selvhjelp/ppt-dokmaler/Masteroppgave/>
- tittelside med ekstrakt og stikkord,  
<http://www.ivt.ntnu.no/bat/undervisning/hovedoppgaver/hovedoppgave.html>
- oppgaveteksten (signert)
- sammendrag, innholdsfortegnelse inkl. oversikt over vedlegg
- hovedteksten / besvarelsen
- referanser til kildemateriale som ikke er av generell karakter, dette gjelder også for muntlig informasjon og opplysninger
- besvarelsen skal ha komplett sidenummerering

Se for øvrig ”Råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave ved Institutt for bygg, anlegg og transport”. Aktuelle dokumenter og maler ligger på  
<http://www.ivt.ntnu.no/bat/undervisning/hovedoppgaver/hovedoppgave.html>

### **Hva skal innleveres?**

- Besvarelsen i original (uinnbundet)
- To innbundne kopier
- Eventuelt: avtalte tilleggskopier for formidling til ekstern samarbeidspartner (dekkes av instituttet eller ekstern partner)
- CD med besvarelse og underliggende materiell i digital form (pdf-format)
- En kortfattet (tilsv. 1-2 A4-sider inkl. evt. illustrasjoner) populærvitenskapelig oppsummering av arbeidet, på html-mal gitt av instituttet, beregnet for publisering på internettet. Oppsummeringen bør redegjøre for hensikten med arbeidet og for gjennomføringen og de vesentligste resultater og konklusjoner av arbeidet.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen. Den innleverte masteroppgaven med bilag kan av NTNU fritt benyttes til undervisnings- og forskningsformål. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

### **Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.**

Det vil bli gitt ekstern veiledning fra Statens vegvesen vegdirektoratet ved Harald Norem. Arbeidet omfatter høyfjellsveger generelt, men er knyttet til Statens vegvesen region vest med Kjell Kvåle som kontaktperson og rådgiver. Reiser og opphold i forbindelse med feltopphold vil bli godtgjort av Statens vegvesen Region vest etter nærmere avtale. Det vil også bli utbetalt et beløp på 12.000 kr ved innlevering av oppgaven som kompensasjon for ikke legitimerte utgifter ut over dette.

### **HMS**

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av Masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU". Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarng, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje HMS ved feltarbeid m.m." Dokumentet finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ivt.ntnu.no/adm/hms/>.

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom du som student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at du tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter se samme lenke som ovenfor.

### **Oppstart og innleveringsfrist:**

Arbeidet med oppgaven starter 19.01.2009.

Besvarelsen, som beskrevet ovenfor, skal leveres innen 15.06.2009.

Ansvarlig faglærer ved instituttet: Ivar Horvli. Øvrig veiledere hos eksterne samarbeidspartner: Harald Norem ved Statens vegvesen Vegdirektoratet, Tek-T og Kjell Kvåle, Statens vegvesen Region vest.

Trondheim, den 19. januar 2009

Revidert 2009-01-21



(sign)

Faglærer

Institutt for bygg, anlegg og transport



## Forord

Denne rapporten er resultatet av min hovedoppgave innen Veg og Samferdsel ved linjen Bygg og miljøteknikk ved NTNU.

Forslaget til oppgave ble foreslått av Harald Norem fra Statens Vegvesen Vegdirektoratet, som var ekstern foreleser i et fag jeg tok høsten 2008 - Drift og vedlikehold. Norem var forøvrig kjent for meg og mine medstudenter, fra tidligere emner han har undervist i ved NTNU. Jeg synes problemstillingen han presenterte for meg var interessant, og bestemte meg tidlig for å jobbe med temaet på min hovedoppgave. Harald Norem har vært min faglige veileder under arbeidet med rapporten, og står dessuten bak brorparten av litteraturen jeg har støttet meg på igjennom arbeidet. En stor takk til Norem, som har vært en god støttespiller og en kilde til inspirasjon for meg.

I forbindelse med studien fikk jeg anledning til å reise ut på ekskursjoner til fem ulike høyfjellsveger i Norge, for å studere forholdene og opparbeide erfaringer. Disse reisene har vært veldig lærerike og gitt meg nye erfaringer, både gjennom samtaler med mannskap og kontaktpersoner og gjennom egne observasjoner. I denne anledning vil jeg takke Kjell Kvåle ved SVV Region Vest, for å ha vist interesse for oppgaven min, og for å ha sørget for den økonomiske støtten som var nødvendig for å kunne dra på disse ekskursjonene.

Gjennom arbeidet forøvrig har jeg fått god hjelp fra ulike hold, både fra diverse ansatte i Statens Vegvesen, og fra personell tilsatt ved vinterdriften på de ulike brøytestasjonene. Ute på mine ekskursjoner har jeg vært heldig og blitt møtt av hyggelige mennesker på alle høyfjellsvegene. Samtidig har jeg vært i kontakt med en rekke kontakter i de ulike regionene, blant annet for å skaffe klimadata og oversikter over kolonnekjøring. Alle jeg har snakket med har vært svært behjelpelige, slik at jeg fikk tak i relevante data.

**Sted og dato:**

**Signatur:**

---

( Espen Thøring )





## Sammendrag

En har søkt å finne prinsipper lokalisering og utforming av høyfjellsveger som gir god effekt med hensyn til drivsnøproblematikk, samt å avdekke svakheter som fører til problemer i vinterdriften. I denne forbindelse har undertegnede reist på ekskursjon til fem høyfjellsveger i Norge, bodd på brøytestasjoner ved høyfjellsvegene, samtalt og hentet erfaringer fra brøytemannskaper og gjorde egne observasjoner ute på vegen. Sammen med erfaringene fra vegene og prinsipper for lokalisering og utforming av høyfjellsveger i litteraturen har en avdekket sterke og svake partier på høyfjellsvegene, og diskutert omkring årsakene til de ulike drivsnøproblemene.

Klimadata, hentet fra nærliggende klimastasjoner ved de respektive høyfjellsvegene, sammen med logger for kolonnekjøring fra varierende antall vintersesonger, har blitt benyttet til å gjennomføre en analyse for å finne sammenhengen mellom værforholdene og når det innføres kolonnekjøring. Resultatene gir grunnlag for sammenligning mellom ulike veg. Det fremkom blant annet at det ved Haukelivegen innføres kolonnekjøring oftere ved hver enkelt vindstyrke på enn Hemsedalsfjellet, samtidig med at det er dårligere vær på Haukelivegen. Tilsvarende hadde man kolonnekjøring på Varangerhalvøya langt oftere enn på Saltfjellet ved de enkelte vindstyrker. Dette med omtrent samme vindforhold på begge vegene, ifølge klimadataene. Ulike forutsetninger i klimastasjonenes plassering og andre aspekter ved datamaterialet kan forøvrig spille inn, slik at en ikke bør stole blindt på resultatene.

For ulike elementer i vegutformingen omtales prinsipper for hvordan disse best bør utformes med tanke på drivsnøproblematikk, hentet fra litteraturen. Disse har blitt vurdert opp mot egne erfaringer fra oppholdene på høyfjellsvegene. Det fremkommer at veg i skjæring er spesielt utsatte for drivsnøproblemer, og en god lokalisering i terrenget ved bruk av lune områder og linjeføring parallellt med fonndannende vindretninger er viktig for å redusere drivsnøproblemene til et minimum. Utsatte skjæringer kan forbedres med tanke på vinterdriften ved å anlegge fresefelter langsmed vegen. Fyllinger tåler høyere vindstyrker på tvers av vegen bedre, gitt tilstrekkelig høyde og en strømlinjeformet utforming som ikke skaper utfelling av snøen. Rekkverk bør unngås på fyllinger, da disse samler snø i vegbanen og reduserer gevinsten ved en strømlinjeformet utforming av fyllingen betraktelig.



# Innhold

<b>0</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>1</b>
0.1	RAPPORTENS KAPITLER	1
0.2	BRUK AV REFERANSER	2
<b>1</b>	<b>METEOROLOGI OG BRUK AV KLIMADATA I VEGPLANLEGGINGEN</b>	<b>3</b>
1.1	VÆR OG KLIMA	3
1.1.1	Vind	3
1.1.2	Nedbør	4
1.1.3	Snøtransport	4
1.2	KLIMADATA	5
1.2.1	Innhenting av eksisterende klimadata	5
1.2.2	Vind- og snøkartlegging i vegplanleggingen	6
1.2.3	Behandling av vinddata	7
1.3	LOKALISERING AV VEGEN	7
1.3.1	Bruke lune områder i terrenget	8
1.3.2	Vindretninger og valg av vegens lokalisering	9
<b>2</b>	<b>EN STUDIE AV FEM HØYFJELLSVEGER</b>	<b>11</b>
2.1	HAUKELIVEGEN	13
2.1.1	Kort om oppholdet	13
2.1.2	Om E134 Haukelivegen	13
2.1.3	Vindretninger	14
2.1.4	Vegens lokalisering	15
2.2	HEMSEDALSFJELLET	19
2.2.1	Kort om oppholdet	19
2.2.2	Om Rv52 Hemsedalsfjellet	19
2.2.3	Vindretninger	20
2.2.4	Vegens lokalisering	21
2.3	STRYNEFJELLET	25
2.3.1	Kort om oppholdet	25
2.3.2	Om Rv15 Strynefjellet	26
2.3.3	Vindretninger	26
2.3.4	Vegens lokalisering	27
2.4	SALTFJELLET	31
2.4.1	Kort om oppholdet	31
2.4.2	Om E6 Saltfjellet	31
2.4.3	Vindretninger	32
2.4.4	Vegens lokalisering	33
2.5	VARANGERHALVØYA	35
2.5.1	Kort om oppholdet	35
2.5.2	Om Rv890 og 891 over Varangerhalvøya	35
2.5.3	Vindretninger	36
2.5.4	Vegens lokalisering	37
<b>3</b>	<b>KLIMA OG KOLONNEKJØRING</b>	<b>39</b>
3.1	HAUKELIVEGEN	39
3.1.1	Datamateriale	39
3.1.2	Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring	40
3.1.3	Feilkilder	42
3.2	HEMSEDALSFJELLET	43
3.2.1	Datamateriale	43
3.2.2	Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring	44
3.2.3	Feilkilder	45
3.3	STRYNEFJELLET	47
3.3.1	Datamateriale	47
3.3.2	Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring	48
3.3.3	Feilkilder	49

3.4	SALTFJELLET .....	51
3.4.1	<i>Datamateriale</i> .....	51
3.4.2	<i>Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring</i> .....	51
3.4.3	<i>Feilkilder</i> .....	52
3.5	VARANGERHALVØYA .....	53
3.5.1	<i>Datamateriale</i> .....	53
3.5.2	<i>Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring</i> .....	53
3.5.3	<i>Feilkilder</i> .....	54
<b>4</b>	<b>VEGUTFORMING I HØYFJELLET .....</b>	<b>55</b>
4.1	UTFORMING AV FYLLINGER .....	55
4.1.1	<i>Anbefalinger fra eksisterende litteratur</i> .....	55
4.1.2	<i>Egne erfaringer</i> .....	57
4.2	UTFORMING AV SKJÆRINGER.....	59
4.2.1	<i>Anbefalinger fra eksisterende litteratur</i> .....	59
4.2.2	<i>Egne erfaringer</i> .....	60
4.3	FRESEFELT.....	61
4.3.1	<i>Litteratur</i> .....	61
4.3.2	<i>Egne erfaringer</i> .....	61
4.3.3	<i>Forslag til prinsipper for utforming av fresefelt</i> .....	62
4.4	REKKVERK.....	63
4.4.1	<i>Litteratur</i> .....	63
4.4.2	<i>Egne erfaringer</i> .....	63
<b>5</b>	<b>KLIMA, VEGUTFORMING OG VINTERDRIFT .....</b>	<b>65</b>
5.1	KLIMA OG KOLONNEKJØRING PÅ ULIKE VEGER.....	65
5.1.1	<i>Haukelivegen og Hemsedalsfjellet</i> .....	66
5.1.2	<i>Saltfjellet og Varangerhalvøya</i> .....	68
5.1.3	<i>Bruk av klimaanalyser</i> .....	70
5.2	VURDERING AV VEGUTFORMING .....	71
	<b>KILDER.....</b>	<b>73</b>
	<b>VEDLEGG.....</b>	<b>75</b>

## Figurliste

Figur 1 Fonndannelse ved ulike vinkler mellom veg og vindretning .....	9
Figur 2 Oversikt over de fem undersøkte høyfjellsvegene .....	11
Figur 3 Vindrose for Midtlæger, Haukelivegen .....	14
Figur 4 Problempunkter på østsiden av Haukelifjell.....	15
Figur 5 Tunnelportalen ved Peparsteinen.....	17
Figur 6 Vindrose Hemsedalsfjellet.....	20
Figur 7 Hemsedalsfjellet inndelt i tre parseller .....	21
Figur 8 Fresing på Hemsedalsfjellet.....	22
Figur 9 Slyngpartier mellom Borlaug og Breistølen .....	23
Figur 10 Vindrose Strynefjellet.....	26
Figur 11 Breiddalen øst .....	27
Figur 12 Breiddalen vest .....	28
Figur 13 Vindrose Saltfjellet .....	32
Figur 14 Saltfjellet, stigning opp fra søre bom.....	33
Figur 15 Rekkverksavslutning ved bro .....	34
Figur 16 Vindrose Varangerhalvøya .....	36
Figur 17 Sjørover mot Auster-Tana, utsatt parti .....	37
Figur 18 Gjennomskjæring på Rv890 .....	38
Figur 19 Halvskjæring i Annelvdalen .....	38
Figur 20 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Haukelivegen .....	41
Figur 21 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Hemsedalsfjellet.....	44
Figur 22 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Strynefjell.....	48
Figur 23 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Saltfjellet .....	52
Figur 24 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Varangerhalvøya .....	54
Figur 25 Avrunding av fyllingstopp.....	56
Figur 26 Vind over vegen på Varangerhalvøya .....	57
Figur 27 Små brøytekanter på fylling, Saltfjellet.....	58
Figur 28 Utfreste brøytekanter på fylling, Saltfjellet .....	58
Figur 29 Fonndannelsens vinkel med terrenget (Hb167).....	59
Figur 30 Skjæringsskråning (Hb167).....	59
Figur 31 Tablers designkriterier for drivsnøfri veg i skjæringer.....	60
Figur 32 Prinsippskisse for fresefelt.....	61
Figur 33 Fonndannelse med kabelrekkverk .....	64
Figur 34 Fonndannelse med W-skinneverk .....	64
Figur 35 Resultatene fra klimaanalyser for Rv52 og E134.....	66
Figur 36 Vindstyrker på Haukelivegen og Hemsedalsfjellet .....	67
Figur 37 Resultatene fra klimaanalyser for E6 og Rv890/891 .....	68
Figur 38 Vindstyrker på Saltfjellet og Varangerhalvøya .....	69

## Tabelliste

Tabell 1 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Haukelivegen.....	40
Tabell 2 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Haukelivegen .....	40
Tabell 3 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Hemsedalsfjellet.....	44
Tabell 4 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Hemsedalsfjellet.....	44
Tabell 5 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Strynefjellet .....	48
Tabell 6 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Strynefjellet.....	48
Tabell 7 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Saltfjellet .....	51
Tabell 8 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Saltfjellet .....	51
Tabell 9 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Varangerhalvøya .....	53
Tabell 10 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Varangerhalvøya.....	53
Tabell 11 Grøftedybder anbefalt i Hb167 .....	55
Tabell 12 Stikkord – erfaringer fra veg på fylling og skjæring.....	71

## Formelliste

Formel 1 Formel for poengberegning (Norem, 1974).....	7
Formel 2 Fyllingshøyde (Tabler 1994) .....	55
Formel 3 Avstand vegskulder - skjæringstopp (Tabler 1994).....	60

## Vedleggsliste

Vedlegg 1 Beaufort-skalen.....	75
Vedlegg 2 Snøtransport .....	75
Vedlegg 3 Klimadata for Haukelivegen 20. - 24. jan 2009.....	76
Vedlegg 4 Vindrose over Haukelivegen .....	77
Vedlegg 5 Haukelivegen øst, problempunkt #1 .....	78
Vedlegg 6 Haukelivegen øst, problempunkt #2 .....	79
Vedlegg 7 Haukelivegen øst, problempunkt #3 .....	80
Vedlegg 8 Vestsiden – vestover fra Haukelitunnelen .....	81
Vedlegg 9 Vindrose over Hemsedalsfjellet.....	82
Vedlegg 10 Vindrose fra DNMI klimastasjon i Hemsedal .....	83
Vedlegg 11 Strekning #1 – Bjøberg til fylkesgrensa Sogn og Fjordane.....	84
Vedlegg 12 Strekning #2 – Langs Eldrevatnet.....	85
Vedlegg 13 Strekning #3 – Breistølen .....	86
Vedlegg 14 Oversiktskart over Strynefjellet med vindrose .....	87
Vedlegg 15 Topografisk kart over Grasdalen .....	88
Vedlegg 16 Kart med vindrose over Saltfjellet.....	89
Vedlegg 17 Kart over Rv890 og 891 med vindrose.....	90
Vedlegg 18 Oversiktskart Gednje - Auster-Tana.....	91
Vedlegg 19 Oversiktskart Gednje – Kongsfjord .....	92
Vedlegg 20 Oversiktskart Gednje – Båtsfjord .....	93

## 0 Innledning

For å besvare problemstillingen, slik den fremstår i oppgaveteksten, er det tatt utgangspunkt i:

- Aktuell litteratur om lokalisering og utforming av veger i høyfjell
- Erfaringer og egne observasjoner fra 5 høyfjellsveger i Norge
- Klimadata og logger for kolonnekjøring for de 5 høyfjellsvegene

Arbeidet er fokusert mot de 5 besøkte høyfjellsvegene, mens de omtalte prinsipper og metoder vil kunne overføres også til andre høyfjellsveger.

I arbeidet har man *ikke* jobbet ut fra en detaljert kjennskap til plantegninger og vurderinger gjort i planleggingsfasene til de ulike vegene. Gjennom befaringene har en opparbeidet et mer subjektivt og generelt inntrykk av vegenes lokalisering og utforming. Med denne tilnærmingen identifiserer man først ”ytterpunktene”, altså de svakeste partiene som skaper problemer i vinterdriften, sammen med de beste partiene hvor det kreves minst innsats.

### 0.1 Rapportens kapitler

Rapportens første kapittel er en kortfattet introduksjon til klimalære/meteorologi, anskaffelse og bruk av klimadata i vegplanleggingen, og prinsipper for valg av lokalisering av veger i høyfjellet. Dette kapittelet er således et litteraturstudium. Stoffet som gjengis i dette kapittelet er konsentrert omkring emner som vil berøres senere i rapporten.

I kapittel 2 beskrives fem utvalgte høyfjellsveger i Norge. Alle disse vegene er besøkt av undertegnede gjennom vinteren 2009, og kapittelet presenterer kunnskap og erfaringer som er samlet inn gjennom intervjuer med brøytemannskaper og gjennom egne observasjoner. Videre diskuteres vegene opp mot prinsipper for lokalisering av veger i høyfjellet, som er omtalt i i kapittel 1.

I kapittel 3 er det utført en statistisk analyse for å finne sammenhenger mellom værforhold og når det innføres kolonnekjøring. Analysen baseres på data samlet inn fra klimastasjoner og loggbøker med tidspunkter for innføring og oppheving av kolonnekjøring.

Kapittel 4 omhandler vegutforming i drivsnøutsatte områder. Fra eksisterende litteratur presenteres prinsipper for utforming av fyllinger, skjæringer, fresefelter og rekkverk. Disse prinsippene diskuteres opp mot mine egne erfaringer fra de fem besøkte høyfjellsvegene.

I femte og siste kapittel sammenstilles erfaringer og resultater fra de foregående kapitler. De ulike vegene sammenlignes opp mot hverandre på grunnlag av den informasjonen som er samlet inn.

## 0.2 Bruk av referanser

Referanser til litteraturen er ført opp i paranteser på formen (*Forfatter, Årstall*). Henvisninger til kilder på internett gjengis på formen (*www.eksempel.no*). Detaljert informasjon om alle slike referanser finnes igjen under Kilder.

Trykte kopier av denne rapporten leveres også med en cd med digitale vedlegg. Denne løsningen er valgt på grunn av store mengder bildeserier og regneark som ville krevd for mye plass som trykte vedlegg. Disse digitale vedleggene referes til i rapporten ved bruk av fotnoter, hvor fotnotene peker til vedleggets lokalisering på cden. Pekerne er på formen "CD:/eksempel/eksempel.xls". Merk at bokstavene "CD" i slike pekere må erstattes med den stasjonsbokstav som din CD-ROM er tilordnet på din pc.

Figurer, tabeller, formler og vedlegg referert til med etikketer og nummer. Lister over disse finnes på XIII. Figurer og tabeller benyttes gjennom hovedkapitlene i rapporten, mens alle vedlegg er samlet bakerst i rapporten, fra og med side 75.



# 1 Meteorologi og bruk av klimadata i vegplanleggingen

Vinterklimaet i Norge skaper flere utfordringer for vinterdriften av vegene. Høyfjellsveger, definert ved at vegen ligger over skoggrensa, er spesielt utsatt for vær og vind. I dette kapitlet presenteres i korthet grunnleggende kunnskap om klima, spesielt tilknyttet vind og drivsnø, sammen med sentrale prinsipper for vegplanlegging i høyfjell hentet fra eksisterende litteratur. For mer å gå mer i dybden på enkelte temaene anbefales det å oppsøke kildene det refereres til.

## 1.1 Vær og klima

Rapporten Meteorologi og Klimastasjoner (*Statens Vegvesen, 2005*) er en veileder for bruk av meteorologiske data i Statens Vegvesen (SVV). Rapportens første kapittel gir en innføring i grunnleggende begreper innen meteorologien. Meteorologi er læren om atmosfæren. De prosesser som foregår i atmosfæren er avgjørende for skydannelse, temperatur, trykk, luftfuktighet, nedbør og så videre – det vi i dagligtale kaller *været*. Klima defineres som *gjennomsnittsværet* på et bestemt sted over en lengre periode.

### 1.1.1 Vind

Vind er luft i bevegelse. Forflytning av luftmasser skyldes trykkforskjeller i atmosfæren, og spesielt kraftig vind oppstår når det er store trykkforskjeller over korte avstander. Trykkforskjeller kan opptre i stor målestokk, som lavtrykkene som vandrer over Atlanterhavet, eller de kan oppstå lokalt i form av solgangsvind. Solgangsvind skyldes at ulike terrengoverflater varmes opp i varierende grad. Lyse områder, slik som snødekt terrengt, reflekterer nesten alt lys og vil derfor varmes opp langsomt. Mørke områder som jord og vegetasjon absorberer mye lys, og varmes dermed opp raskere. Temperaturforskjellene som oppstår medfører trykkforskjeller i luftmassene, og dermed luftforflytning og vind.

Om vinteren kan vind opptre veldig lokalt, som når luften i snødekte høyfjell er kaldere enn luften i dalbunnene. Kald fjellluft ”renner ut i de store dalførene som en elv”, som det står beskrevet i SVV Håndbok 167 (*Norem, 1993*). Foruten at vind kan oppstå som følge av ulike terrengoverflater i landskapet, kan terrenget også *påvirke og endre* vindens retning og styrke. I lavlandet skaper vegetasjon en barriere som bidrar til å bremse vindhastighetene. I høyfjellet derimot finnes det lite vegetasjon, og vindstyrkene er derfor generelt høyere i høyfjellet enn ellers. Ulike terrengformasjoner kan gi ly for vinden ved ulike vindretninger. I andre tilfeller kan terrenget kanalisere vinden på en slik måte at vindhastighetene øker. Prinsippet blir det samme som når vannet i en elv renner raskere i smale partier med lite tverrsnitt enn i brede områder hvor tverrsnittet er stort.

Klimastasjoner benyttes til å måle vindhastigheter, og registrerer typisk antall meter per sekund. Vindhastigheter klassifiseres ulike grupper med navn og et nummer på Beaufort-skalaen. I dagligtale snakkes det gjerne om bris eller kuling, fremfor hastigheten i meter per sekund. Disse hastighetsklassene etter Beaufort-skalaen er vist i Vedlegg 1.

### 1.1.2 Nedbør

Nedbør forekommer ofte i møte mellom varm- og kaldluftsfroter i atmosfæren. I Norge kommer også en overveiende del av nedbøren som følge av at fuktige luftmasser møter fjellkjeder, kalt *orografisk nedbør*. Dette er spesielt vanlig i Sør-Norge, når vestlig vind fra Atlanterhavet gir nedbør på Vestlandet og tørt vær Østafjells. Omvendt kan også vind fra østlig retning gi nedbør Østafjells og oppholdsvær på Vestlandet.

Orografisk nedbør skyldes nedkjølingen som luften utsettes for når fuktige luftstrømmer møter fjell og presses opp i høyere luftlag. Når luften er kjølt ned til sin duggpunktstemperatur, vil fuktighet felles ut som nedbør, enten som regn eller snø. Idet luftmassene siver ned på lesiden av fjellkjedene, vil lufttemperaturen stige igjen og nedbøren avtar. Værfenomener som orografisk nedbør kan gi store variasjoner i klimaet over korte avstander, og understreker viktigheten av å ha kjennskap til lokalklimaet. I forhold til høyfjellsveger er det kanskje spesielt viktig å kjenne til værfenomenet, da mange norske høyfjellsveger ligger i områder med kystnære fjellkjeder hvor orografisk nedbør kan oppstå.

Snøkrystaller dannes i atmosfæren når fuktig vannmettet luft har en temperatur mellom  $-12^{\circ}\text{C}$  og  $-40^{\circ}\text{C}$  (Norem, 1993). Snøkrystallenes struktur vil variere med forhold som luftfuktighet og -temperatur. Som følge av ulike kornstrukturer er det også variasjoner i konsistensen til nysnø. Spesielle værforhold kan forårsake at nedbør faller som sludd, hagl eller underkjølt regn. Slike nedbørstyper kan medføre problemer med friksjon, sikt og funksjonsfeil hos trafikanter under snøfall. I norsk høyfjell faller dog det meste av snøen vinterstid som finkornet nysnø.

Nysnø som faller ved kuldegrader kjennetegnes ved lav tetthet og lite fasthet. Snøkrystallene er fri fra hverandre og fraktes lett med vinden. Etter at snøen har lagt seg, starter en omvandlingsprosess, metamorfose, i snødekket. Snøens tetthet, fasthet og stabilitet endres dermed gjennom vintersesongen. I hvor stor grad vinden eroderer opp drivsnø vil endre seg gjennom sesongen som følge av metamorfosen.

### 1.1.3 Snøtransport

Snøtransport forekommer når snøfall ledsages av vind, som det ofte gjør i høyfjellet, eller når vinden eroderer snø fra bakken. Ved nedbør og høye vindstyrker får man gjerne erodert snø samtidig, og snøtransporten kan da bli spesielt stor. Erodering av snø skjer spesielt langs åpne sletter hvor får vinden drive uhindret frem. Hindringer i landskapet, som vegetasjon, åsrygger og skjæringer, forårsaker en turbulens i luftstrømmen som fører til at snø felles ut. Bak slike hindringer kan det akkumuleres store mengder snø i fonnområder gjennom vintersesongen.

Drivsnø fører altså til en *omfordeling* av snømassene, hvor snødybden reduseres på åpne sletter og økes i fonnområdene. Mengdene drivsnø i luften tiltar med økt vindstyrke og med lavere fasthet på snødekket. Det skilles forøvrig mellom 3 ulike transportformer for drivsnø; kryp, byks og suspensjon, enkelt forklart og illustrert i Vedlegg 2.

Snøtransporten fører i praksis til store problemer for vinterdriften. Den samler snø i vegbanen og kan gjøre vegen ufremkommelig, den fører til redusert sikt, og i noen tilfeller oppstår funksjonsfeil på bilene, som kan føre til trafikkfarlige situasjoner. Moderne biler er dog mindre utsatt for funksjonsfeil.

Ved praktisk vurdering av sikt- og brøyteproblemer for en veg i høyfjellet, kan en ta utgangspunkt i at forholdene begynner å bli vanskelige ved vindstyrker over 6 m/s (laber bris) ved samtidig nedbør eller 10 m/s (liten kuling) ved oppholdsvær. Norem (1974) utførte en analyse av regulariteten ved Haukelivegen, hvor det kom frem at kolonnekjøring innføres tidligst ved disse verdiene.

## 1.2 Klimadata

### 1.2.1 Innhenting av eksisterende klimadata

#### Statens Vegvesen sine klimastasjoner

Statens Vegvesen har flere klimastasjoner langs det norske vegnettet. Dette er utstyr som registrerer en rekke parametere, som luft- og vegbanetemperatur, nedbør, vindretning og vindstyrke. Slike data benyttes gjerne av driftspersonell. Dersom det lagres historiske klimadata over lengre perioder, kan slike data være veldig nyttige også ved planleggingen av nye vegprosjekter.

Ved bruk av historiske klimadata må en kjenne til klimastasjonenes lokalisering i terrenget. En klimastasjon kan være plassert på et spesielt værhardt sted, eller på lunt sted som gjerne er mer representative for de generelle forholdene langs vegen. Praktiske forhold som nærhet til strøm og telefonnett kan også ha hatt innvirkning på valg av klimastasjonenes lokalisering. Plasseringen har betydning for hvordan man bør tolke og bruke dataene. SVV har forøvrig egne retningslinjer for plassering av klimastasjoner, disse er samlet i Håndbok 266<sup>[1]</sup>.

Driftspersonell som bruker data fra klimastasjonene i det daglige arbeidet er gjerne kjent med hvor stasjonene står, og gjennom opparbeidet erfaring vil de tolke hvordan ulike værforhold slår ut på de mer eller mindre utsatte partiene på vegen. Dette prinsippet er naturligvis like viktig når klimadata benyttes i planleggingsfasen av nye veger. Hvordan er målestasjonene plassert, og i hvilken grad er dataene representative langs den planlagte vegstrekningen.

#### Meteorologisk Institutt

En annen viktig aktør å kjenne til som registrerer og lagrer klimadata er Meteorologisk Institutt (DNMI). De samler inn data ved hjelp av klimastasjoner utplassert rundt om i Norge. SVV kjøper inn blant annet meteogrammer fra DNMI, som entreprenører i vinterdriften bruker aktivt for å vurdere innsatsnivået fremover i tid. Meteorologisk Institutt gir eksterne brukere tilgang til historiske klimadata via en egen nettportal kalt eKlima ([eklima.met.no](http://eklima.met.no))

#### Andre kilder til klimadata

Andre instanser som har relevante klimaregistreringer er blant annet Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Statkraft, samt ulike lokale kraftverk. Vannføringen i vassdrag kan, sammen med kjennskap til tilsigsområdene, benyttes til å regne tilbake til nedbørsmengder. Data fra nevnte kilder kan ved riktig bruk gi verdifulle opplysninger for vegplanlegging på hovedplannivå. Men en mer detaljert kjennskap til lokalklimaet vil ofte være ønskelig i vegplanleggingen, spesielt i værharde områder som i høyfjellet. Denne type data kan da brukes som et supplement til egne klimaregistreringer i planleggingsfasen, for å gi et mer utfyllende bilde av værforholdene.

---

<sup>1</sup> CD:\Litteratur\hb266.pdf

## 1.2.2 Vind- og snøkartlegging i vegplanleggingen

Klimadata fra ulike kilder kan gi gode indikasjoner på vindforholdene i fjellet, men lokale terrengformasjoner kan påvirke både vindretninger og vindstyrke. På samme måte vil data om nedbørsmengder i et stort område si lite om hvordan nedbøren er distribuert over terrenget, og hvordan snø omfordes i terrenget gjennom vinteren. Ved å utføre målrettede klimamålinger kan en danne seg et bedre bilde av de lokale forhold. Dette kan være essensielt for å gjøre de riktige valgene i vegplanleggingen.

### Vindmålinger

Ved utplassering av vindmålere i terrenget kan en samle kunnskap om vindretninger og vindstyrker på ulike steder i terrenget. I flatt, åpent terreng, kan en forvente forutsigbar distribusjon av vinden, og en kan bruke data fra værstasjoner flere kilometere unna. Et mer komplekst terreng, med ulike terrengdetaljer, trange passasjer, åpne sletter og møtende dalfører, kan være nødvendig å kartlegge grundigere. Værstasjoner bør da installeres så nær vegens planlagte trasé som mulig. (*Thordarson, 2002*)

Informasjon man får inn fra den perioden man henter inn data kan så vektes opp mot data fra eksisterende langtidsmålinger i nærliggende områder, slik at en kan korrigere målingene for normalår og estimere maksimalverdier ved ulike returperioder.

De observasjoner en får fra vindmålere, kan brukes til å finne de *fonndannende vindretninger*, altså de vindretningene som i størst grad bygger opp fonner i terrenget. Dette vil være en kombinasjon av de nedbørsførende vindretninger og de vindretninger som gir de største vindstyrkene, og dermed mest drivsnø. Vindroser for målinger med samtidig nedbør, sammen med vindroser for kuling styrke eller kraftigere, vil gi vegplanleggeren et visuelt bilde av hvilke vindretninger som er fonndannende (*Norem, 1974*).

### Snøkartlegging

Sammen med vindmålinger gir snømålinger viktig informasjon for planlegging av en høyfjellsveg. Snømålingene skal gi informasjon om både nedbørsmengdene og snøfordelingen i området. Studier av fonndannelsen bak detaljer som hauger, rygger, elver og hus i terrenget kan brukes til å identifisere fonndannende vindretninger, og størrelsen på fonnene gir et godt uttrykk på hvor store mengder snø som er i bevegelse, i hvor stor grad snøen omfordes i terrenget. Lune områder i terrenget vil kunne identifiseres ved at det er liten variasjon i snødybdene. (*Norem, 1974*)

Aktuelle metoder for kartlegging av snødybdene er måling i faste målepunkter, tachymetrisk, fotogrammetrisk, eller botanisk kartlegging. Metodene har varierende grad av nøyaktighet og arbeidsmengde, og valg av metode(r) må velges ut fra krav til nøyaktighet og kostnad. Med informasjonen fra slike snømålinger, sammen med kjennskap til vindforholdene, har en et godt grunnlag for å vurdere nødvendig lokalisering og utforming av vegen og dens sidearealer. (*Norem, 1974*)

### 1.2.3 Behandling av vinddata

For å få best mulig utbytte av de vinddata som er hentet inn, trengs det kjennskap til hvilke vindstyrker som er kritiske for sikten og drivsnøforholdene på vegen. I rapporten Utforming av veger i drivsnøområder (Norem, 1974) presenterer Norem flere ulike vindroser basert på det samme datamaterialet, som viser at det bildet vindrosene gir planleggeren varierer mye med hvilke kriterier man utarbeider vindrosen fra. De nedbørsførende vindretningene kan for eksempel være helt andre enn de retningene med størst vindstyrker.

Norem foreslår et system for poengberegning for ulike vindstyrker og nedbørsmengder. Formålet er å finne nøkkeltall som gir bedre prediksjoner på hvilke vindretninger som generelt er vanskelige. I sine egne beregninger finner Norem en god korrelasjon mellom de vindretninger som fremkommer av poengberegningene, og de vindretningene som har vært registrert i perioder med kolonnekjøring.

Poengsummene for hver vindretning beregnes slik:

**Formel 1 Formel for poengberegning (Norem, 1974)**

$$P = \sum_1^n (v - 5) + \sum_1^s (v - 9)$$

der P = poengsum for hver vindretning

n = antall registreringer ved vindhastighet  $v > 5$  m/s og samtidig nedbør

s = antall registreringer ved vindhastighet  $v > 9$  m/s og samtidig oppholdsvær

En poengberegning for vindretninger etter denne formelen er utført for hver enkelt av de fem undersøkte høyfjellsvegene på grunnlag av innsamlet datamateriale. Beregningene dokumenteres med regneark på vedlagte cd<sup>[2]</sup>, vindrosene brukes som illustrasjoner i de ulike delkapitlene i kapittel 2.

### 1.3 Lokalisering av vegen

En ideell veg med hensyn til snøforholdene kan bli svært kostbar i utførelse. Ved vinterdriften av en høyfjellsveg må det også til enhver tid være stasjonert brøytemannskap på fjellet, av hensyn til sikkerhetsproblemer. Derfor kan det i prinsipp aksepteres at en høyfjellsveg vil kreve noe brøyting, fremfor å dimensjonere en vedlikeholdsfri veg. (Norem, 1993)

En godt planlagt høyfjellsveg bør oppfylle følgende punkter:

1. Liten fonndannelse på vegen
2. Lite snøtransport over vegen
3. Best mulige siktforhold langs hele vegen
4. Eventuelle utforkjøringer bør ikke gi alvorlige ulykker
5. Rimelige anleggskostnader
6. Enkelt å rydde snøen og opprettholde det valgte tverrprofil

Kriteriene stiller krav både til utformingen av vegen og sidearealet, og til riktig lokalisering av vegen i terrenget. Det forutsetter kunnskap om lokalklimaet gjennom vind- og snøkartlegging og bruk av klimadata (kapittel 1.2).

---

<sup>2</sup> Regneark for vindroser: CD:\Klima\4\_vindroser\

### **1.3.1 Bruke lune områder i terrenget**

Ved valg av trasé bør en søke å finne frem til de lune områdene i terrenget, hvor snøtransporten er liten. Terrengdetaljer som langsgående rygger i terrenget, bekkedaler og vegetasjon bremser opp vinden og fører til utfelling av drivsnøen. Nært inntil slike hindringer på vindens leside, vil det bygges opp fonner som enkelt kan avdekkes gjennom snømålinger i området. Lune områder bakom fonnområdene vil karakteriseres ved at snømengdene er jevnt fordelte.

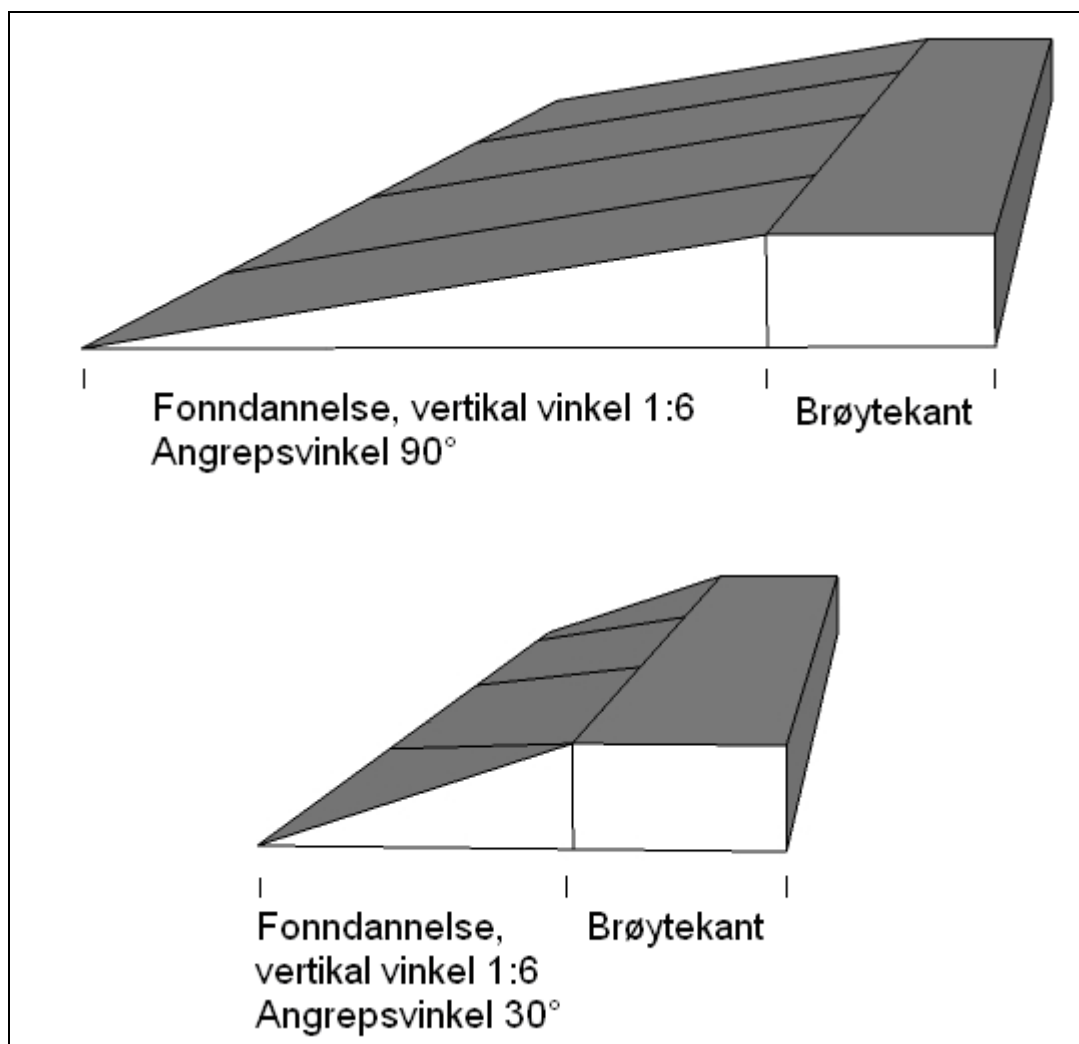
Riktig plassering av vegen vil i slike tilfeller være på lesiden av fonndannende terrengdetaljer, men utenfor en fullt utviklet snøfonn. Der vil snømengdene være mindre enn ellers i det omkringliggende terrenget, da mye av drivsnøen har blitt felt ut før vegen. Samtidig rekker ikke vinden å erodere ny snø hvis vegen ligger tilstrekkelig nær fonnområdet. Slik oppnår man lite fonndannelse på vegen, lite snøtransport over vegen og gode siktforhold for trafikantene. (*Norem, 1993*)

Se forøvrig kapittel 4.2, prinsipper for utforming av skjæringer.

### 1.3.2 Vindretninger og valg av vegens lokalisering

Det er i prinsipp fordelaktig å legge vegen parallellt med de fonndannende vindretninger. Vegen er da mindre utsatt for fonndannelse bak brøytekanter, rekkverk etc. Med økende vinkel mellom vindretning og veglinje, vil en få økende krav til utforming og vedlikehold av vegens tverrprofil.

Konsekvensen for fonndannelse bak en brøytekant av ulike vinkler mellom vinden og vegen er illustrert i Figur 1. For begge eksemplene, er fonndannelsen tegnet inn med vinkel 1:6 fra brøytekannten og ned på vegen. I det øverste eksempelet trekkes fonndannelsen vinkelrett utover fra brøytekantens topp, mens den i det nederste tilfellet er tegnet med en vinkel på 30° med vegen. Sistnevnte resulterer i en langt mindre utstrekning av fonndannelsen utover i kjørebanelen.



Figur 1 Fonndannelse ved ulike vinkler mellom veg og vindretning

Dette prinsippet vil være spesielt viktig utenfor de lune områder og i partier med skjæringer. Kjennskap til de fonndannende vindretninger opparbeides ved hjelp av vind- og nedbørsmålinger og snøkartlegging, som omtalt i kapittel 1.2.2.

### **Innvirkning av terrengellingen**

Når vinden blåser med terrengellingen (i nedoverbakke) virker gravitasjonskraften i samme retning som vinden, og vindhastigheten tiltar. Dette fører til økende snøtransport, og i vegskjæringer vil skjæringskanten føre til utfelling av drivsnø. Dermed samles det raskt snø i skjæringer. På grunn av dette, bør en tilstrebe å plassere vegen slik at fonndannende vindretning blåser mot terrengellingen. Norem (1993) advarer dog mot å følge denne regelen dersom det medfører at vegen kommer i le av store, åpne områder hvor vindhastigheten og snøtransporten er stor.



## 2 En studie av fem høyfjellsveger

I forbindelse med arbeidet med denne rapporten, har undertegnede reist og besøkt fem høyfjellsveger i Norge. Under oppholdene har jeg bodd på brøytestasjoner i en uke ved hver veg. Formålet med ekskursjonene var å samle erfaring omkring vegbygging i høyfjellet, gjennom samtaler med brøytemannskaper og ved egne observasjoner. Figur 2 nedenfor viser lokalisering, vegnummer og stedsnavn for de ulike vegene.



Figur 2 Oversikt over de fem undersøkte høyfjellsvegene



## 2.1 Haukelivegen

Besøkt 20. – 24. Januar 2009



### 2.1.1 Kort om oppholdet

Min eksterne veileder på oppgaven, Harald Norem ved Vegdirektoratet, var med hit til Haukelivegen. Vi ankom brøytestasjonen ved Haukelisæter sent på kvelden, tirsdag 20. januar. Ved ankomst på brøytestasjonen ble vi godt tatt i mot.

I perioden vi oppholdt oss på Haukelifjell var det svært dårlig vær, både her på fjellet og over store deler av østlandet. Det ble ofte målt vindstyrker fra liten kuling og opp til liten storm ved klimastasjonen på Midtlæger. Onsdag 21. til torsdag 22. januar var det i tillegg en del nedbør.

På grunn av uværet fikk jeg sett lite av landskapet over Haukelifjell. Til gjengjeld kom det svært tydelig frem hvilke utfordringer drivsnøen fører til i høyfjellet ved høye vindhastigheter, og hvilken innsats som kreves fra brøytemannskaper for å kunne få trafikantene frem.

Tross uværet tok John Holskar Nilssen fra Vegvesenet turen opp til brøytestasjonen. Samtalene med Norem og Nilsen var lærerike og interessante. Blant annet ble det innledet en interessant diskusjon omkring bruken av fresefelter, og hvordan disse burde utformes. En del av erfaringene og ideene som fremkom under samtalene er presentert i kapittel 4.3.3.

### 2.1.2 Om E134 Haukelivegen

Vegen over Haukelifjell er en høyfjellsstrekning på E134, som er en stamveg mellom Østlandet og Sør-Hordaland. Årsdøgntrafikken over Haukelifjellet er 1300 kjt/døgn, tilsvarende er det litt over 800 kjt/døgn i vinterhalvåret (*Kvåle, Vinterkonf. 2007*).

Strekningen over Haukelifjell går gjennom følgende 4 tunneler, fra øst til vest:

- Vågslidtunnelen (1647 m)
- Haukelitunnelen (5682 m)
- Svandalsflonattunnelen (1053 m)
- Austmannlitunnelen (903 m)

Alle disse tunnelene kan benyttes som oppstillingsplass ved kolonnekjøring. Dette er fordelaktig, da trafikantene får vente i ly for uværet før kolonnekjøringene begynner. Forberedende tiltak på bilene, som snøfjerning fra hjul og rensking av vindusviskere, kan dermed enkelt utføres før kolonnens start.

Siden kolonnekjøring over Haukelifjell er konsentrert mellom Vågslidtunnelen og Austmannalitunnelen, er det strekningen mellom disse en vil fokusere på i denne rapporten.

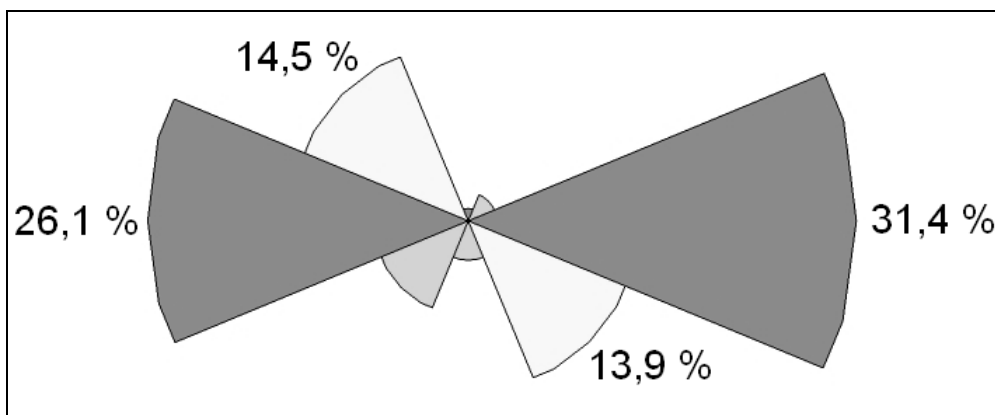
En annen detalj verdt å nevne er at vegen over Haukelifjell er belyst. Vegbelysninga er noe både brøytemannskaper og trafikanter over fjellet setter pris på, og en brøytesjåfør jeg snakket med mente at det hadde vært mer kolonnekjøring uten disse. Belysningen gjør at terskelen for mengdene drivsnø, som fører til nedsatt sikt, blir litt høyere. Risikoen ved eventuelle fastkjøringer blir også litt mindre. Også jeg personlig oppfattet belysningen som et siktforbedrende tiltak ved kjøring i dårlig vær over Haukelivegen. Samtidig har dette tiltaket også en signifikant kostnadsside. Denne type tiltak vil ikke drøftes nærmere i denne rapporten.

### Historie

Ruten over Haukelifjell har vært en ferdselsåre i uminnelige tider, og første ordentlige veg over fjellet stod ferdig i 1889. Vegbredden var da omtrent 2,5m. Siden den gang har ulike problemer, blant annet i forbindelse med skredfare, ført til flere forandringer av vegtraseen. I 1959 ble arbeidet med utbedring til helårsveg over Haukelifjell påbegynt, et omfattende prosjekt som blant annet inkluderte de 4 tunnelene over fjellet. I 1968 ble Haukelivegen offisielt åpnet som helårsveg. Samtidig ble vegen klassifisert som europaveg E76. Vegnummeret er senere omgjort til E134. ([www.haukelivegen.no](http://www.haukelivegen.no))

### 2.1.3 Vindretninger

Ved hjelp av innsamlede klimadata (kapittel 3.1.1) er det utarbeidet en vindrose for klimastasjonen ved Midtlæger på Haukelifjell, for å identifisere de farligste vindretningene over Haukelifjell. Denne vindrosen vises i Figur 3 nedenfor. Vindrosen er utarbeidet på grunnlag av Norems formel (Formel 1, kapittel 1.2.3) for poengberegning av de farligste vindretningene.



Figur 3 Vindrose for Midtlæger, Haukelivegen

Vindrosen illustrerer at de farligste vindretningene i området er i sektoren øst-sørøst og vest-nordvest. Vindrosen er basert på data fra 2004-2008. Også tidligere undersøkelser bekrefter omtrent samme vindfordeling. I en rapport fra 1969 skriver Norem:

*”Fremherskende og farlig vindretning vil om vinteren ligge i sektoren mellom vest og nordvest. Også vind fra sydøst kan opptre hyppig, men den vil sjelden skape store problemer innen det undersøkte området (...)”*

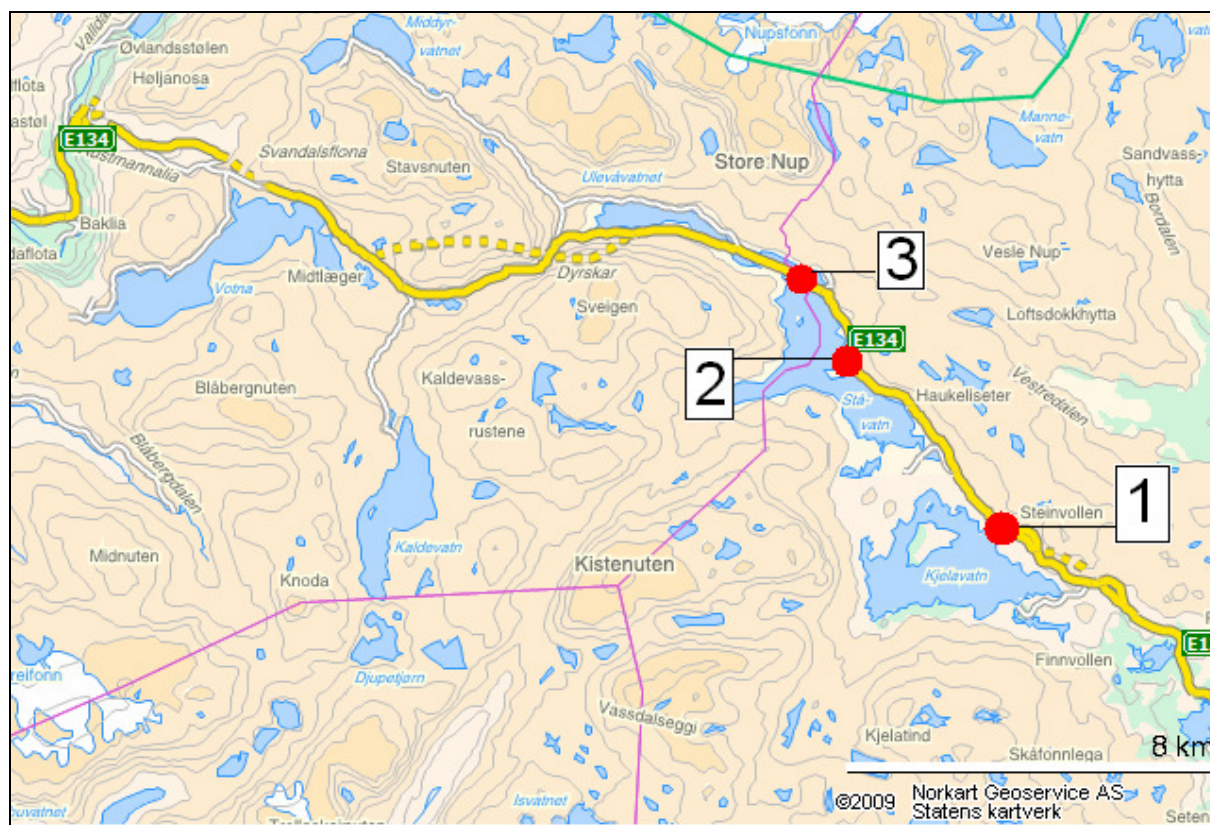
*(Norem, 1969)*

Merk at Norem i denne rapporten omtaler strekningene øst for fylkesgrensa Telemark. Vind fra øst gir i større grad vanskelige forhold vest for fylkesgrensa og vannskillet.

For å danne et bedre bilde av hvordan vindretningene er fordelt i forhold til vegens lokalisering, se større kart i Vedlegg 4. Generelt ser en at de farligste vindretningene går relativt parallelt med vegens overordnede linjeføring, men at enkelte partier kan avvike mye og komme normalt på de farligste vindretningene.

## 2.1.4 Vegens lokalisering

Gjennom samtaler med brøytemannskaper på Haukelivegen samlet jeg erfaringer om partier som fremstår som spesielt vanskelige i vinterdriften. På grunn av at medbrakte kart begrenset seg til områdene øst for Haukelitunnelen så er de mest detaljerte beskrivelsene av problempartier fra dette området. Strekningene fra Haukelitunnelen og vestover blir i hovedsak diskutert på et prinsipielt grunnlag.



Figur 4 Problempunkter på østsiden av Haukelifjell

Vegen over Haukelifjell går i grove trekk i retning fra vest-nordvest til øst-sørøst, se Figur 4. For østsiden diskuteres tre utvalgte punkter (markert 1, 2 og 3 på kartet). Bilder fra østsiden finnes på cden<sup>3</sup>. For vestsiden diskuteres strekningene i dagen mellom Haukeli, Svandalsflona- og Austmannalitunnelen. Østaværet gir de vanskeligste forholdene på vestsiden av Haukelitunnelen, og vestaværet gir mest problemer på østsiden – ifølge brøytemannskapene på Haukelivegen.

<sup>3</sup> Bilder fra Vågslid tunnelen – fylkesgrensa: CD:\Bildeserier\E134\_Haukelivegen\1\_Telemark  
Bilder fra fylkesgrensa – Haukelitunnelen: CD:\Bildeserier\E134\_Haukelivegen\2\_Hordaland-Haukelitunnelen

### **Problempunkt #1 – Vest for Vågslid tunnelen**

Et forstørret kart over dette området med notater er vist i Vedlegg 5. Dette er rett vest for Vågslid tunnelen. En kan se ut fra kartet at vegen har lite beskyttelse fra terrenget mot vestlige vindretninger. Områdene vest for vegen her er åpne flater i form av innsjøene Kjelavatnet og Ståvatnet, og ellers er det kun et kort stykke med lett kupert terreng som skiller innsjøene fra vegen. Fresefelter langsmed vegen gir en buffer mot uværet, gitt at det er ryddet for snø før uværet setter inn.

Vurdert ut fra prinsippene i kapittel 1.3:

- Generelt ikke et lunt område, men nabber kan gi noe utfelling av drivsnø.
- Vestavinden blåser mot terrenghellingen før den når vegen..
- Vestavinden eroderer snø over store, åpne flater før den når vegen.
- Nordvestlige vindretninger kommer parallellt med vegen.

### **Problempunkt #2 – Langsmed Ståvatnet**

Se Vedlegg 6 for detaljert kart over området med markeringer. Dette området er også dårlig beskyttet mot vestaværet. Lengst sør i kartutsnittet går vegen i en nordvestlig retning, med lite beskyttelse mot vest hvor vestavinden kommer inn over Ståvatnet. Lenger nord svinger vegen rett nordover, også her dårlig beskyttet mot vestavinden.

- Foruten noe kupert terreng i et kort parti i utkurve, har vegen ingen ly fra terrenget.
- Vestavinden blåser mot terrenghellingen et lite stykke før den når vegen.
- Store åpne flater hvor vestavinden eroderer opp snø.
- I det nordligste partiet blåser vestlig vind normalt på vegen.

### **Område #3 – Ved fyllinga**

Se Vedlegg 7 for detaljert kart. Vegen her retter seg igjen i retning vestover, og kommer dermed i større grad parallellt med vestaværet. Området er fremdeles noe åpent videre vestover, men bedre skjermet av terrengdetaljer enn de foregående partiene. Brøytemannskapene jeg snakket med nevnte spesielt en nabb lengst øst ved dette fyllingspartiet, som skaper fonndannelse og problemer ved uvær. Vegen går over fylling videre vestover, og her ble det påpekt at det ikke finnes rekkverk mot innsjøen.

### **Fra fyllingspartiet til Haukelitunnelen**

En kan se av Figur 4 at veglinjen går i en vest-sørvestlig retning like før inngangen til Haukelitunnelen. Her ble det nevnt at forholdene kan være vanskeligere, noe som kan henge sammen med dalføret som kommer innover fra nordvest, slik at vestavinden kanaliseres ned dalføret med terrenghellingen, og møter vegen i stor vinkel.

### Om kolonnekjøring på østsiden av Haukelitunnelen

I forbindelse med arbeidet i tilknytning kapittel 3, foreligger det en del tall for kolonnekjøring på Haukelifjell. Ut fra tallene finner en følgende nøkkeltall for kolonnestrekningen Vågslidtunnelen - Haukelitunnelen:

- Av alle døgn med kolonnekjøring på Haukelifjellet, har denne strekningen kolonnekjøring i 71 % av dagene.
- 22 % av alle dager med kolonnekjøring, er det kolonnekjøring utelukkende på denne strekningen.

Beregningene<sup>[4]</sup> viser også at på dager hvor det er kolonnekjøring på vestsiden men ikke øst for Haukelitunnelen, i de fleste tilfellene er dager med østlig eller sørøstlige vindretninger. Dette bekrefter påstandene fra brøytemannskapene om at østaværet er værst på vestsiden av fjellet.

### Peparsteinen

Bildet til høyre (Figur 5) er tatt ved inngangen til Haukelitunnelen ved Peparsteinen.

I bakgrunnen ser en kabler som strekker seg på tvers av fotoet – disse tilhører en taubane som brukes til å frakte sprengstoff opp til et skredområde. Ved hjelp av denne innretningen fraktes sprengstoffet opp i fonnområdet for gjennomføring av kontrollerte utløsinger av skred.

Før 1968 gikk vegen til høyre på bildet, gjennom et vanskelig område ved navn Dyrskar. Både gamlevegen og tunnelen er tegnet inn på kartet i Vedlegg 8.

I andre enden av Haukelitunnelen kommer man ut i et område kalt Midtlæger, hvor klimastasjonen som det hentes klimadata fra står plassert.



Figur 5 Tunnelportalen ved Peparsteinen

<sup>4</sup> Regneark utregninger Haukelivegen:

CD:\Klima\5\_diverse\_utregninger\E134\_Haukelivegen\Haukeli.xls

### **Strekningen fra Haukelitunnelen til Svandalsflonatunnelen**

Se egen bildeserie på cden<sup>[5]</sup>. Denne parsellen er den mest brukte kolonnekjøringsstrekningen, og er inkludert ved 78 % av alle dager med kolonnekjøring. Dette sammenfaller med at det ved 22 % av tilfellene er kolonnekjøring kun mellom Vågslidtunnelen og Haukelitunnelen.

Ut fra prinsippene nevnt i kapittel 1.3 og kart over traseen ser man at:

- Vestlige vindretninger går over et stort erosjonsområde før den når vegen.
- Terrenget gir vegen lite beskyttelse i form av lune partier, spesielt mot vest.
- Øst-sørøstlige vindretninger blåser med terrenghellingen før de når vegen
- De farligste vindretningene (vest-nordvest og øst-sørøst) blåser parallellt med vegen

### **Strekningen Svandalsflonatunnelen – Austmannaliatunnelen**

Se bilder fra strekingen på cd<sup>[6]</sup>. Om vegens lokalisering i denne parsellen:

- Vestlige vindretninger blåser mot relativt bratt terrenghelling, og eroderer lite snø.
- Østlige vindretninger blåser med terrenghellingen.
- Terrenget er generelt kupert og kan i partier gi vegen ly for vinden.
- De farligste vindretningene (vest-nordvest og øst-sørøst) blåser i stor grad parallellt med vegen, unntak i krappe svinger og slyngparti.

Denne strekningen har kolonnekjøring 74 % av alle dager med kolonnekjøring. Det er noe mindre enn strekningen Haukelitunnelen – Svandalsflonatunnelen, grunnet at kolonnekjøring av og til oppheves ved Svandalsflonatunnelen på turen vestover.

En fant at 22 % av alle dager med kolonnekjøring var kun på østsiden. Samtidig viser beregningene<sup>[7]</sup> at det i 27 % av dagene er kolonne utelukkende på vestsiden. De øvrige dagene, cirka 50 % av tilfellene, er det kolonnekjøring over alle de tre nevnte parsellene. Disse nøkkeltallene viser at en på vestsiden har kolonnekjøring litt oftere enn på østsiden. Dette kan henge sammen med at nedbørsførende vindretninger oftest er fra vest, og derfor i større grad skaper problemer på begge sider av Haukelifjell. Østavind bærer i mindre grad med seg nedbør, og slår derfor i større grad ut mest på vestsiden.

---

<sup>5</sup> Bilder Haukelitunnelen-Svandalsflona: CD\Bildeserier\E134\_Haukelivegen\3\_Haukelitunnelen-Svandalsflona

<sup>6</sup> Bilder Svandalsflona-Austmannalia: CD\Bildeserier\E134\_Haukelivegen\4\_Svandalsflona-Austmannalia

<sup>7</sup> Regneark beregninger Haukelivegen: CD:\Klima\5\_diverse\_utregninger\E134\_Haukelivegen\Haukeli.xls



## 2.2 Hemsedalsfjellet

Besøkt 2. – 6. Februar 2009



### 2.2.1 Kort om oppholdet

Ved ankomst på Hemsedalsfjellet ble jeg tatt imot av Helge Gram fra Mesta, en erfaren brøytesjåfør på denne fjellovergangen. Gram hadde brøytevaktt i hele den aktuelle perioden. Foruten en tilkallingsvakt som ble kalt inn mandag 2. februar, var Helge Gram den eneste brøytesjåføren tilstede under oppholdet mitt.

Det var godt vær på Hemsedalsfjell i dette tidsrommet. I begynnelsen av uka kom det noen centimeter med nysnø, slik at det var nødvendig å kjøre en del turer med snøplogen. På de bratteste partiene på vegen hadde tungtransporten litt problemer på grunn av nedsatt friksjon noen av dagene, som bedret seg etterhvert som entreprenøren strødde grus over strekningen.

Da forholdene var relativt rolige her i denne perioden, foreslo Gram at jeg kunne besøke Vegtrafikkentralen i Lærdal, hvilket jeg takket ja til. Gram tok den nødvendige kontakten og gjorde personalet oppmerksomme på mitt besøk. Ved VTS-sentralen på Lærdal fikk jeg samtalen med personalet og fikk gjennom dette en bedre kjennskap til rutene. Her registrerte de blant annet tidspunkter for kolonnekjøring i et oversiktlig system, og jeg fikk tatt digital kopi av disse loggene til bruk i analysen av værforhold og kolonnekjøring (se kapittel 3.2). Ellers fikk jeg møtt en Rune Dvergsdal ved Statens Vegvesen, som hadde kontor her i Lærdal. Vi samtalte omkring Hemsedalsfjellet og de utfordringer de har ved vinterdriften.

### 2.2.2 Om Rv52 Hemsedalsfjellet

Denne fjellovergangen er en del av en relativt sterkt trafikkert rute mellom Øst- og Vestlandet. For mange trafikanter er dette et raskere alternativ til den offisielle stamvegen fra Østlandet til Bergen; E16 over Valdres og Filefjell. Riksveg 52 starter i nord ved Borlaug vegkryss, hvor den møter E16. Dette krysset befinner seg vest for høyfjellsvegen Filefjell på E16. Her ved Borlaug er det en oppstillingsplass for kolonnekjøring. Fra Borlaug går riksvegen i krapp stigning sørover, oppover gjennom flere slyng.

Videre sørover fra slyngpartiene stiger vegen jevnt til den kommer opp i hele 1137 m.o.h. ved innsjøen Eldrevatnet på Hemsedalsfjellet, før nedstigningen mot Hemsedal. På sørsiden er det kolonneoppstillingsplass ved Bjøberg. Kolonnekjøringsdistansen mellom Bjøberg og Borlaug er omlag 23 km.

Trafikken er omlag 950 kjt/døgn over Hemsedalsfjell, 750 kjt/døgn i vinterhalvåret. Dette er mer enn over Filefjell, og vinterdøgntrafikken er nesten like stor som på Haukelivegen.

## Historie

Vegen over Hemsedalsfjellet følger i stor grad en traséen til den såkalte "Gamle Kongsvegen". Av endringer i nyere tid har vegen blitt lagt lenger vest i terrenget fra litt nord for Bjøberg og til Slettevatnet en gang på 70-tallet. Da ble vegen asfaltert nordover til Breistølen. Herfra Breistølen og nordover til Borlaug ble vegen utbedret mot slutten av 70-tallet, da den opprinnelig var svært smal i slyngpartiene nedover til Borlaug. Asfaltert, 2-felts veg over hele fjellet ble da først åpnet omlag år 1980. (Kilden til disse opplysningene er samtaler med brøytesjåfør Helge Gram).

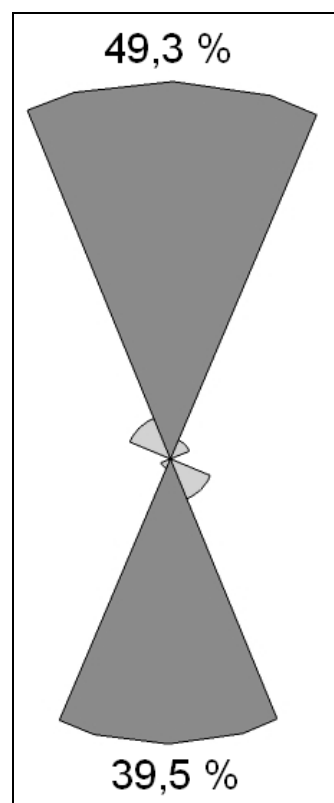
### 2.2.3 Vindretninger

På Figur 6 til høyre vises vindrose for Hemsedalsfjellet. Som en ser er det en veldig ekstrem fordeling i retningene rett nord og rett sør. Dette kan ha sin forklaring i klimastasjonens plassering. Området sør for Eldrevatnet, hvor klimastasjonen står plassert, er preget av bratte fjellsider på øst og vest. Terrenget vil derfor kanalisere vinden i en nordlig eller sørlig retning i området omkring klimastasjonen.

På figur i Vedlegg 9 ser en vindrosen i terrenget, for å gi et bedre bilde av hvordan vindretningen stiller seg i forhold til veglinjen.

Det vil være naturlig å anta at det i områdene nord for denne passasjen, i større grad vil kunne blåse både i nordvestlig og sørøstlig retning enn det vindrosen tilsier. En vindrose fra Hemsedal (hentet fra *eklima.met.no*) er også vedlagt som en tilleggsopplysning, se Vedlegg 10.

Eksakt plassering av stasjonen er vanskelig å finne, da DNMI's stasjonskart<sup>[8]</sup> har dårlig lesbarhet, men dalføret i Hemsedal ligger generelt i en vest-nordvestlig retning. Vindrosen viser en vindfordeling i vest-øst-sektoren. Dette illustrerer hvordan terrenget kan påvirke vindretningene, spesielt i trange dalfører.



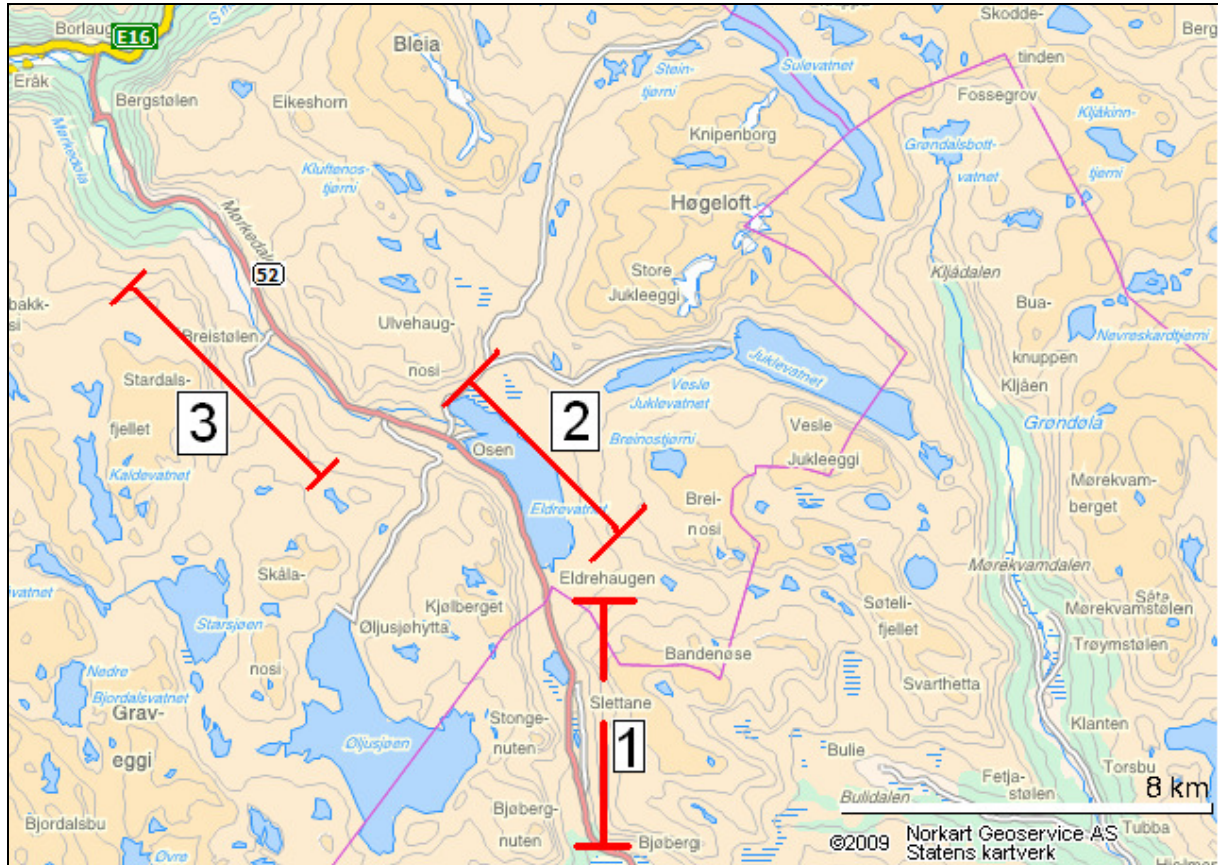
Figur 6 Vindrose  
Hemsedalsfjellet

Med begrunnelse i nevnte forhold, vil jeg derfor støtte meg på den utarbeidete vindrosen i de trangeste partiene fra Eldrevatnet og sørover til Bjøberg, men også vurdere vindretninger i nordvest-sørøstsektoren for områdene nordover fra Eldrevatnet og omtrent til Breistølen, hvor nedstigningen begynner. Her er dalføret åpnere og endrer orientering mot nordvestlig retning.

<sup>8</sup> DNMI stasjonskart: CD\Andre\_kilder\dnmi\_stasjonskart\_2007.pdf

## 2.2.4 Vegens lokalisering

Brøytesjåfør Helge Gram hjalp meg å peke ut områder som kan være spesielt vanskelige over Hemsedalsfjellet. Notater fra mine samtaler med ham er brukt som grunnlag for de problempunkter som pekes ut i de kommende avsnitt.



Figur 7 Hemsedalsfjellet inndelt i tre parseller

### Strekning #1 – Fra Bjøberg til fylkesgrensa

Se Vedlegg 11 for et mer detaljert kart over dette området med notater. En bildeserie fra strekningen finnes på cden<sup>9</sup>. Dalføret er trangt i dette området forbi Slettevatnet. Ved vestavær driver vegen raskt igjen på sin vestside, som er skjærings siden. Ifølge vindrosen er de farligste vindretningene fra rett nord og rett sør (jmf. kapittel 2.2.3).

Her ser man at det er noe uoverensstemmelse mellom de ulike kildene. Vegen driver utvilsomt igjen på dette partiet, jeg så også tendenser til dette også under mitt opphold, og høye utfreste brøytekanter vitner også om dette. Samtidig er de farligste vindretningene, registrert ved klimastasjonen ved Slettevatnet, så å si parallelle med vegtraseen. Derfor kan det tenkes at vinden endrer retning lokalt. Langsmed vegskjæringen kan nordavinden tilta i retning med terrenghellingen og angripe vegen på skrå – fra en nordvestlig retning. For brøytesjåføren kan det være en selvfølge å kalle dette for vestavær, da meteogrammene gjerne spår vestlige vindretninger, og vegens vestside driver igjen, samtidig med at klimastasjonen på sin plassering måler en nordlig vindretning.

<sup>9</sup> Bildeserie Bjøberg fylkesgrensa: CD:\Bildeserier\Rv52\_Hemsedalsfjell\Fylkesgrensa\_sørover\

Det er et sterkt ønske fra brøytemannskap om å få fresefelt i dette området. Det samme gjelder også for flere partier lenger nord. Per i dag finnes det ingen fresefelte over fjellet.

Brøytekanterne i disse skjæringspartiene må freses ut fra vegen pr i dag for å holdes nede gjennom vinteren, se Figur 8. Slik arbeid være en trafikkfarlig affære, da snøfresen blokkerer vegbanen og er lite synlig i snødrevet.



Figur 8 Fresing på Hemsedalsfjellet

Langs Slettevatnet går vegen over til østsiden av dalføret, og får etterhvert halvskjæring på mot øst. Også her er det behov for fresefelt, da østlige vindretninger fører til fonndannelse innover vegen. På østsiden av vegen her stikker det dessuten opp en del stein og bergnabber. Disse kan skade utstyret ved utfresing fra vegen, og medfører en tidkrevende forsiktighet under arbeidet.

### Strekning #2 – Langsetter Eldrevatnet

Se Vedlegg 12 for kart over området. I tillegg er det vedlagt bildeserie fra strekningen på cd<sup>[10]</sup>. På strekningen forbi Eldrevatnet har en jevnt over lite problemer, vind fra østlige vindretninger blåser over vegen uten fonndannelse. Enkelte partier krever likevel utfresing for å holde brøytekanterne nede, som illustreres ved billedserien. Mot vest er det en del halvskjæringer, og en ser at det dannes fonner innover vegen fra vestavinden også her.

### Strekning #3 – Omkring Breistølen

Se kart i Vedlegg 13 og bildeserie på cd<sup>[11]</sup>. Området sør for Breistølen fjellstue er utsatt for fonndannelse på skjæringssiden mot nordøst. Vegen går her i en nordvestlig retning. Sørlege og sørøstlige vindretninger i dette området komme parallellt med vegen.

En kan se av terrengformasjonene og vegens lokalisering i dette området at nordavinden kan angripe vegens nordøstside her. Den vil her blåse med terrenghellingen ned fjellssidene fra Breistølfjellet og treffe vegen med omlag 45° vinkel, som kan føre til at skjæringssiden driver igjen. Rett nord for Breistølen fjellstue pekte brøytesjåføren også ut noen nabber som skaper fonner og drivsnøproblemer.

<sup>10</sup> Bildeserie langsmed Eldrevatnet: CD:\Bildeserier\Rv52\_Hemsedalsfjell\Eldrevatnet\_sørover

<sup>11</sup> Bildeserie forbi Breistølen: CD:\Bildeserier\Rv52\_Hemsedalsfjell\Breistølen\_sørover

### **Slyngpartiene nordover til Borlaug**

De siste kilometerne fra Breistølen er det relativt bratt nedover til Borlaug. Vegen går gjennom flere slyng for å overkomme den store høydeforskjellen. Et av de bratteste partiene er avbildet på Figur 9.



**Figur 9 Slyngpartier mellom Borlaug og Breistølen**

De problemer som er i dette området vinterstid er - etter min erfaring å dømme - i størst grad tilknyttet lav friksjon, bratt stigning og krapp kurvatur, og i mindre grad drivsnøproblemer som fonndannelse og nedsatt sikt. Spesielt kan tungtransporten ha vanskeligheter med å forsere dette området i perioder med snøvær.



## 2.3 Strynefjellet

Besøkt 9. – 12. Februar 2009



### 2.3.1 Kort om oppholdet

Under mitt opphold på brøytestasjonen på Strynefjell var det til enhver tid én brøytesjåfør på skift. Bemanningen var organisert som 12-timers dag- og nattskift. Blant brøytesjåførene jeg møtte var de erfarne sjåførene Geir Skjåk og Odd Mork til stede deler av tiden, samt flere yngre sjåførere. De var alle behjelpelige med å fortelle om sine erfaringer fra vinterdriften.

I tillegg kom Kjell Kvåle fra Statens Vegvesen Region Vest innom brøytestasjonen en tur under oppholdet mitt. Det var svært interessant å få samtale med Kvåle, og vi snakket blant annet om den nye NTP for 2010-2019 og mulige tiltak for Rv15 Strynefjellet. Denne fjellovergangen har utfordringer i forhold til både tunneler og skredfare.

I tidsrommet jeg oppholdt meg på Strynefjellet var været jevnt over pent. Det var dog nødvendig med jevnlig turer med snøplogen, da noe vind og drivsnø samlet fonner ved brøytekantene. En dag ble det kjørt ut strøsand, på grunn av nedsatt friksjon på vegbanen. I tillegg var det noe kjøving og isdannelse i Oppljostunnelen som måtte ryddes. Utenom dette var dagene preget av lettskyet vær, lite vind og mange kuldegrader.

Sammen med brøytesjåfør Odd Mork fikk jeg også anledning til å gå en skitur oppover mot Viahøi, en fjelltopp nord for brøytestasjonen. Her kom jeg over et utmerket utkikkspunkt, og fikk tatt gode oversiktsbilder over vegen igjennom Breiddalen.

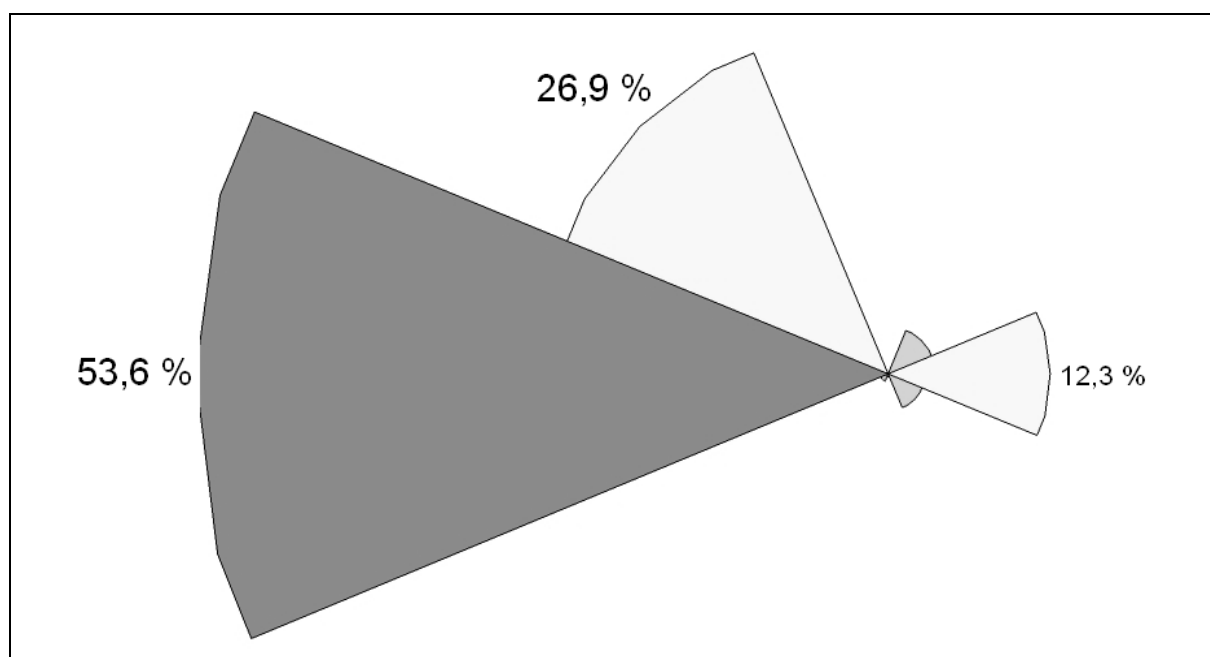
### 2.3.2 Om Rv15 Strynefjellet

Rv15 strekker seg fra Otta i øst til Måløy i vest og danner en viktig vegforbindelse mellom Sunnmøre og Østlandet. Mellom Skjåk og Stryn går vegen over Strynefjellet, med sitt høyeste punkt på 943 m.o.h. Årsdøgnetrafikken over fjellet var i 2007 på 800 kjt/døgn, mens vinterhalvåret hadde i samme år en trafikk på 400 kjt/døgn (*Kvåle, vinterkonf. 2007*). Det er 3 tunneler på strekningen over Strynefjell, og disse tunnelene skiller dalfører med noe varierende utfordringer.

Ved Grotli tar den gamle Strynefjellsvegen, i dag fylkesveg 258, av videre sørover gjennom et høytliggende og vanskelig dalføre. Gamle Strynefjellsvegen er i dag åpen sommerstid, og er en populær turistveg. Denne ble avløst av dagens trasé gjennom Breiddalen og Grasdalen i 1978.

### 2.3.3 Vindretninger

Det er utarbeidet vindrose for Strynefjellet etter Norems formel (kap. 1.2.3), denne er vist i Figur 10 nedenfor. Den farligste vindretningen her er vestavinden og nordvesten. Østavind er mindre fremtredende.



Figur 10 Vindrose Strynefjellet

I likhet med klimastasjonen på Hemsedalsfjell (se kapittel 2.2.3), har også klimastasjonen på Strynefjellet en lokalisering som en må ta hensyn til ved vurdering av vindretningene. Stasjonen er plassert nord for Oppljosegga, i et parti hvor dalen snevrer seg sammen og danner en "vindtrakt". Brøytesjåførene her på fjellet forteller at dette partiet ofte har svært mye høyere vindstyrker ved vestavind enn ellers på Strynefjellet. Det har vært tilfeller hvor kjøretøyer blåser av vegen av vestavinden over fyllinga før Oppljostunnelen.

Et oversiktskart over området, sammen med vindrosen, er vist i Vedlegg 14.



### 2.3.4 Vegens lokalisering

Her vil jeg omtale Breiddalen fra Grotli og vestover til Oppljostunnelen. Videre omtales Grasdalen, hvor vegen ute i dagen knappe 2 km mellom Oppljostunnelen og Grasdalstunnelen, i et rasfarlig og vanskelig område.

Sør for Grasdaltunnelen kommer vegen ut i Skjærdingsdalen, før den går inn i Ospelitunnelen. Vel ute av Ospelitunnelen begynner nedstigningen til Stryn, hvor vegen går i flere slake og romslige slyng nedover fjellsiden. Områdene fra Skjærdingsdalen og videre sørover brøytes av mannskap fra Stryn, som jeg ikke fikk anledning til å snakke med. Derfor er det valgt kun å fokusere på utfordringene i Breiddalen og Grasdalen.

#### **Breiddalen: Mellom brøytestasjonen og Grotli**

Strynefjellsvegen går i jevn stigning vestover fra Skjåk, man passerer skoggrensa omtrent ved Grotli - i den østlige enden av Breiddalsvatnet. Fotografiet vist på Figur 11 nedenfor er tatt i retning sørøst fra Viahøi, vel 1400 m.o.h. Breiddalsvatnet ligger her til høyre på bildet.



**Figur 11 Breiddalen øst**

Brøytestasjonen befinner seg utenfor fotografiet, litt lenger mot vest, altså mot høyre på bildet (se forøvrig Vedlegg 14 for oversiktskart over Breiddalen). Som man kan se av bildet Strynefjellsvegen er bygget opp på en høy fylling over ei vik, kalt Hamsevika. På partiet vest for denne vika er det, i et parti på noen hundre meter, fresefelte på begge sider av vegen. Dette er godt illustrert av bildeserien fra strekningen på vedlagte cd<sup>[12]</sup>.

<sup>12</sup> Bildeserie, brøytestasjon – Grotli:

CD:\Bildeserier\Rv15\_Strynefjellet\Brøytestasjon-Grotli

Ved fyllinga over Hamsevika kommer Hamsedalen inn fra nordvest. Fyllingspartiet ligger således utsatt til for vind fra nordvestlige vindretninger, som vil treffe normalt på veggen. Dette fører til mye snødrev og dårlig sikt over fyllinga. Det er dessuten rekkverk på nordsiden av fyllinga, på grunn av nærheten til vann og sikkerhet ved utforkjøring. Rekkverket bygger brøytekant og hever snødrevet i forhold til kjøretøyene. Brøytemannskapet på Strynefjellet mente at dette området ofte er ekstra ”ruskete” ved nordvestlige vindretninger.

En vurdering av området opp mot prinsippene for lokalisering (kap. 1.3):

- Vestavinden blåser parallellt med veggen.
- Veggen er lite eksponert for drivsnø fra erosjonsområdet over Breiddalsvatnet, da sønnavinden er fraværende iflg. vindrosen.
- Fyllingspartiet over Hamsevika er utsatt mot nordvest. Forholdene kunne ha vært bedre uten rekkverk.

### **Breiddalen: Mellom brøytestasjonen og Oppljostunnelen**

Bildet vist på Figur 12 nedenfor er tatt fra samme sted som forrige bilde, men i retning vestover. Oversiktskartet med vindrose i Vedlegg 14 dekker også dette området.



**Figur 12 Breiddalen vest**

Som Figur 12 viser, går veglinjen vestover med en ganske stiv kurvatur, parallellt med den farligste vindretningen fra vest. Lengst vest (mot høyre på Figur 12) kan en skimte at veggen krysser dalføret før den går inn i Oppljostunnelen. Kryssingen over dalføret går over en fylling over Langvatnet. I dette området snevrer Breiddalen seg inn og blir omsluttet av høye fjell, Stavbrekka i nord og Oppljosegga i sør. Terrenget danner således en slags vindtrakt hvor vinden tiltar i styrke. Dette partiet har vist seg å være svært vanskelig på grunn av til tider svært høye vindstyrker. Over fyllinga skaper vinden siktproblemer for trafikantene, og i ekstreme tilfeller kan kjøretøy bli blåst av veggen.

En bildeserie, hvor en kjører fra Oppljostunnelen og vestover til brøytestasjonen, finnes vedlagt på cden<sup>[13]</sup>. Her ser man at det er anlagt fresefelter også over fyllinga over Langvatnet. Videre østover til brøytestasjonen er det på deler av strekningen anlagt fresefelter på nordsiden, som er vegens skjæringsside.

En vurdering av området opp mot prinsippene for lokalisering (kap. 1.3):

- Vestavinden angriper normalt på vegen på fyllingspartiet over Langvatnet. Her er også vegen eksponert for drivsnø fra erosjonsområdet i vest over Langvatnet.
- Videre østover går vegen i større grad parallellt med vindretningene, men skjæringssider mot nord kan være noe utsatt for vind fra nordvest.

## Grasdalen

I den sørlige enden av den nesten 5 km lange Oppljostunnelen, kommer vegen ut i Grasdalen. Bildeserier fra Grasdalen finnes på cden<sup>[14]</sup> og et topografisk kart over området er vist i Vedlegg 15.

Vegen sørover fra Oppljostunnelen legger seg nær inntil de rasfarlige fjellskråninger mot vestsiden. NGI driver skredovervåkning i dette området, og varsler daglig skredfaren for Grasdalen på oppdrag fra Statens Vegvesen ([www.ngi.no](http://www.ngi.no)). Strynefjellsvegen vil stenges ved stor rasfare, som gjøres fra tid til annen.

I det nordligste området er det satt opp en rekke bremsekjegler på vestsiden som skjermer vegen fra snøskredene. Hensikten med slike kjegler er å øke friksjonen langs bakken og den indre friksjonen i skredmassene (Norem, 1993).

Etter å ha passert snøkjeglene går vegen inn i et rasoverbygg. Akkurat her ved rasoverbygget passerer man fylkesgrensen mellom Oppland og Sogn & Fjordane. I det siste partiet går vegen nær inntil fjellsidene mot vest. Her er det fresefelt på vestsiden av vegen, og snømassene ruver høyt her på skjæringssiden vinterstid.

Det er vanskelig å sammenligne dette spesielle området opp mot prinsipper for lokalisering. Vindretningene vil, i følge brøytemannskapene, utarte seg annerledes i Grasdalen enn i Breiddalen. Det kan blåse fra helt andre retninger, og det kan være kraftige dalvinder her mens det er lite vind i Breiddalen. Dessuten legger det trange terrenget og rasfaren kraftige føringer for lokaliseringen av veglinjen gjennom Grasdalen.

Som nevnt i kapittel 2.3.1, kom snakket Kjell Kvåle og jeg om forslag til tiltak for Strynefjellet i Nasjonal Transportplan (NTP) 2010-2019. Kvåle deltok i arbeidet med planene for Strynefjellet, og blant de foreslåtte tiltakene var sammenhengende rasoverbygg mellom Grasdaltunnelen og Oppljostunnelen. I ettertid har regjeringen presentert NTP 2010-2019, og her er et utklipp fra regjeringens nettsider ([www.regjeringen.no](http://www.regjeringen.no)):

*”I perioden 2010 -- 2013 prioriterer ein tiltak for å auke frihøgda på riksveg 15 over Strynefjellet. Det er lagt opp til å auke frihøgda til 4,2 meter i Strynefjellstunnelane på fylkesgrensa mellom Oppland og Sogn og Fjordane. I samband med dette er det også lagt opp til å sikre eit rasfarleg område mellom tunnelane i Grasdalen. I perioden 2014-2019 er det lagt opp til å fullføre utbetringa av Strynefjellstunnelane, medrekna rassikringa i Grasdalen.”*

<sup>13</sup> Bildeserie, Oppljosegga – brøytestasjon: CD:\Bildeserier\Rv15\_Strynefjellet\Oppljostunnelen-Brøytestasjon

<sup>14</sup> Bildeserier fra Grasdalen:

Etter en slik utbedring vil Strynefjellsvegen få en bedre regularitet, da stenging av vegen ved rasfare blir mindre aktuelt. Samtidig vil en utbedring av tunneltverrsnittet bedre fremkommeligheten for tungtransporten over denne viktige øst-vest-forbindelsen.

## 2.4 Saltfjellet

Besøkt 22. – 26. Februar 2009



### 2.4.1 Kort om oppholdet

Jeg ankom Saltfjellet sent en søndagskveld. Her ble jeg møtt velkommen av brøytesjåfør Mariann Sørensen. En kvinnelig brøytesjåfør har forøvrig vist seg å være et ganske sjeldent syn. I likhet med de to foregående turene, var det stort sett fint vær også her på Saltfjellet. Dermed var det kun en person på vakt mesteparten av tiden. Under oppholdet fikk jeg hilst på og snakket med Roald Birkeli, ved Statens Vegvesen Region Nord, som er ansvarlig for funksjonskontrakten på Saltfjellet.

Det var godt vær og solskinn alle dagene. Med løs snø, noe nedbør og vind, kjørte vakthavende brøytesjåfører jevnlig turer over fjellet, slik at jeg fikk blitt med mange turer over brøyteroden. I tillegg gjorde jeg flere turer i personbil for å se nærmere på enkelte partier.

### 2.4.2 Om E6 Saltfjellet

Høyfjellsvegen over Saltfjellet er en del av E6, og er dermed en viktig ferdselsåre nord-sør i regionen. Trafikkmengdene over Saltfjellet ligger mellom 500 og 1000 kjt/døgn, i følge interaktivt vegkart<sup>[15]</sup> på Statens Vegvesen sine nettsider ([www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no)).

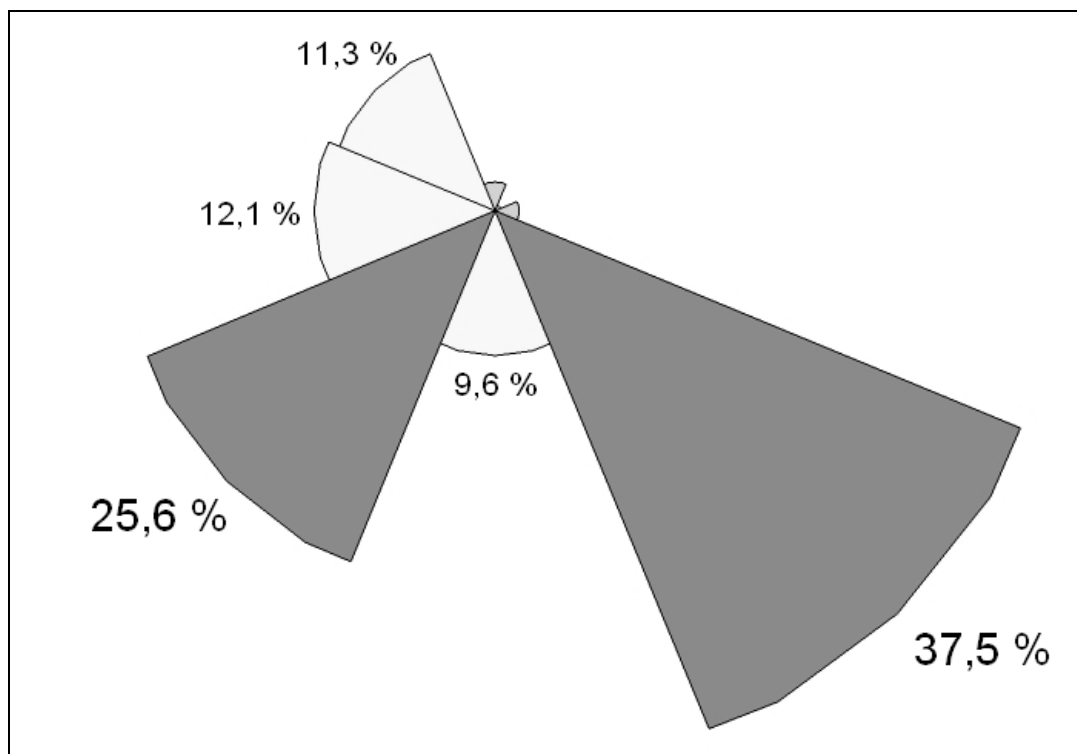
Vegen over Saltfjellet har vært helårsveg siden 1968, men ny trasé mellom Bolna og Sørrelva ble åpnet i 1990. Brøytemannskapet på Saltfjellet fortalte historier om forholdene på den gamle vege, hvilke var tidvis svært vanskelige. Brøytekantene bygget seg opp høyere enn høyden av snøfresen, og gjorde vinterdriften kostbar og vanskelig. Den nye traséen er lagt lenger øst i landskapet og ligger generelt høyt i terrenget.

---

<sup>15</sup> SVV Vegkart <http://svvgw.vegvesen.no/http://svvnvdbappp.vegvesen.no:7778/webinnsyn/anon/index>

### 2.4.3 Vindretninger

For Saltfjellet er det utarbeidet vindrose basert på klimadata fra en klimastasjon lokalisert nær polarsirkelen, se Figur 13. Vindrosen vises sammen med kart over Saltfjellet i Vedlegg 16.



Figur 13 Vindrose Saltfjellet

Terrenget i området er relativt åpent i sektoren mellom sørvest og sørøst, samt mot nord-nordvest. Terrenget kan kanskje ha innvirkning på at sørvest og sørøst skiller seg ut i poengfordelingen, ved at dalførene kanaliserer østlige og vestlige vindretninger innover mot klimastasjonen. Vind fra området nord - nordøst - øst er virker ufarlige. Eventuelle skjæringsider som vender mot sørøst eller sørvest vil være mest utsatt, vurdert ut fra denne vindfordelingen.

Norem (1970) beskriver vindretningene over Saltfjellet på grunnlag av vindroser fra Vardefjell (Mosjøen), Stødi stasjon (Saltfjellet) og Kletkovfjell (Bodø). Han kommer frem til at fremherskende vindretning er sør-sørøst. Vindretningen gir høye vindhastigheter men er sjelden nedbørsførende. Vestlige vindretninger er de mest nedbørsførende, og ser ut til å få en kanaliseringseffekt som gir sørvestlige vindretninger over Saltfjellet. Han skriver videre at nordvesten ser ut til å være upåvirket av kanaliseringseffekten.

Norems observasjoner fra den gang samsvarer ganske godt med vindrosen jeg har utarbeidet her, og gir tilleggsopplysninger om at sørvesten er den mest nedbørsførende.

## 2.4.4 Vegens lokalisering

Vegen over Saltfjellet har en generell linjeføring i retning fra sør-sørvest til nord-nordøst, slik at vegen i stor grad ligger parallellt med de nedbørsførende vindretningene fra sørvest. Jmfr. kart i Vedlegg 16.

Under mitt opphold på Saltfjellet fikk jeg generelt lite tilbakemeldinger om spesielt svake partier da vegutformingen jevnt over er god med tanke på drivsnøproblematikk over denne høyfjellsvegen. Derfor vil jeg her diskutere enkelte utvalgte punkter basert på mine egne erfaringer. Det refereres hyppig til bilder fra strekningen, som finnes på cden<sup>[16]</sup>.

### Fra tregrensa i sør

Det første partiet nordover fra bommen i sør er det noe høydestigning. Grunnet bratt skråning mot vest er det satt opp rekkverk på denne siden av vegen. Disse er av typen W-skinne, som samler en del snø. Rekkverk omtales forøvrig nærmere i kapittel 4.4. Bildene<sup>[17]</sup> fra strekningen gir et visuelt inntrykk av forholdene her. Kart over vegen er vist på Figur 14.



Figur 14 Saltfjellet, stigning opp fra søre bom

Enkel vurdering av vegens lokalisering i dette området:

- Nedbørsførende vindretninger fra sørvest kommer parallellt med vegen.
- Kraftig vind fra sørøst kommer med stor vinkel inn mot vegen, men vegen skjermes noe av vegetasjonen.
- Sørøstlige vindretninger blåser med terrenghellingen.

En ser også av bildeserien at brøytekantene mot øst har blitt frest ut med snøfres enkelte steder, som tyder på at det bygges seg opp brøytekant på denne siden.

<sup>16</sup> Bilder fra Saltfjellet:

CD:\Bildeserier\E6\_Saltfjellet\

<sup>17</sup> Bilder fra søre enden av Saltfjellet:

CD:\Bildeserier\E6\_Saltfjellet\Fra\_bom-Nordover\

### **Fra tregrensa til Polarsirkelsenteret**

Videre nordover til Polarsirkelsenteret ser man av bildene<sup>[18]</sup> at det bygger seg generelt lite brøytekanter. Vegen ligger på fylling høyere enn det omkringliggende terrenget over hele strekningen, slik at drivsnøen skaper lite problemer i vegbanen. Prinsippet med å heve vegen i forhold til terrenget virker gunstig i høyfjellet, fyllinger omtales nærmere i kapittel 4.1. Det er ingen rekkverk eller broer forårsaker dannelsen av brøytekanter og fonner her.

### **Fra Polarsirkelsenteret til brøytestasjonen i nord**

Strekningen videre nordover fra Polarsirkelsenteret har en lignende karakteristikk som forrige. Bildeserie herfra finnes på cden<sup>[19]</sup>. Også her ligger vegen generelt høyt på fyllinger, og brøytekanter er for det meste fraværende. En type konstruksjon viste seg likevel å skille seg ut ved at den samler fonner; endeavslutning av rekkverk over bro. På Figur 15 nedenfor vises et slik punkt på nordsiden av bro over jernbanetraseen ved Stødhøgda.



**Figur 15 Rekkverksavslutning ved bro**

Som man ser, samler det seg mye snø ved rekkverksavslutningen. Akkurat i kryssingen over jernbanen går vegen i retning sørøst – nordvest, slik at vegen er utsatt mot de nedbørsførende vindene fra sørvest. Snøen er vanskelig å fjerne rundt rekkverket, og fremstår som et vanskelig punkt i vinterdriften av Saltfjellet.

<sup>18</sup> Bilder fra tregrensa til Polarsirkelsenteret: CD\Bildeserier\E6\_Saltfjellet\Fra\_tregrense\_til\_Polarsenteret

<sup>19</sup> Bilder fra Polarsirkelsenteret til brøytestasjonen: CD\Bildeserier\E6\_Saltfjellet\Fra\_Polarsirkel-Nordover



## 2.5 Varangerhalvøya

Besøkt 9. – 13. Mars 2009



### 2.5.1 Kort om oppholdet

Fra Trondheim til Gednje brøytestasjon på Varangerhalvøya er det over 180 mil å kjøre med bil. Dermed gikk turen opp hit med fly, til Båtsfjord som er flyplassen nærmest Gednje. Fra Båtsfjord og opp til brøytestasjonen på Gednje fikk jeg skyss med en av brøytesjåførene, etter å ha gjort avtale om dette på forhånd.

Viddelandskapet her på Varangerhalvøya var for det meste hvitkledd, men det så ut til å være lite snø. Fra nettsiden seNorge ([www.senorge.no](http://www.senorge.no)) finner man at snødybdene i området var 1 - 1,5 m på denne tiden i mars 2009, men denne snøen må ha omfordelt seg kraftig. På åpne flater og hauger kunne man se gresset stikke frem fra snødekket, mens "lavbrekkene i terrenget" var snødekte. Det var kaldt og kraftig vind omkring kuling styrke hver dag under oppholdet mitt, men likevel nesten ingen drivsnø å se. Det virker som om vinden hadde erodert med seg og flyttet all den snøen som flyttes kan, og snødekket som nå lå igjen var for hardpakket til at vinden fikk tak.

Med fravær av nedbør og drivsnø, var det lite brøyting i denne perioden. Brøytemannskapene gjorde typisk en tur tidlig om morgenen i 5-tida, og en tur sent på ettermiddagen. For å kunne bli med på disse turene, slengte jeg meg med tidlig om morgenen til Båtsfjord og Berlevåg, og ventet der til kvelden falt på før returen til Gednje. Til Auster-Tana fikk jeg blitt med tur-retur over brøyteroden i samme reise, og fikk en sightseeing i området av brøytesjåføren attpåtil.

### 2.5.2 Om Rv890 og 891 over Varangerhalvøya

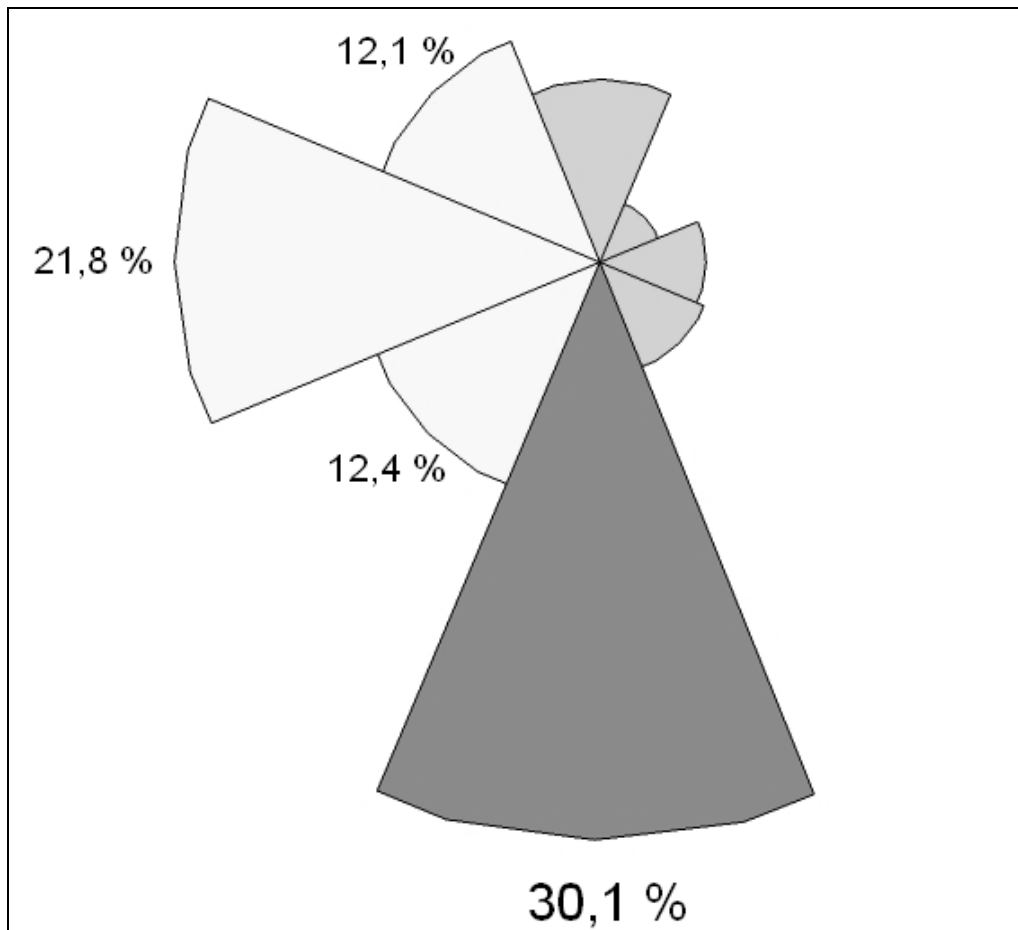
Varangerhalvøya befinner seg nordøst i Finnmark, og vegnettet over her består av tre armer som brøytes av ulike entreprenører. Riksveg 890 danner vegforbindelsen fra Tana i sør, gjennom Gednje, og opp til Kongsfjord i nord. Denne vegen går forøvrig også videre til Berlevåg langs kysten. Når det innføres kolonnekjøring på Varangerhalvøya, er denne samkjørt over alle de tre armene samtidig.

Etter å ha passert Auster-Tana på tur nordover, passerer man første kolonneoppstillingsplass idet vegen når skoggrensa. Fra her og nordover forbi Gednje til kolonneoppstillingsplassen i Kongsfjord går vegen i et svært værutsatt område. Her oppe på snaufjellet ved Gednje er det et kryss hvor riksveg 891 tar av østover til Båtsfjord. Også dette i et svært værutsatt terreng. Brøytestasjonen jeg bodde på befinner seg ved nevnte vegkryss på Gednje.

Vegen er i stor grad bygd på fyllinger. Det finnes noen partier med skjæringer, samt at det enkelte steder er satt opp rekkverk. Riksvei 891 sin nåværende trasé til Båtsfjord ble åpnet ca år 1984. Også Rv890 til Kongsfjord har en ny trasé fra omlag denne tiden, detaljplan for traséen Gednje – Båtsfjord ble sendt til godkjenning i 1977.

### 2.5.3 Vindretninger

Ved hjelp av data fra klimastasjonen på Gednje er det utarbeidet vindrose, se Figur 16. for direktelink ([www.smallsoft.com](http://www.smallsoft.com)).



Figur 16 Vindrose Varangerhalvøya

Som det fremgår av vindrosen så fremstår sønnavinden som den farligste, ellers sørvest, vest og nordvest. Norem (1975) fant, under arbeidet med oversiktsplan for riksveg 891, at SSV og V-NV var de farligste vindretningene, hvilket stemmer relativt godt med vindrosen ovenfor. Kart over området sammen med den utarbeidete vindrosen vises i Vedlegg 17.

Vedlegg 17 Kart over Rv890 og 891 med vindrose

## 2.5.4 Vegens lokalisering

De to riksvegene møtes som nevnt ved Gednje, og en kan se på vegnettet som tre armer ut fra Gednje – mot sørvest til Auster-Tana, nordøst mot Båtsfjord og nordover til Kongsfjord. Brøytingen foregår også av ulike entreprenører på disse tre armene.

### Gednje – Auster-Tana

Bilder fra strekningen ligger på vedlagte cd<sup>[20]</sup>. Denne vegstrekningen har de letteste forholdene ved vinterdriften av de tre armene, ifølge brøytesjåføren jeg satt på med. Deler av strekningen har rekkverk, her bygges det gjerne litt brøytekant og snø legger seg i vegen. Av bildene ser man at asfalten, utenom partiene med rekkverk, var for det meste fri for snø da bildene ble tatt. Ett parti ble pekt ut som det vanskeligste på strekningen av brøytesjåføren jeg satt på med, dette er markert på kart i Vedlegg 18. Partiet består av en lang utkurve på nord- og vestsiden av en ås. Et bilde herfra er vist på Figur 17 nedenfor.



Figur 17 Sørøver mot Auster-Tana, utsatt parti

Fra åsen på sørøstsiden av vegen kommer sønnvinden blåse med terrenghellingen innover vegen. Samtidig er det rekkverk på vegens nordvestlige side som samler snø i vegbanen og hever snødrevet. Vind herfra vil derimot blåse mot terrenghellingen, hvilket reduserer drivsnøproblemene. Det er ved de sørlige vindretningene at en har de største problemene på dette partiet.

### Gednje – Kongsfjord

Se egen bildeserie<sup>[21]</sup> på cden og kart over strekningen i Vedlegg 19. Denne vegen har også rekkverk på flere delstrekninger, samt noen skjæringer som kan føre til problemer ved uvær. Figur 18 viser bilde av en gjennomskjæring et lite stykke sør for Kongsfjord. Man ser hvordan denne samler en del snø, selv på en snøfattig vinter som denne.

<sup>20</sup> Bildeserie fra Gednje – Auster-Tana:

CD:\Bildeserier\Rv890\_891\_Varanger\Auster\_Tana

<sup>21</sup> Bildeserie fra Gednje – Kongsfjord:

CD:\Bildeserier\Rv890\_891\_Varanger\Kongsfjord



**Figur 18 Gjennomskjæring på Rv890**

### **Gednje – Båtsfjord**

Se egen bildeserie<sup>[22]</sup> på cden. Denne strekningen er den mest utsatte av de tre med hensyn på vinterdriften. De første kilometerne fra Gednje er vegen bygget på fylling og har lite problemer, foruten noen partier med rekkverk som samler snø og bygger brøytekant. Etter å ha passert kommunegrensa til Båtsfjord kommune er det også et parti med kabelrekkverk. Disse samler tydelig mindre snø, og omtales nærmere i kapittel 4.4.

Det vanskeligste partiet er i Annelvdalen, de siste kilometerne i nedstigningen til bommen i Båtsfjord. Området er markert på kartet i Vedlegg 20. Her har vegen til dels høye skjæring mot sørøst. Tross lite snø denne vinteren hadde det samlet seg mye snø i disse skjæringene, se eksempel på Figur 19. Drivsnøen som legger seg i disse skjæringene kommer sannsynligvis med den kraftige sønnavinden.



**Figur 19 Halvskjæring i Annelvdalen**

<sup>22</sup> Bildeserie fra Gednje – Båtsfjord:

CD:\Bildeserier\Rv890\_891\_Varanger\Båtsfjord

## 3 Klima og kolonnekjøring

I dette kapitlet benyttes innhentede klimadata, sammen med oversikt over tidspunkter med kolonnekjøring for de ulike vegene, til å finne ut ved hvilke værforhold kolonnekjøring typisk vil innføres. Datamaterialet til analysene begrenses til vinterhalvåret, fra november til april. Det kan unntaksvis forekomme kolonnekjøring også før eller etter disse månedene, men for å gi et bilde av situasjonen vinterstid vil kun data innenfor nevnte måneder analyseres.

### 3.1 Haukelivegen

#### 3.1.1 Datamateriale

##### Kolonnekjøring

Tidspunkter for innføring av kolonnekjøring over Haukelifjell registreres av brøytemannskapet, disse data lagres sentralt hos entreprenøren. Disse oversiktene har blitt skaffet til veie i forbindelse med denne analysen. Data ble fremskaffet som scannede kopier av disse listene<sup>[23]</sup>, og har blitt manuelt tastet inn i regneark for bruk i den videre analysen.

##### Klimadata

Langs E134 over Haukelifjell finnes det tre aktuelle klimastasjoner: Haukelisæter, Peparsteinen og Midtlæger. De to førstnevnte tilhører Statens Vegvesen Region Sør. Dessverre foreligger det ikke historiske data for disse to klimastasjonene. Den tredje klimastasjonen, Midtlæger, driftes av DNMI. Stasjonen ligger 1079 m.o.h. Data herfra er hentet ut via tjenesten eKlima og finnes på vedlagte cd<sup>[24]</sup>. Disse data inneholder blant annet døgnverdier for vindstyrke og vindretning kl 6, 12 og 18. Nedbørsmengder registreres ikke ved Midtlæger.

Nedbørsdata som er benyttet i analysen er derfor hentet fra Vågsli klimastasjon. Også denne klimastasjonen tilhører Meteorologisk Institutt og er tilgjengelig via eKlima. Vågsli klimastasjon er lokalisert 2-3 mil øst for Midtlæger, og befinner seg 822 m.o.h.

I analysen benyttes lufttemperatur, nedbør, vindretning og vindstyrker. Det skilles mellom nedbørsdager og nedbørsfrie dager. Siden det kun er hensiktsmessig å ta hensyn til nedbør i form av snø, er en nedbørsdag her definert ved 2 kriterier:

- Det er målt nedbør (ved Vågsli) det aktuelle døgnet.
- Middelttemperaturen (ved Midtlæger) er under 0°C det aktuelle døgnet.

##### Vindrose

Regneark for vindroser finnes på cden<sup>[25]</sup>.

---

<sup>23</sup> Rådata kolonnekjøring Haukelivegen. CD:\Klima\1\_rådata\E134\_Haukelivegen\Kolonne\

<sup>24</sup> Rådata klima Midtlæger, Haukelivegen. CD:\Klima\1\_rådata\E134\_Haukelivegen\Klima

<sup>25</sup> Vindroseberegning Haukelivegen: CD:\Klima\4\_vindroser\E134\_Haukelivegen\

### 3.1.2 Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring

Med utgangspunkt i de innhentede data, er det utarbeidet sammenhenger mellom vindstyrke og når kolonnekjøring er innført over Haukelifjell. Beregningene er gjort separat for dager med samtidig nedbør og for dager med oppholdsvær, som definert i kapittel 3.1.1 ovenfor.

For hvert enkelt døgn tas det utgangspunkt i den største gjennomsnittlige vindstyrken over en 10-minutters periode i løpet av døgnet. For hver vindstyrke på Beaufort-skalaen er det så beregnet antall døgn med kolonnekjøring og antall døgn totalt med den gitte vindstyrken (Beaufort-skalaen for vindhastigheter er forklart i Vedlegg 1). Deretter er prosentvis antall observasjoner med kolonnekjøring beregnet for hver vindstyrkeklasse.

For observasjoner ved oppholdsvær, er tallmaterialet presentert i Tabell 1. Tilsvarende for observasjoner med samtidig nedbør er presentert i Tabell 2. Resultatet er fremstilt grafisk i Figur 20. Forøvrig finnes den fullstendige utregningen på regneark på vedlagte cd<sup>[26]</sup>.

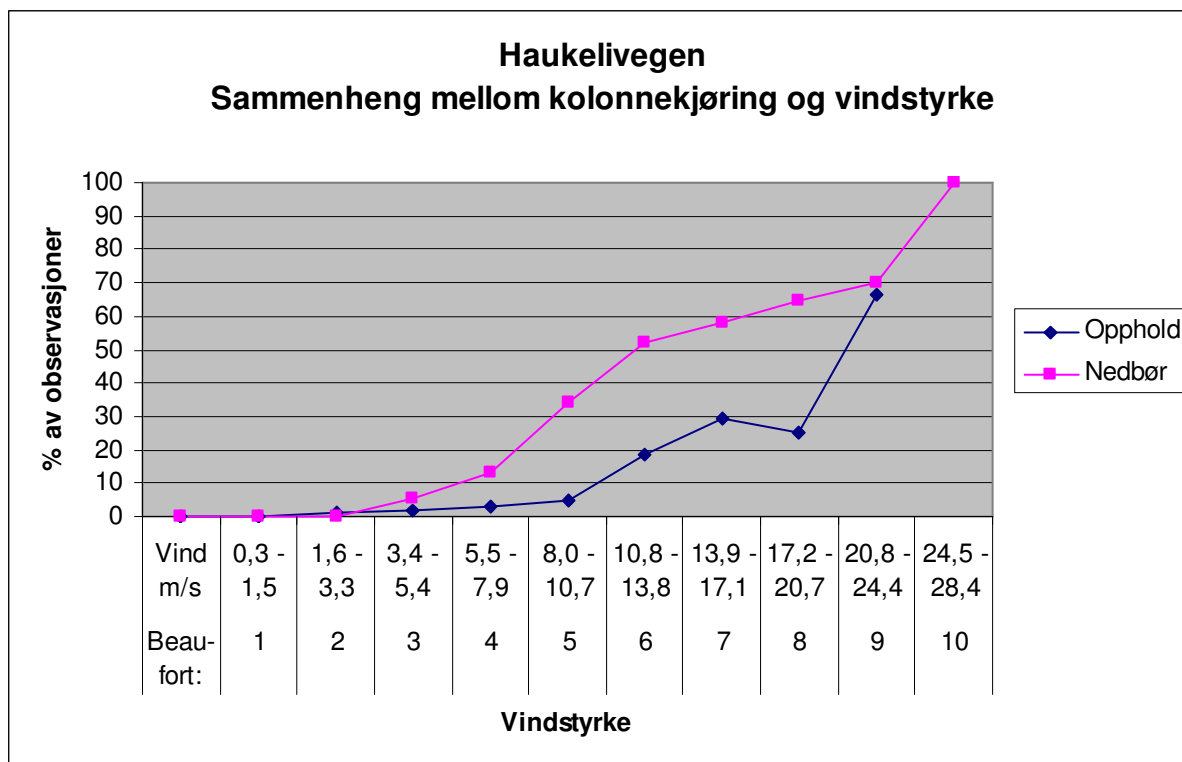
**Tabell 1 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Haukelivegen**

Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant. Observasjoner	0	17	71	54	69	81	65	27	12	3	0
Ant. Døgn med KK	0	0	1	1	2	4	12	8	3	2	0
Døgn med KK i %	0	0	1,4	1,9	2,9	4,9	18,5	29,6	25,0	66,7	0

**Tabell 2 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Haukelivegen**

Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant. Observasjoner	2	6	33	56	92	102	105	60	31	10	2
Ant. Døgn med KK	0	0	0	3	12	35	55	35	20	7	2
Døgn med KK i %	0,0	0,0	0,0	5,4	13,0	34,3	52,4	58,3	64,5	70,0	100,0

<sup>26</sup> Klima&Kolonnekjøring beregninger: CD:\Klima\3\_klima\_og\_kolonne\E134\_Haukelivegen\



**Figur 20 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Haukelivegen**

Ut fra Figur 20 ser man at kolonnekjøring innføres først ved relativt høye vindstyrker ved oppholdsvær. Ved liten kuling, 10,8 – 13,8 m/s, er det kolonnekjøring ved omlag 20 % av observasjonene. Ved samtidig nedbør innføres kolonnekjøring oftere ved tilsvarende vindstyrke, og ved liten kuling har en kolonnekjøring i over 50 % av tilfellene.

Den generelle trenden viser at kolonnekjøring innføres langt oftere på dager ved samtidig nedbør enn på oppholdsdager. Ved svært høye vindstyrker omkring 20 m/s, ser man at det spiller mindre rolle om det er samtidig nedbør eller ei. Dette samsvarer med teori fra litteraturen, nemlig at ved høye vindstyrker eroderes uansett så mye snø fra bakken at samtidig nedbør spiller mindre rolle. Merk at en bør være forsiktig med å legge for mye i resultatene ved de høyeste vindstyrkene i denne analysen, som ved 9 på Beaufortskaalen og oppover, da det foreligger svært få observasjoner ved slike vindstyrker.

### 3.1.3 Feilkilder

Det er viktig å være klar over forutsetningene som ligger i datamaterialet, og hvilke konsekvenser disse får for sluttresultatet. Samtidig kan ulike måter å bearbeide data resultere i varierende resultater.

#### **Data på døgnnivå**

For Haukelivegen er alle klimadata oppgitt som døgnverdier. Dermed kjenner en ikke til på hvilken tid av døgnet de oppgitte vindhastighetene er målt. Som en konsekvens av dette er også tidspunktene for innføring av kolonne kun tatt hensyn til på døgnnivå. Data om innført og avsluttet kolonnekjøring er tolket slik at alle kalenderdøgn hvor det har vært kolonnekjøring i hele eller deler av døgnet, registreres som "et døgn med kolonnekjøring". Dager med relativt godt vær kan da bli med i statistikken hvis kolonnekjøring fra dagen før opphørte etter midnatt. Alternativt kunne en valgt å kun se på dager hvor kolonnekjøring innføres, men da ville en sett bort fra en del døgn med potensielt svært dårlig vær, når kolonnekjøring går over flere dager.

#### **Data for vindretning**

Vindretninger fra Midtlæger er oppgitt for 3 tidspunkt hvert døgn; klokken 6, 12 og 18. Her kjenner en dessverre ikke til på hvilket tidspunkt de ulike vindstyrkene er målt. Dette får konsekvenser for utarbeidelsen av vindrosener for Haukelivegen. Alle 3 målte vindretninger vil bli med i vindrosene som utarbeides, vektet likt, på tross av at den største målte vindstyrken gjerne har forekommet på et annet klokkeslett enn 6, 12 eller 18.

#### **Nedbørsdata**

Verdier for nedbør, fra målestasjonen på Vågsli, befinner seg 2-3 mil øst for Midtlæger. Stasjonen ligger dessuten over 250m lavere enn Midtlæger, og det vil dermed være naturlig at det kan bli målt nedbør her på dager det er oppholdsvær på Midtlæger, eller omvendt. Nedbørsdata fra Vågsli er uansett benyttet i analysen, i mangel på tilgang til bedre data.



## 3.2 Hemsedalsfjellet

### 3.2.1 Datamateriale

#### Kolonnekjøring

VTS-sentralen i Lærdal loggfører tidspunkter for innføring og oppheving av kolonnekjøring for Hemsedalsfjellet og andre fjelloverganger i regionen. Under mitt besøk på denne sentralen (nevnt i kapittel 2.2.1) fikk jeg tatt digital kopi av disse loggene til bruk i denne analysen. På medfølgende CD er loggfilene vedlagt<sup>[27]</sup>.

#### Klimadata

Klimadata for Hemsedalsfjellet<sup>[28]</sup> foreligger med én times oppløsning. Dataene konverteres til ett døgns oppløsning før analysen. Dette gir en "kvalitetsreduksjon" i form av mindre nøyaktige data, men er likevel valgt utført av to årsaker:

- Data for Haukelivegen foreligger kun med oppløsning på ett døgn. Ved å konvertere også Hemsedalsfjell til ett døgns oppløsning får en 2 veger med lignende karakteristik (geografisk nærhet og omtrent lik høyde over havet) som kan sammenlignes med tilnærmet like forutsetninger i datamaterialet.
- Klimadataene foreligger i en datastruktur som undertegnede har hatt problemer med å sortere til en enklere måte, men som enkelt lar seg behandle ved å konvertere til ett døgns oppløsning.

For hvert døgn er de ulike parameterne fremskaffet slik:

1. Nedbørsdøgn hvis nedbør har falt gjennom døgnet og det er middeltemperaturen er lavere enn 0°C, ellers regnes det som et døgn med oppholdsvær.
2. Vindhastighet er største timeverdi gjennom døgnet.
3. Vindretning er retningen i timen med størst vindhastighet.

Konvertering og de ferdig bearbejdede dataene finnes på cden<sup>[29]</sup>.

#### Vindrose

Arbeidet med beregninger for vindrose finnes på eget regneark<sup>[30]</sup> på cden.

---

<sup>27</sup> Rådata kolonnekjøring Hemsedalsfjell: CD:\Klima\1\_rådata\Rv52\_Hemsedalsfjell\Kolonne

<sup>28</sup> Rådata klima Hemsedalsfjell: CD:\Klima\1\_rådata\Rv52\_Hemsedalsfjell\Klima

<sup>29</sup> Bearbejdede klimadata Hemsedalsfjell: CD:\Klima\2\_klima\_klargjort\Rv52\_Hemsedalsfjell

<sup>30</sup> Beregning vindrose Hemsedalsfjell: CD:\Klima\4\_vindroser\Rv15\_Strynefjellet

### 3.2.2 Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring

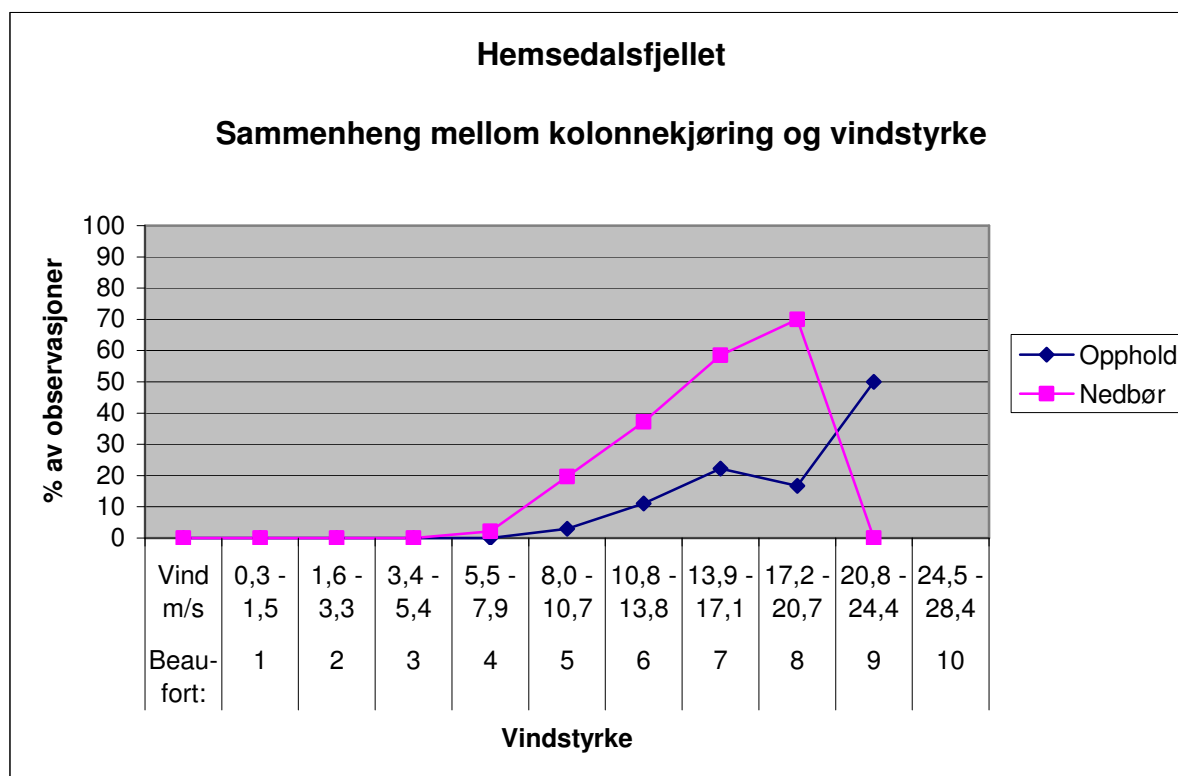
Analysen for Hemsedalsfjellet er utført på tilsvarende måte som for Haukelivegen. For observasjoner ved oppholdsvær, er tallmaterialet presentert i Tabell 3. Tilsvarende for observasjoner med samtidig nedbør er presentert i Tabell 4. Grafisk fremstilling av resultatene presenteres i Figur 21.

Tabell 3 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Hemsedalsfjellet

Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant. Observasjoner	0	9	51	40	39	34	18	9	6	2	0
Ant. Døgn med KK	0	0	0	0	0	1	2	2	1	1	0
Døgn med KK i %	0	0	0,0	0,0	0,0	2,9	11,1	22,2	16,7	50,0	

Tabell 4 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Hemsedalsfjellet

Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant. Observasjoner	0	3	15	61	92	122	105	41	10	1	
Ant. Døgn med KK	0	0	0	0	2	24	39	24	7	0	
Døgn med KK i %	0	0	0,0	0,0	2,2	19,7	37,1	58,5	70,0	0,0	



Figur 21 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Hemsedalsfjellet

Ved liten kuling, 10,8 – 13,8 m/s, og samtidig oppholdsvær, ser man at kolonnekjøring har vært innført ved 11 % av observasjonene. Ved samtidig nedbør og liten kuling har en kolonnekjøring i nesten 40 % av tilfellene.

Den generelle trenden en fant i 3.1.2 bekreftes også her, altså at kolonnekjøring innføres langt oftere på dager med samtidig nedbør enn på dager med oppholdsvær. Ved høye vindstyrker er datagrunnlaget for Hemsedalsfjellet svært tynt, med totalt 4 observasjoner ved vindstyrke 9.

### 3.2.3 Feilkilder

I likhet med Haukelivegen, analyseres også Hemsedalsfjellet på døgnnivå. Ulempene med data på døgnnivå som nevnt i kapittel 3.1.3, gjør seg derfor også gjeldende her.

Data for Hemsedalsfjellet hadde i utgangspunktet verdier for hver time, før de ble konvertert til døgnnivå. Vindstyrkene her var oppgitt som gjennomsnittsverdi for hele klokketimen, og døgnverdien er satt lik høyeste verdi for vindstyrke i løpet av døgnet. Dette blir annerledes enn for Haukelivegen, hvor oppgitt vindstyrke er største vindstyrke over en 10-minutters periode i løpet av døgnet.

Dette vil dermed medføre at tallene for vindstyrker jevnt over blir noe lavere for Hemsedalsfjellet, og det vil kunne se ut som om kolonnekjøring innføres ved lavere vindstyrker her. På grunn av ulikheten i datamaterialet skal en være forsiktig med å trekke noen slike konklusjoner.



## 3.3 Strynefjellet

### 3.3.1 Datamateriale

#### Kolonnekjøring

Data for kolonnekjøring over Strynefjellet foreligger i de samme loggfilene som ble mottatt for Hemsedalsfjellet. Filene finnes på vedlagte cd<sup>[31]</sup>. Det er registrert kolonnekjøring relativt sjelden over Strynefjellet i dette datamaterialet, og det mistenkes at loggene er mangelfulle. Spesielt inneholder filen for november 2007 til april 2008 kun ett tilfelle av kolonnekjøring. En har derfor valgt å ekskludere nevnte periode fra analysen.

#### Klimadata

Klimastasjonen hvor data for Strynefjellet er hentet fra, er lokalisert i Breiddalen - rett øst for inngangen til Oppljostunnelen. Rådatafilene herfra inneholder i utgangspunktet en måned med data pr fil, hvor parameterne lufttemperatur, vindstyrke og vindretning er logget hver time. Nedbør er altså ikke målt ved denne stasjonen. Datamaterialet har også en del hull, altså timer hvor data ikke har blitt logget.

Nedbørsdata til Strynefjellet er hentet fra tjenesten eKlima, fra målestasjon i Skjåk. Denne befinner seg i høyde 432 m.o.h, og har oppløsning på døggnivå.

Alle klimadata er tilgjengelig for perioden 1. november 2005 til 30. april 2008 og finnes på vedlagt cd<sup>[32]</sup>. Ettersom data for kolonnekjøring sesongen 2007-2008 ekskluderes, vil analysen utføres for tidsrommet november 2005 – april 2007.

Lufttemperatur, vindretning og vindstyrke er som nevnt målt inn hver time, mens nedbørsdata fra DNMI's målestasjon kun oppgir nedbørsmengder pr døgn. I behandlingen av data (se regneark<sup>[33]</sup> på cden) er det opprettet en kolonne som for hver time viser tallet 1 hvis:

- Det falt nedbør det aktuelle døgnet, og
- Lufttemperaturen den aktuelle timen er under 0°C

Timeobservasjoner som oppfyller begge kriterier behandles dermed som at det var samtidig nedbør. Øvrige timer regnes som samtidig oppholdsvær.

#### Vindrose

Arbeidet med beregninger for vindrose finnes på eget regneark<sup>[34]</sup> på cden.

---

<sup>31</sup> Rådata kolonne CD:\Klima\1\_rådata\Rv15\_Strynefjell\Kolonne\

<sup>32</sup> Rådata klima: CD:\Klima\1\_rådata\Rv15\_Strynefjell\Klima\

<sup>33</sup> Regneark, klimadata: CD:\Klima\2\_klima\_klargjort\Rv15\_Strynefjell\Strynefjell.xls

<sup>34</sup> Regneark for vindrose: CD:\Klima\4\_vindroser\Rv15\_Strynefjell\Breiddalen\_poeng.xls

### 3.3.2 Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring

Analysen for Strynefjell er utført etter samme metode som de to foregående vegene, med unntak av at data her foreligger med data for hver time. For observasjoner ved oppholdsvær, er tallmaterialet presentert i Tabell 5. Tilsvarende for observasjoner med samtidig nedbør er presentert i Tabell 6.

Tabell 5 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Strynefjellet

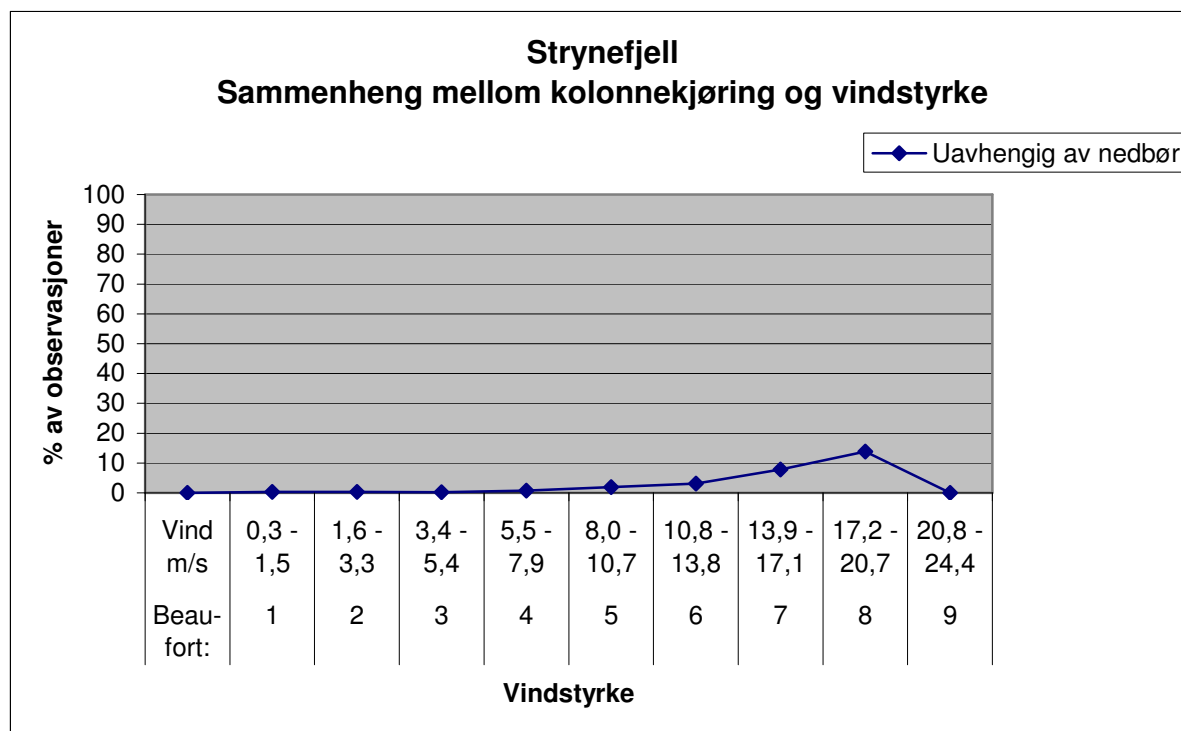
Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant. Observasjoner	229	1029	1185	1032	1217	748	267	87	28	5	1
Ant. Døgn med KK	0	5	4	3	12	18	10	8	4	0	0
Døgn med KK i %	0	0,5	0,3	0,3	1,0	2,4	3,7	9,2	14,3	0,0	0,0

Tabell 6 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Strynefjellet

Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant. Observasjoner	50	304	305	382	292	194	49	15	1	0	0
Ant. Døgn med KK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Døgn med KK i %											

Legg merke til at det for datasettet ved samtidig nedbør ikke forelå ett eneste tilfelle av kolonnekjøring. Som nevnt er nedbørsdata hentet fra en klimastasjon i Skjåk, i lavereliggende terreng. En bør derfor kunne forvente noe uoverensstemmelse mellom nedbørsmålinger herfra og faktiske forhold på Strynefjellet, men her viser det seg å være ingen korrelasjon.

Denne situasjonen illustrerer viktigheten av gode målinger, og hvilke utslag uforsiktig bruk av klimadata kan gi. I den videre analysen for Strynefjellet har en valgt å se bort fra hvorvidt det er nedbør eller ikke. Grafen i Figur 22 viser sammenhengen mellom vindstyrke og kolonnekjøring - uavhengig av nedbørsforholdene.



Figur 22 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Strynefjell

Data for Strynefjellet har en oppløsning på 1 time. Det er grunn til å tro at oversiktene for kolonnekjøring på Strynefjellet er mangelfulle, sett opp mot resultatene for Saltfjellet i kapittel 3.4 og Varangerhalvøya i 3.5.

### **3.3.3 Feilkilder**

Tall for kolonnekjøring mistenkes som nevnt å være mangelfulle. Dette medfører at Strynefjellsvegen tilsynelatende kommer bedre ut enn hva virkeligheten tilsier. Resultatene fra analysen presenteres likevel, men på grunn av upåliteligheten vil en ikke sammenligne tall fra denne vegen opp mot andre veger i kapittel 5.

Datamaterialet har også som nevnt en del timer hvor klimadata ikke er logget. Timer hvor informasjon om klima mangler, ekskluderes fra analysen. Det kan være en korrelasjon mellom for eksempel dårlig vær og når klimastasjonen faller ut, hvilket vil kunne forskyve resultatet. Slike eventuelle sammenhenger har en ikke kjennskap til, derfor vil en i analysen anta at tidspunkter med manglende data er tilfeldig fordelt.

De målte vindhastighetene er gjennomsnittlig vindstyrke for hele måletimen, ikke største vindstyrke over 10 minutter som hadde vært den ønskede verdien. Dette vil i teorien kunne gi seg utslag i at resultatet fra analysen viser at kolonnekjøring innføres ved relativt lave vindstyrker. Men i lys av mangelfulle logger for kolonnekjøring blir denne feilkilden mindre vesentlig.





## 3.4 Saltfjellet

### 3.4.1 Datamateriale

#### Kolonnekjøring

Data om kolonnekjøring på Saltfjellet ble skaffet til veie som digital kopi<sup>35</sup>. Dato for innføring og avslutning av kolonnekjøringene er registrert på minuttnivå. For bruk i den videre analysen rundes disse tidspunktene av til nærmeste time.

#### Klimadata

Klimadata<sup>36</sup> ble skaffet i et format som enkelt lot seg importere i Excel. Hver enkelt rådatafil inneholdt observasjoner med oppløsning på 10 minutter, hver fil for en måned. Så høy oppløsning byr på visse problemer, blant annet overstiges raskt begrensningen i Excel på 65536 rader. Samtidig kan en anse oppløsning på 1 time for å være tilstrekkelig for en analyse av den typen som skal utføres her. Puljer med kolonnekjøring bruker litt tid over fjellovergangene, og vurderingene om når kolonnekjøring skal oppheves skjer ikke på et øyeblikk. En oppløsning på 1 time bør derfor være tilstrekkelig for å analysere hvilke værforhold som fører til kolonnekjøring.

#### Vindrose

Arbeidet med beregninger for vindrose finnes på eget regneark<sup>37</sup> på cden.

### 3.4.2 Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring

Beregninger<sup>38</sup> for dager med samtidig nedbør og for dager med oppholdsvær er utført separat. For hver timeverdi tas det utgangspunkt i den største gjennomsnittlige vindstyrken over en 10-minutters periode i løpet av timen. For hver vindstyrke på Beaufort-skalaen er det så beregnet antall timer med kolonnekjøring og antall timer totalt med den gitte vindstyrken (Beaufort-skalaen for vindhastigheter er forklart i Vedlegg 1). Deretter er prosentvis antall observasjoner med kolonnekjøring beregnet for hver vindstyrkeklasse.

Tall for observasjoner ved oppholdsvær er presentert i Tabell 7, observasjoner ved samtidig nedbør i Tabell 8. Resultater i grafisk fremstilling, se Figur 23.

Tabell 7 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Saltfjellet

Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant obs	86	1555	1823	2074	2002	1455	943	433	131	20	3
Ant. timer m/KK	0	0	0	0	10	15	28	35	10	2	1
Timer m/KK i %	0	0	0,0	0,0	0,5	1,0	3,0	8,1	7,6	10,0	33,3

Tabell 8 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Saltfjellet

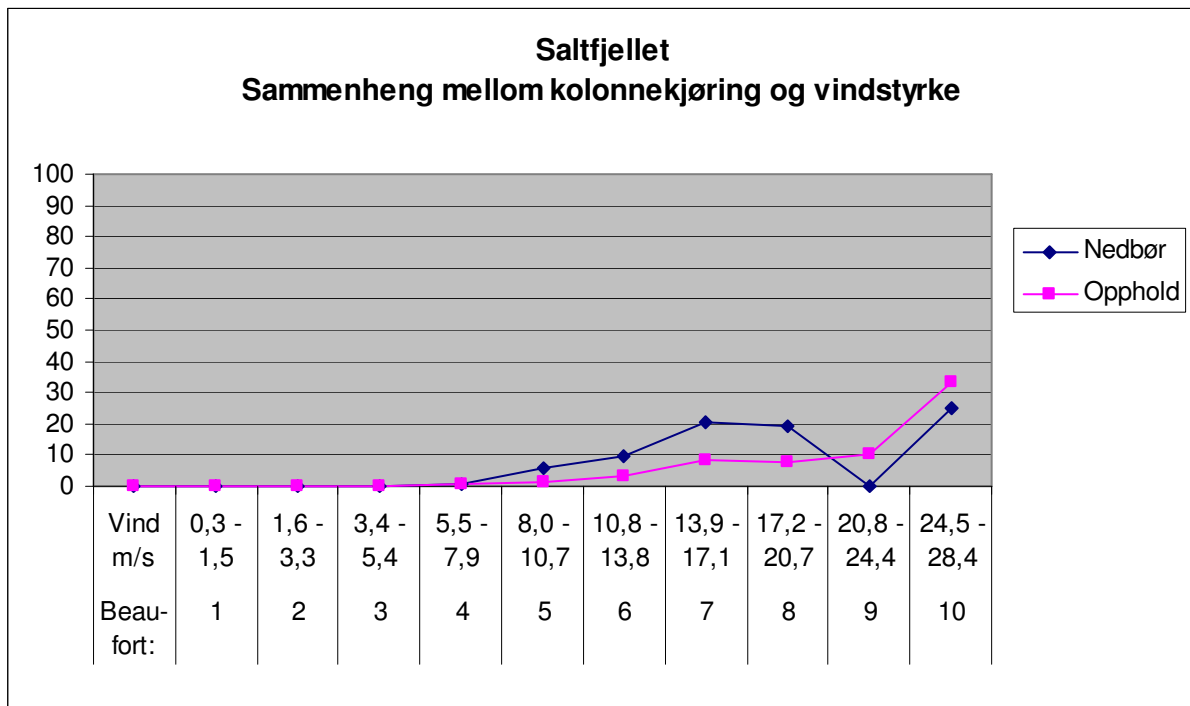
Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant obs	6	110	230	534	774	1025	790	335	77	5	4
Ant. timer m/KK	0	0	0	1	7	57	75	69	15	0	1
Timer m/KK i %	0	0	0	0,2	0,9	5,6	9,5	20,6	19,5	0,0	25,0

<sup>35</sup> Rådata kolonnekjøring: CD:\Klima\1\_rådata\E6\_Saltfjell\Kolonne\

<sup>36</sup> Rådata klimadata: CD:\Klima\1\_rådata\E6\_Saltfjell\Klimadata\

<sup>37</sup> Vindrose Saltfjellet: CD:\Klima\4\_vindroser\E6\_Saltfjellet\

<sup>38</sup> Klima & Kolonnekjøring: CD:\Klima\3\_klima\_og\_kolonne\E6\_Saltfjellet\



**Figur 23 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Saltfjellet**

Regulariteten er jevnt god opp til liten kuling, ved stiv kuling (~14 m/s og høyere) får man en markant økning i tilfeller med kolonnekjøring ved samtidig nedbør – i 20 % av timene. Ved oppholdsvær er det generelt svært lite kolonnekjøring, og som man ser kun ved 10 % av timene hvor det er målt vindstyrke 9 - liten storm.

### 3.4.3 Feilkilder

Data for Saltfjellet fremstår generelt som pålitelige – med en høy oppløsning på klimadataene og oversiktlige logger for kolonnekjøring.

## 3.5 Varangerhalvøya

### 3.5.1 Datamateriale

#### Kolonnekjøring

Elektroniske loggbøker for stenging og kolonnekjøring ble skaffet fra Region Nord. Rv890 og 891 på Varangerhalvøya skiller seg noe ut fra de øvrige høyfjellsvegene med utstrakt bruk av nattetengt og øvrig stenging. I analysen benyttes kun tidsintervallene med kolonnekjøring.

#### Klimadata

De tilgjengelige klimadata for Varangerhalvøya har, i likhet med data for Saltfjellet, en oppløsning på 10 minutter, og de samme argumenter for å konvertere data til 1 times oppløsning gjør seg også gjeldende her.

Det at det svært ofte er nattetengt over fjellene på Varanger er problematisk for analysen. Siden tiden med nattetengt aldri vil ha kolonnekjøring, har en valgt å se bort fra alle data mellom kl 21 om kvelden og 06 om morgenen for alle vintermånedene. Øvrige stengingsårsaker hensyntas ikke.

### 3.5.2 Sammenheng mellom vær og kolonnekjøring

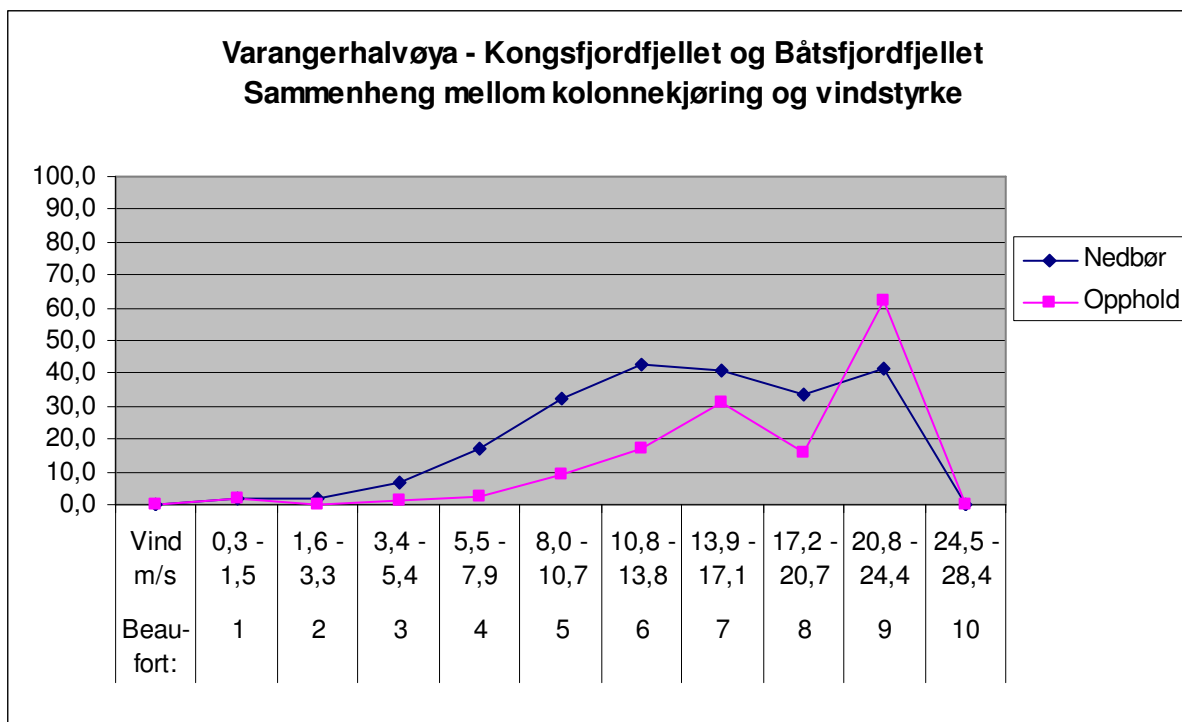
Tall for observasjoner ved oppholdsvær er presentert i Tabell 7, observasjoner ved samtidig nedbør i Tabell 8. Resultater i grafisk fremstilling, se Figur 23.

Tabell 9 Vind og kolonnekjøring ved oppholdsvær, Varangerhalvøya

Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant obs	38	363	464	884	1421	1088	436	115	31	8	3
Ant. timer m/KK	0	6	0	12	38	98	74	36	5	5	0
Timer m/KK i %	0,0	1,7	0,0	1,4	2,7	9,0	17,0	31,3	16,1	62,5	0,0

Tabell 10 Vind og kolonnekjøring ved samtidig nedbør, Varangerhalvøya

Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ant obs	28	196	344	502	915	1038	559	217	75	24	3
Ant. timer m/KK	0	3	7	35	155	338	237	88	25	10	0
Timer m/KK i %	0,0	1,5	2,0	7,0	16,9	32,6	42,4	40,6	33,3	41,7	0,0



**Figur 24 Sammenheng mellom vindstyrker og kolonnekjøring, Varangerhalvøya**

Grafen viser samme trenden som observert tidligere, at kolonnekjøring innføres merkbart tidligere ved samtidig nedbør. Grafene ligger også relativt høyt – som indikerer at det generelt er mye kolonnekjøring på fjellet. Ved samtidig nedbør er det kolonnekjøring i hele 40 % av tilfellene, men merkelig nok er det tilsynelatende en nedgang ved høyere vindstyrker.

### 3.5.3 Feilkilder

Klimadata for Varangerhalvøya hadde en del hull, det vil si timer hvor data ikke fantes. Slike perioder utelukkes helt fra analysen. Samtidig er det i store deler av vinteren nattetengt over denne høyfjellsvegen. Nattetengt begynner da kl 21 eller 23, og opphører kl 06 om morgenen. En har av denne grunn valgt å utelukke data mellom kl 21 og 06 for hele datasettet.

## 4 Vegutforming i høyfjellet

### 4.1 Utforming av fyllinger

#### 4.1.1 Anbefalinger fra eksisterende litteratur

Bygging av veg på fyllinger i høyfjellet er typisk en svært gunstig utforming. Når snø fraktes med vinden som drivsnø, vil en riktig fyllingsutforming kunne føre til at snøen driver over vegen uten at den felles ut på vegbanen. Vegen blir da en del av vindens erosjonssone. For å oppnå dette finnes det en rekke anbefalinger til fyllingenenes høyde og utforming.

#### Nødvendig høyde av fyllinger

I Håndbok 167 (Norem, 1993) anbefales det å velge fyllingshøyde ut fra målte snødybder og vindforhold på stedet. Valg av fyllingshøyde, eller grøftedybde, ved ulike vind- og snøforhold anbefales som vist i Tabell 11.

Tabell 11 Grøftedybder anbefalt i Hb167

Kulingdager pr vintermåned	Grøftedybde	Min. Grøftedybde [m]
≥15	Gj.snitt snødybde + 0,5m	2,0
10 – 15	Lik gjennomsnittlig snødybde	1,5
6 – 10	Gj. Snitt snødybde i utsatte områder 1,0m i lune områder	1,0
< 6	Ingen spesielle krav	–

Langs de fleste høyfjellsveger i Norge er det 10 – 15 kulingdager i måneden, slik at grøftedybden generelt bør være minimum lik snødybden. I tillegg til kriteriene over, bør man også ta hensyn til vindretningene. Hvis vegen ligger normalt på fonndannende vindretning, bør grøftedybden økes med 0,5m. Tilsvarende kan dybden reduseres noe der vinden blåser parallelt med vegen.

Tabler (1994) foreslår at fyllingshøyde velges ut fra følgende formel:

#### Formel 2 Fyllingshøyde (Tabler 1994)

$$H_e = 0,4 \cdot S + 0,6m$$

Hvor:  $H_e$  = fyllingshøyde

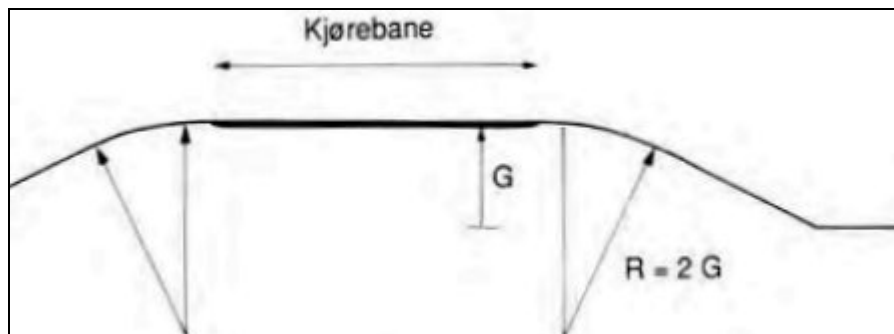
$S$  = gjennomsnittlig årlig snøfall

I Formel 2 inngår årlig snøfall,  $S$ , i stedet for målte snødybder som i Tabell 11. Forskjellen mellom de to anbefalingene er i hovedsak at man i Håndbok 167 forutsetter målinger av snødybder ute i felt, mens Tabler's formel forutsetter nedbørsmålinger gjennom vinteren. Formelleddet  $0,4 \cdot S$  i Formel 2 gir forventet snødybde ut fra årlig snøfall, der koeffisienten 0,4 korrigerer for forventet kompaktering av snøen. Gitt at koeffisienten er riktig, og det ikke er signifikant snøsmelting gjennom vinteren, ser man at  $H_e$  vil få en størrelse nær det som det anbefales for de mest vindutsatte områdene i Tabell 11.

### Utforming av fyllinger

En strømlinjeformet utforming reduserer tendensen til fonndannelse på veien. Generelt gir slake skråninger gode strømningsforhold. Tabler anbefaler en helling 1:4, men advarer mot slakere skråninger da det vil redusere tverrsnittets kapasitet for utbrøytet snø, slik at brøytekanter kan oppstå over tid. Tendensen til utfelling av snø blir også redusert etter hvert som snø samler seg ved fyllingsfoten og effektiv skråning slakes ut av snømassene.

I Håndbok 167 (Norem, 1993) nevnes også at helling 1:4 gir fordelaktige strømningsforhold, men også at tilsvarende gode strømningsforhold kan oppnås ved avrundet fyllingstopp ved skråningshelling 1:2. Avrundingsradien bør da være ca. 2 ganger fyllingshøyden. Se Figur 25. Utforming med slak fyllingstopp og helling 1:2 blir foreslått av Norem (1974). Utformingen ble da testet i modellforsøk, og det ble funnet gode resultater med en slik utforming.



Figur 25 Avrunding av fyllingstopp

Avrundet fyllingstopp og helling 1:2 har flere fordeler fremfor helling 1:4 uten avrunding:

- Tverrprofilet krever mindre masse, dermed lavere kostnad.
- En oppnår bedre plass til utbrøytet snø ved helling 1:2.
- Mindre risiko for at trafikantene parkerer langs veien enn ved slakere skråninger.

### 4.1.2 Egne erfaringer

Gjennom mine opphold på de ulike fjelloverganger, har jeg observert flere vegstrekninger med utstrakt bruk av høye fyllinger. Den generelle tendensen er at disse partiene hvor vegen ligger på fylling, har de beste kjøreforholdene under uvær. Dette er også å forvente ut fra litteraturen. I noen tilfeller har vegene vært helt vedlikeholdsfri, men som oftest får man likevel noe tendenser til brøytekant også på fyllinger, men uansett langt mindre enn i partier i skjæring.

#### **Vegen som en del av erosjonssonen**

Under oppholdet på Varangerhalvøya, fant jeg at vegen var helt fri for snø over store deler av området hvor vegen var bygget på fyllinger. Det hadde falt relativt lite snø den aktuelle vinteren, og det var mye kraftig vind omkring kuling styrke under mitt opphold. Bildet på Figur 26 er tatt på tur nordover fra Gednje vegkryss til Båtsfjord, vinden blåser fra en østlig retning (fra høyre mot venstre på bildet). Som man ser, så strømmer drivsnøen uavbrutt over vegen, da det ikke finnes hindringer eller brå endringer i vinkel langs vindens strømningsretning som skaper turbulens og utfelling av snø.



Figur 26 Vind over vegen på Varangerhalvøya

#### **Dannelse av brøytekant på fyllinger**

Forholdene som avbildes på Figur 26 gir må sies å være resultatet av heldige værforhold, i tillegg til en god utforming av fyllingen. Ofte vil værforholdene gjøre at det dannes noe brøytekant på tross av god fyllingsutforming. Når snøfall som ikke er ledsaget av vind legger seg på vegbanen, vil det samles noe snø over vegskulder og fyllingssidene ved utbrøyting. Når slike snømasser blir liggende høyere i terrenget enn vegbanen, får man raskt fonndannelse inn over vegen. Når disse fonnene fra vegen brøytes ut, bygges det enda litt mer brøytekant, og man får en oppbyggende effekt.

Figur 27 viser et slik tilfelle hvor det har bygd seg opp brøytekant på fyllinga, som ved drivsnø samler fonner i vegen. I følge brøytemannskapene dannes slike fonner svært raskt ved drivsnø, men etter å ha nådd en viss størrelse så samler de ikke mer snø. Det tyder på at fonndannelsen har nådd en størrelse hvor vinden igjen får gode strømningsforhold over brøytekanten.



**Figur 27** Små brøytekanter på fylling, Saltfjellet

Bildet på Figur 28 nedenfor er tatt en dag med kaldt vær og mye vind på Saltfjellet. På dette stedet har det bygd seg opp brøytekanter, men brøytemannskapet har frest ned kantene med snøfres for å redusere dannelsen av fonner. På grunn av vegstikkene kan man ikke frese langsetter vegen, men må frese utover på tvers av vegen. Etter fresing står det igjen små snøhauger og ujevnheter langs skulderen, som er nok til å danne små fonner inn over vegen.



**Figur 28** Utfreste brøytekanter på fylling, Saltfjellet



## 4.2 Utforming av skjæringer

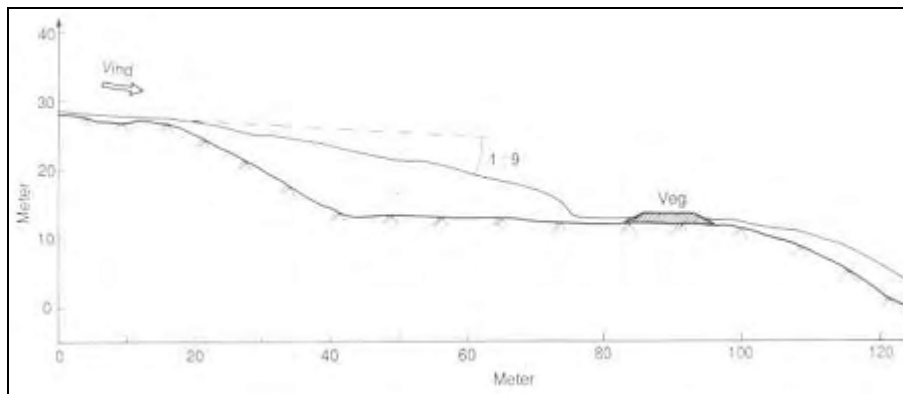
### 4.2.1 Anbefalinger fra eksisterende litteratur

Skjæringer er de mest sårbare partiene på veger som er utsatt for drivsnø. Gode siktforhold i en skjæring kan likevel oppnås. En kan tilstrebe en utforming slik at vegen blir en del av erosjonssonen, eller slik at fonndannelsen starter i tilstrekkelig avstand til vegen så fonndannelsen ikke når frem til kjørebanelen.

Ved bruk av halvskjæringer skal fyllingssiden utformes etter de krav som stilles til fyllingsutforming ellers, og gjennomskjæringer bør generelt unngås i høyfjellet. Anbefalingene her fokuserer derfor på halvskjæringer.

### Nødvendig samleareal i skjæringer

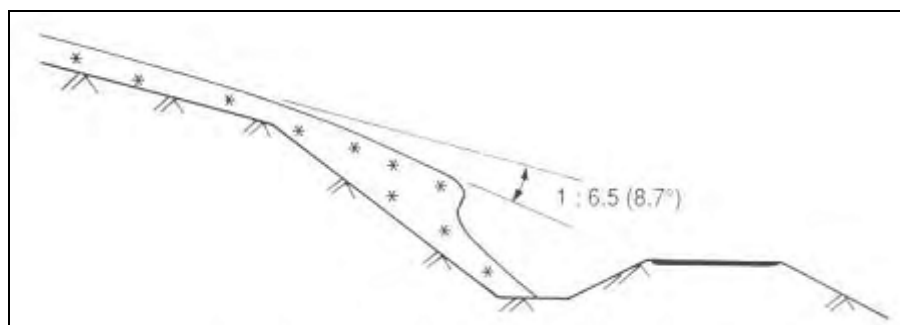
I Håndbok 167 (Norem, 1993) har man målt samleeffekten bak en naturlig skråning i terrenget på Saltfjellet, se Figur 29.



Figur 29 Fonndannelsens vinkel med terrenget (Hb167)

Oppmålingen viste at fonna danner en vinkel på 1:9 med terrenget på vindsiden av fonnområdet. Her kunne man dermed utnytte samlearealet til den naturlige skråningen da vegen ble bygd, men dette prinsippet kan også komme til nytte for skjæringsutforming forøvrig.

Oppmåling av en rekke snøfonner på tilsvarende måte har vist at fonndannelsen mer typisk danner en vinkel på mellom 1:6,5 og 1:9 med terrengets naturlige helling. På grunnlag av disse målingene anbefales en utforming av skjæringskråningen som vist på Figur 30, forutsatt at skjæringskant ikke ligger i et fonnområde. Vinkelen mellom terrengets naturlige helling og en linje trukket fra skjæringskant til vegkant bør da være maksimalt 1:6,5.



Figur 30 Skjæringskråning (Hb167)

Ved svært lave skjæringer bør terrenget fjernes horisontalt fra grøftebunnen. Der dette kravet fører til en skjæringshelling brattere enn 1:3, bør man heller utforme vegen med en bratt skjæringssskråning og bred grøft.

### Anbefalinger for snøfri veg i skjæringer

Tabler (1994) setter opp en rekke kriterier for å oppnå en vegbane fri for drivsnø i skjæringspartier. Et av de viktigste designkriteriene er horisontal avstand  $W_{top}$ , fra vegskulder til skjæringstopp:

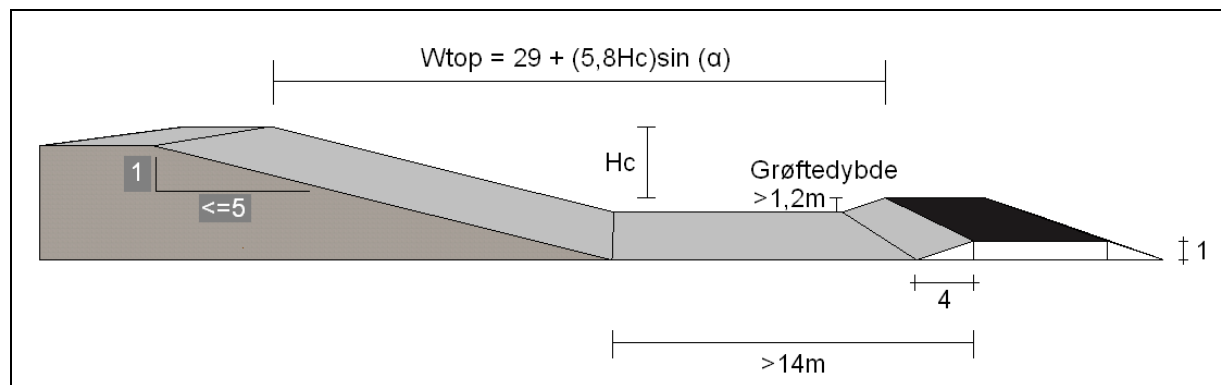
#### Formel 3 Avstand vegskulder - skjæringstopp (Tabler 1994)

$$W_{top} = 29 + 5,8 \cdot H_c \cdot \sin(\alpha)$$

der  $W_{top}$  = Horisontalavstand fra vegskulder til skjæringstopp  
 $H_c$  = Høydeforskjell fra vegplanum til skjæringstopp  
 $\alpha$  = Vinkel mellom vegens senterlinje og fonndannende vindretning

Formel 3 medfører skjæringssskråninger langt slakere enn 1:6 for lave skjæringer, og er i følge Tabler nødvendig for å eliminere drivsnø over vegbanen i slike situasjoner. Ved vind i større grad parallellt med vegen, reduseres nødvendig bredde av skjæringsprofilen, men dette gir først utslag ved høyere skjæringer.

Tabler forutsetter en grøftedybde på minimum 1,2m og helling 1:4 for vegens skråningsside. Videre anbefales en grøftebredde på minimum 14m, målt fra fra vegskulder til bunn av skjæringssskråning, av hensyn til siktforholdene ved drivsnø. Skjæringssskråningen må være 1:5 eller brattere for å sørge for at snøen felles ut over skjæringstoppen.



Figur 31 Tablers designkriterier for drivsnøfri veg i skjæringer

Nevnte kriterier illustreres i Figur 31. Tabler poengterer at en slik drivsnøfri utforming ikke alltid er mulig eller praktisk. Høye skjæringer fører til store masseforflytninger, og lavere skjæringer kan i mange tilfeller unngås ved justeringer av vegens lokalisering i terrenget.

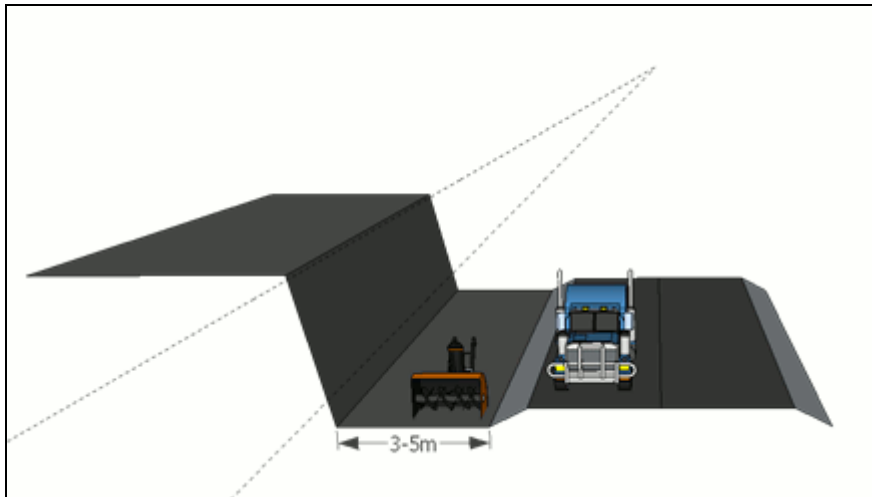
### 4.2.2 Egne erfaringer

Det er en generell tendens til at skjæringspartiene oftest fører til problemer og utløser behov for kolonnekjøring. Riksvegene over Varangerhalvøya er i stor grad bygget på fyllinger, men har enkelte partier i skjæringer som fører til problemer ved drivsnø. Disse er omtalt i kapittel 2.5.4. For Haukelivegen og Hemsedalsfjellet er det mange partier i skjæringer som driver igjen, og omtales i kapittel 2.1.4 og 2.2.4. På Haukelivegen er det bygget en del fresefelter langs skjæringene, som bedrer forholdene under uvær.

## 4.3 Fresefelt

### 4.3.1 Litteratur

Brøyte- og siktproblemene i skjæringer er mindre kritiske i tilfeller hvor vind i stor grad blåser parallellt med vegen, eller hvis skjæringen ligger på le side av vegen. I slike tilfeller hvor det er liten fare for at skjæringen raskt fylles opp med snø, kan grøftebreddene reduseres til et minimum. I Håndbok 167 (Norem, 1993) foreslås det ved å anlegge 3-5 m brede, kjørbare grøfter langs veger i slike partier. Slike brede grøfter, heretter kalt fresefelter, må utformes slik at de er fremkommelige med snøfres.



Figur 32 Prinsippskisse for fresefelt

Skjæringer med fresefelt gir flere fordeler på en høyfjellsveg:

- Snøen felles ut i fresefeltet heller enn på vegen, slik at sikten for trafikantene bedres.
- Snøen samles utenfor vegbanen i begynnelsen av uværet, som gir brøytemannskapet bedre tid til å rykke ut før forholdene blir kritiske, og antall brøyteturer reduseres.
- Fresefeltene kan enkelt ryddes i godværsperioder når det er lite å gjøre, slik at man forbereder seg til neste uværsperiode.

Fresefelter krever ikke stor grøftedybde, og kan også utformes som en kjørbare skulder i plan med vegen. Dette forutsetter da lukket drenering.

### 4.3.2 Egne erfaringer

Fresefelter fremstår generelt som et effektivt tiltak på utsatte partier på høyfjellsvegene. Over Haukelifjell finnes det mange fresefelter, og brøytemannskapets holdning til disse fremstod som ensidig positiv. Over Hemsedalsfjellet er det, i likhet med Haukelivegen, mange skjæringspartier og kurvatur – her uttrykte de et ønske om å få bygget fresefelter flere steder, da det ville redusert tidsbruken til fresing vesentlig og kunne ført til bedret regularitet. Fresefelter fremstår som en relativt billig måte å forbedre eksisterende veger. Det gir neppe samme effekten som å heve vegen over det omkringliggende terrenget, men er samtidig mye billigere og egner seg til å utbedre svake partier.

### **4.3.3 Forslag til prinsipper for utforming av fresefelt**

Under mitt opphold på Haukelifjell hadde Harald Norem, John H. Nilssen og jeg en diskusjon om fresefelte og hvordan disse bør utformes. Jeg synes det kom frem en rekke gode idéer og synsvinkler under samtalen. Notater fra samtalene er brukt som kilde til forslagene nedenfor.

#### **Fresefeltets tverrprofil**

Fresefeltet bør bygges i plan med vegen, for å sikre fremkommelighet for snøfresen, og slik at fresen har god mulighet for å kaste også innover. Et visst tverrfaller nødvendig for å signalisere overfor trafikantene at fresefeltet er en del av grøfta, ikke vegbanen. Utformingen bør ikke være innbydende til parkering langs vegen, da dette er uheldig og kan medføre en sikkerhetsrisiko.

#### **Fresefelt og rekkverk**

På Haukelivegen finnes eksempel på rekkverk plassert langs med vegbanen og fresefelt utenfor rekkverket. Rekkverk bygger brøytekanter og hever snødreket over vegen, samt at de er vanskelige å rydde – og bør derfor ikke plasseres mellom fresefeltet og vegen. Hvis vegens sideareal fører til krav om rekkverk, så bør dette plasseres utenfor fresefeltet og ikke mellom fresefelt og vegbane. Ved fare for alvorlig konsekvens ved utforkjøring må det også være en fordel om også snøfres sikres mot utforkjøring med rekkverket.

#### **Vegstikker**

Vegstikker langs kjørebane er helt nødvendig i høyfjellet. Samtidig er det nyttig med en ekstra rekke vegstikker utenfor fresefeltet, av hensyn til sikt og optisk ledning for fører av snøfres. I slike tilfeller bør vegstikkene stå på linje, slik at de tydelig fremstår som to separate linjer i mørket. Et tenkelig scenarie når vegstikkene ikke står på linje, er at trafikanter under uværet kan komme til å sikte mot vegstikker utenfor fresefeltet - og dermed kjøre av vegen.

Det samme prinsippet gjelder for helårsstikker. I enkelte tilfeller settes benyttes slike permanente stikker, som gjerne er grovere og har høyere synlighet enn de vanlige. Det fremstår da som uheldig når stikker som skiller seg ut forekommer både langs vegen og langs fresefeltet. Stikker med økt synlighet bør være del av kun en av de to optiske ledningslinjene, altså for kjørefeltet eller for fresefeltet – slik at de skaper en sammenhengende optisk ledning. De bør i hvert fall ikke finnes helårsstikker vekselvis mellom de to linjene.

#### **Sammenhengende fresefelt**

I den grad det er mulig uten for store merkostnader, bør fresefelte bygges sammenhengende fremfor stykkevis og delt. Sammenhengende fresefelt gir færre av- og påkjørsler for snøfresen ved arbeid i fresefeltene. Hyppig av- og påkjøring kan utgjøre en sikkerhetsrisiko for påkjørsler ved dårlige siktforhold.

## 4.4 Rekkverk

### 4.4.1 Litteratur

I Håndbok 167 (Norem, 1993) anbefales det å utforme høyfjellsveger slik at man unngår bruk av rekkverk. Rekkverk samler mye snø i vegen. Spesielt kan endeavslutninger være utsatte punkter, da det blir tett mellom skinne og vegskulder. Rekkverk hever også snødrevet slik at siktforholdene forverres, spesielt for lave personbiler. Samtidig er det svært vanskelig å fjerne brøytekanter som bygger seg opp omkring rekkverk.

Det anbefales i håndboken å tilstrebe å unngå kravene om rekkverk. Der hvor rekkverk er påkrevd grunnet fyllingenes høyde, kan fyllingsskråningene slakes ut slik at kravet bortfaller i henhold til rekkverksnormalen. Også langs vann kan det være mulig å fylle ut med masser slik at kravet faller bort, eventuelt benytte demonterbare rekkverk som kan tas ned om høsten når vannet fryser igjen.

I noen tilfeller vil en ikke kunne komme unna krav om rekkverk. I slike tilfeller anbefaler håndboken å benytte smale rekkverk, eksempelvis rørrekkverk har vist seg å fungere godt. Rekkverket bør monteres så høyt som mulig innenfor vegnormalenes krav.

Også Tabler (1994) advarer mot bruk av rekkverk, spesielt av typen betongrekkverk og W-skinner (sistnevnte er mye brukt i Norge), begge disse samler mye snø og hindrer kast fra snøplog. Tabler henviser til tidligere småskalaforsøk med W-skinne opp mot såkalt boksskinnerekkverk (på engelsk "box beam"), som ligner rørrekkverk i konstruksjon. Dette forsøket demonstrerte langt mindre fonndannelse og snødrev bak boksskinnerekkverket.

### 4.4.2 Egne erfaringer

Generell erfaring fra alle de 5 høyfjellsvegene jeg besøkte, bekrefter at rekkverk er et ugunstig element i områder med drivsnø. Langs høye fyllinger, som ellers ville fått lite fonndannelse, bygges det gjerne høye brøytekanter langs rekkverkene. Noen steder har fonndannelsen langs rekkverk vist seg å være de eneste punktene med behov for brøyting langs hele brøyteroden.

Et eksempel på dette er på Varangerhalvøya, som bestod av tre brøyteroder. Sjåføren som kjørte roden Gednje – Tana fortalte at det ikke fantes noe å brøyte langs hele denne strekningen, unntatt noen korte partier med rekkverk. Dette så jeg også selv da jeg satt på med vedkommende på den aktuelle kjøreruten. Samme tendensen var også tilstede under mitt opphold på Saltfjellet – utenom rekkverkene var det lite behov for brøyting.

#### **Bruk av kabelrekkverk**

Langs strekningen Gednje – Båtsfjord på Varangerhalvøya er det satt opp kabelrekkverk på deler av strekningen. Tross lite snø på stedet denne vinteren, ser en tydelig fordelene med kabelrekkverk, se Figur 33. Det er kun minimale tendenser til fonndannelse ved endeavslutningen av kabelrekkverket. Bildet av W-skinnerekkverket, Figur 34, er tatt knapt hundre meter foran kabelrekkverket. Dette rekkverket samler tydelig mer snø i vegen, spesielt ved endeavslutningene.



**Figur 33 Fonndannelse med kabelrekkverk**



**Figur 34 Fonndannelse med W-skinnekkverk**

## 5 Klima, vegutforming og vinterdrift

### 5.1 Klima og kolonnekjøring på ulike veger

I kapittel 3 ble det utført analyser av hvilke værforhold som fører til kolonnekjøring for hver av de fem høyfjellsvegene. Gjennom dette arbeidet ble det klart at det ligger varierende forutsetninger i datamaterialet, som gjør det vanskelig å sammenligne data direkte mellom alle vegene.

For E134 Haukelivegen og Rv52 over Hemsedalsfjell ble det brukt en oppløsning på ett døgn. De to vegene har ellers lignende karakteristikk i form av høyde over havet og tildels orientering. Disse to vegene er derfor valgt å sammenligne opp mot hverandre, se kapittel 5.1.1.

For Rv15 Strynefjellet er datamaterialet upålitelig, med mange hull i klimaobservasjonene, manglende tilgang på brukbare nedbørsdata, og en mangelfull logging av kolonnekjøring.

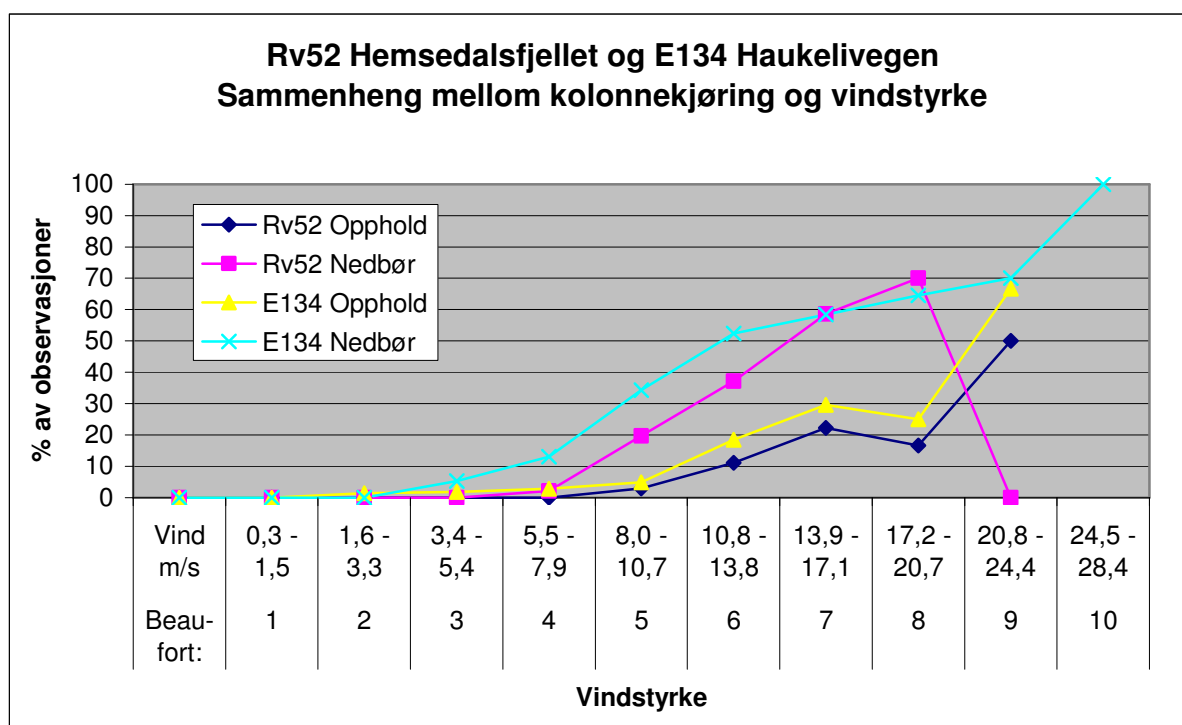
E6 Saltfjellet og Rv890/891 på Varangerhalvøya har begge timedata for vær, og gode logger for kolonnekjøring. Sistnevnte har ofte nattestengt – disse timene blir ekskludert fra datamaterialet. Forøvrig er begge vegene bygget i stor grad på fyllinger, men med noen flere potensielt vanskelige partier på Varangerhalvøya i form av skjæringer og rekkverk. Resultatene for disse to vegene sammenlignes i kapittel 5.1.2.

**NB:** For sammenligningene tas det forbehold om at målte verdier fra klimastasjonene kan avvike grunnet ulike måleinstrumenter, og det kan være forskjeller i hvor vindutsatt klimastasjonene er lokalisert.

### 5.1.1 Haukelivegen og Hemsedalsfjellet

I kapittel 3.1 ble det utført en analyse av sammenhengen mellom vindstyrker og innføring av kolonnekjøring på E134 Haukelivegen. Tilsvarende analyse for Rv52 over Hemsedalsfjell finnes i kapittel 3.2. Beregningene ble gjort på døggnivå for begge vegene. Det vil si at det er regnet med største gjennomsnittlige vindstyrke over 10 minutter for hvert døgn, og en tar hensyn til om det har vært kolonnekjøring i løpet av døgnet – i hvor mange timer i døgnet har ingen innvirkning. Døgn regnes som nedbørsdøgn dersom de tilgjengelige nedbørsmålingene har målt nedbør i løpet av døgnet, samtidig med at middeldøgntemperaturen er under 0°C.

I Figur 35 er grafene for andeler kolonnekjøring ved ulike vindstyrker fra E134 og Rv52 lagt inn i samme graf. Grafen forteller hvor godt de to vegene takler de ulike vindstyrkene.



Figur 35 Resultatene fra klimaanalyser for Rv52 og E134

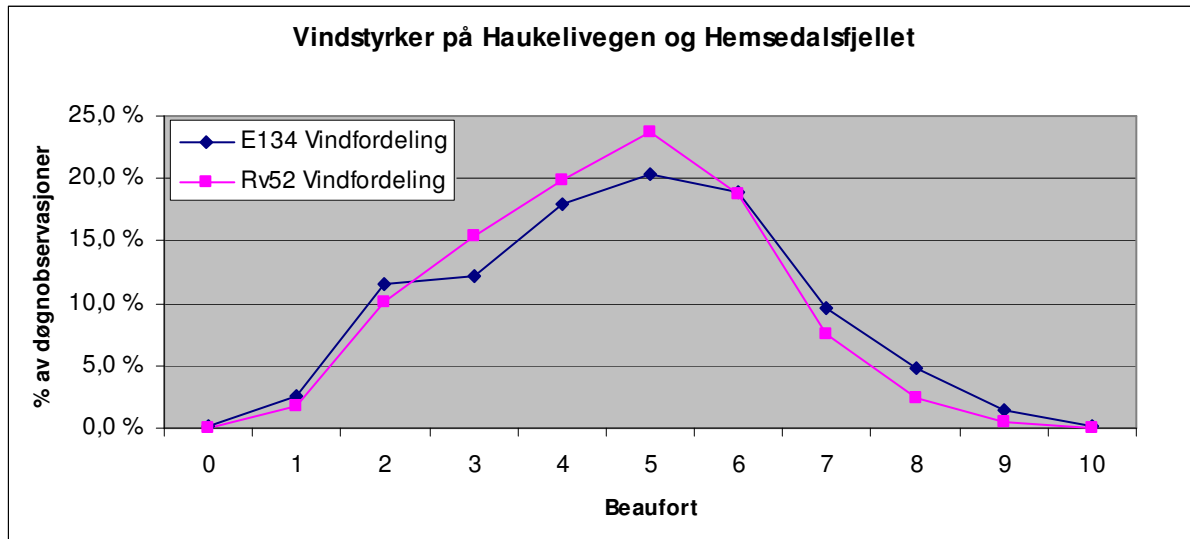
Grafene for de to vegene har ganske lik karakteristikk. Generelt kommer Haukelivegen litt dårligere ut, med en høyere andel kolonnekjøring for hver vindstyrke både ved oppholdsvær og ved samtidig nedbør. Dette indikerer at Haukelivegen har en lavere toleranse mot uvær. Det kan skyldes spesielt vanskelige punkter – med hensyn på lokalklimaet, terrenget eller vegutformingen. Det kan også være at klimastasjonen for Hemsedalsfjellet fanger opp høyere vindstyrker enn den for Haukelivegen, relativt til de typiske forhold langs hele traseen.

Grafene for dager med oppholdsvær for E134 (gul) og Rv52 (mørk blå) viser at det sjelden er kolonnekjøring opp mot vindstyrke 5. Men ved vindstyrke 6, som tilsvarer liten kuling, begynner andelen kolonnekjøring å stige markant på begge vegene. Merkelig nok går også begge grafene litt ned ved vindstyrke 8 – sterk kuling. En mulig forklaring på dette kan være at vegene kan bli stengt ved så høye vindstyrker, og stengt veg er ikke tatt hensyn til her. Dette kunne man i så fall enkelt avdekket ved å sett på vindstyrkene også ved stenging.



Utviklingen ved vindstyrke 9 og oppover bør sees bort ifra. Datagrunnlaget blir svært tynt, da det kun er målt slike vindstyrker ved noen få døgn i analyseperioden. Kanskje med unntak av Haukelivegen ved vindstyrke 9 og samtidig nedbør, hvor det er 10 døgnobservasjoner.

Det er også ønskelig å kunne sammenligne hvordan værforholdene er på de to vegene. En sammenstilling av fordeling på ulike vindstyrker er gjort i vedlagte regneark<sup>[39]</sup>. Fordeling av vindstyrkene basert på døgnobservasjonene er vist i Figur 36 nedenfor.



Figur 36 Vindstyrker på Haukelivegen og Hemsedalsfjellet

Videre ble det beregnet<sup>[40]</sup> vindpoeng etter Formel 1, samt andel kulingdager pr mnd for vegene:

- Haukelivegen 115 poeng og 40 % kulingdager
- Hemsedalsfjellet 101 poeng og 36 % kulingdager

Begge vegene har en lignende fordeling på vindstyrker, men litt flere kulingdager og vindpoeng for Haukelivegen. Beregningene indikerer dermed at Haukelivegen har dårligere vær enn Hemsedalsfjellet. Samtidig kom det frem at Haukelivegen har en tilsynelatende lavere toleranse mot høye vindstyrker før kolonnekjøring innføres, jmf. Figur 35. og en jevnt over høyere sannsynlighet for at kolonnekjøring innføres ved ulike vindstyrker.

Dette stemmer overens med statistikker, som viser at det er en god del mer kolonnekjøring på Haukelivegen enn over Hemsedalsfjellet (se f.eks. *Kvåle, vinterkonf. 2007*).

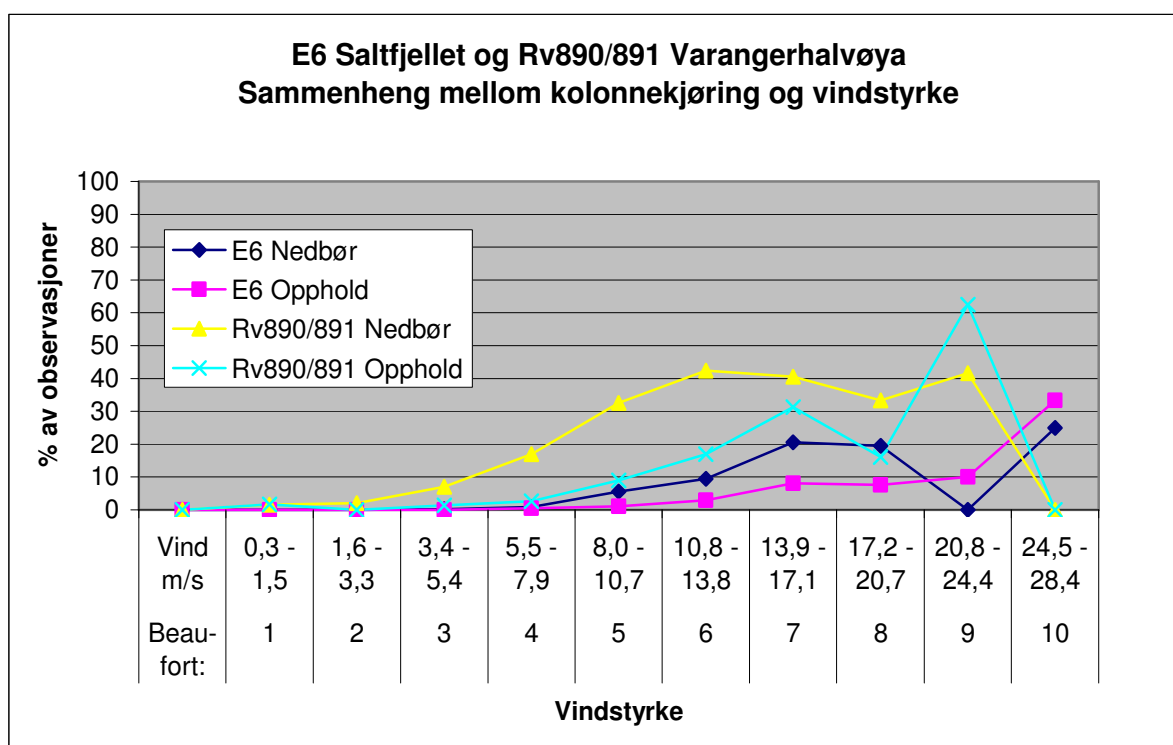
<sup>39</sup> Vindobs. E134 og Rv52: CD:\Klima\5\_diverse\_utregninger\KK\_E134\_Rv52\Observasjoner\_vindstyrker.xls

<sup>40</sup> Vindpoeng/mnd E134 og Rv52: CD:\Klima\5\_diverse\_utregninger\Vindpoeng\_mnd\

## 5.1.2 Saltfjellet og Varangerhalvøya

Her sammenlignes vegene over Saltfjellet og Varangerhalvøya opp mot hverandre. Klimadata har for begge en oppløsning på 1 time. Analyse av sammenheng mellom vindstyrker og innføring av kolonnekjøring på E6 Saltfjellet ble utført i kapittel 3.4. Tilsvarende analyse for Rv890 og 891 over Varangerhalvøya finnes i kapittel 3.5. Skillet mellom en nedbørstime og en oppholdstime er for Saltfjellet satt på tilsvarende vis som i kapittel 5.1.1: det må være målt nedbør i løpet av timen, samtidig med at middeltemperaturen er under 0°C. For Varangerhalvøya er ikke kriteriet med minusgrader tatt med, men dette vil ha liten innvirkning da det sjelden er varmegrader på Varangerhalvøya vinterstid.

På Figur 37 vises grafene for andel kolonnekjøring for ulike vindstyrker for begge vegene.

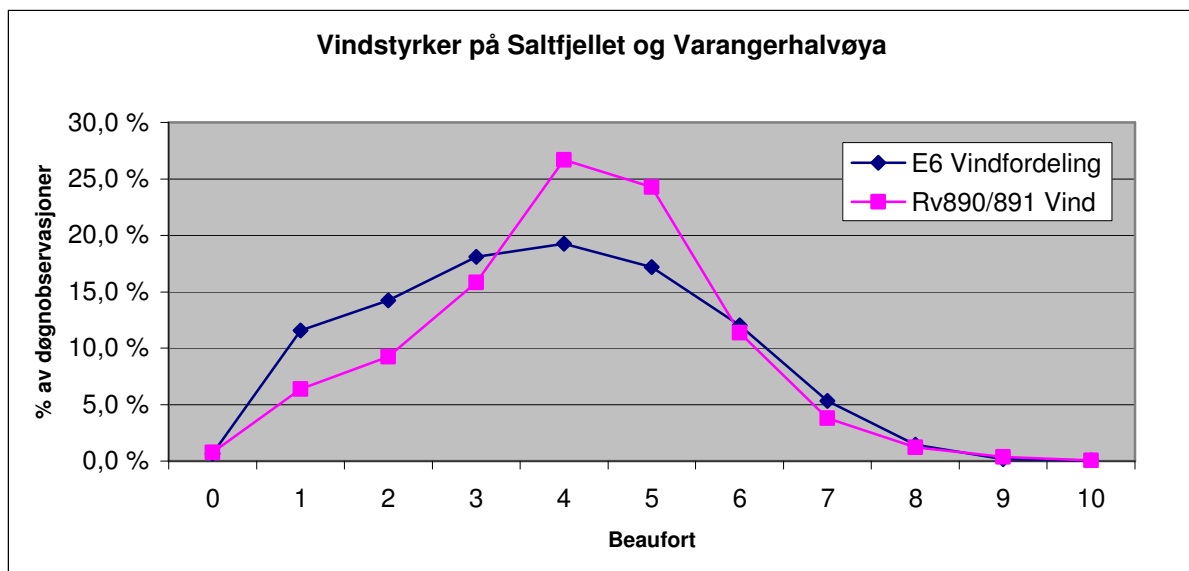


Figur 37 Resultatene fra klimaanalyser for E6 og Rv890/891

E6 over Saltfjellet kommer ut med merkbart mindre kolonnekjøring enn Varangerhalvøya. Den relative forskjellen mellom observasjoner ved oppholdsvær og ved nedbør er tilsynelatende større for disse to vegene enn hva som ble funnet i kapittel 5.1.1 – dette kan være et resultat av forskjellen i tidsoppløsning, da det ved en oppløsning på ett døgn vil være mange dager med svært begrenset snøfall som regnes som et nedbørsdøgn.

For E134 og Rv52 var det en markant økning i kolonnekjøring ved vindstyrke 6 – liten kuling. For E6 stiger grafen mindre ved vindstyrke 6 - men får et større hopp til vindstyrke 7. Det ser slik sett ut til at vegen over Saltfjellet tåler noe høyere vindstyrker før forholdene blir kritiske. Vegen her er også bygd på fylling, og bør takle større vindstyrker grunnet fraværet av brøytekanter og skjæringer.

Rv890 og 891 utviser spesielt stor forskjell i andel kolonnekjøring ved oppholdsvær og ved samtidig nedbør. Under oppholdsvær er kurven om lag 50 % høyere enn for Saltfjellet ved samtidig nedbør. Ved nedbør, er det spesielt mye kolonnekjøring på Varangerhalvøya allerede ved laber bris – nesten like ofte som over Saltfjellet ved stiv kuling og samtidig nedbør. Jeg antar at skjæringspartiene over Varangerhalvøya, spesielt i Annelvdalen, har skylden i dette. Skjæringene her fylles raskt med snø og gir store problemer for brøytemannskapet ved nedbør. Det kan også være sammenhenger som at nedbør over Varanger ofte akkompagneres av ugunstige vindretninger for skjæringspartiene.



Figur 38 Vindstyrker på Saltfjellet og Varangerhalvøya

Det er også beregnet vindpoeng<sup>[41]</sup> etter Formel 1, samt andel kulingtimer pr mnd for vegene:

- Saltfjellet 1359 poeng og 23 % kulingtimer
- Varangerhalvøya 1382 poeng og 22 % kulingtimer

Figur 38 viser at det på Varangerhalvøya er mer vind omkring laber til frisk bris, og tilgjengelig mindre av de lavere vindstyrkene enn på Saltfjellet. Setter man grensen ved vindstyrke 6 (liten kuling), finner man dog at de to vegene kommer ut med omtrent samme andel kulingtimer pr måned. Poengmessig kommer de to vegene også ganske likt ut.

Grafene for kolonnekjøring og vindfordeling for de to vegene indikerer at Saltfjellet er noe mer robust mot dårlig vær enn vegene på Varangerhalvøya, hvilket indikerer en mer vellykket lokalisering og utforming med hensyn på drivsnøproblematikken. Merk at Varangerhalvøya i tillegg har nattestengt store deler av vinteren.

<sup>41</sup> Vindpoeng/mnd E6 og Rv890/891:

CD:\Klima\5\_diverse\_utregninger\Vindpoeng\_mnd\

### **5.1.3 Bruk av klimaanalyser**

I kapittel 3 ble det utarbeidet sammenhenger mellom værforhold og når det innføres kolonnekjøring, og her i kapittel 5 har de ulike høyfjellsvegene blitt sammenlignet opp mot hverandre på grunnlag av resultatene i kapittel 3. I det følgende vil jeg diskutere områder hvor slike analyser kan være til nytte.

#### **Prognoser for kolonnekjøring og stenging**

Ved hjelp av analysene kan man bruke resultatene til å utarbeide prognoser for kolonnekjøring og stenging fremover i tid. Da bør en også analysere sammenheng mellom meteorologiske varsler (meteogrammer) og faktiske værforhold, eller sammenligne meteogrammer mot kolonnekjøringshistorikk direkte. Slike prognoser for kolonnekjøring vil være til nytte for entreprenørene i arbeid, så vel som for varsler ut til trafikantene via vegvesenet.

Etter det har fått kjennskap til gjennom mitt arbeid er et system av denne typen for prognosevarsling under utarbeidelse i seksjon for Veg- og trafikkforvaltning, Statens Vegvesen Region Vest.

#### **Analysere resultatene av ulike innsatsnivå i vinterdriften**

Hvis innsatsnivået i vinterdriften blir endret fra ett år til det neste, som ved overgang til en ny funksjonskontrakt med forandring i budsjett og bemanning, vil en kunne oppleve endring også i regulariteten. En forandring i antall timer med kolonnekjøring og stenging alene sier lite, da klimaet kan variere mye fra ett år til neste. Utfører man derimot en analyse hvilke værforhold som fører til kolonnekjøring, danner man seg et bedre bilde av dette. Opplever man for eksempel mindre kolonnekjøring og mer stenging ved like klimatiske forhold og uten spesielle forhold som skal medføre stenging, kan det indikere et for lavt innsatsnivå.

#### **Ved planleggingen av ny veg**

Analysen kan være til nytte også i planleggingen av en ny veg. Med kjennskap til sammenheng mellom kolonnekjøring og vindstyrke for veger i områder med lignende klima, kan man gi et anslag for den endringen en vil oppleve i regulariteten ved ulike investeringsnivåer. Sammen med beregninger for trafikk tall gir dette et verktøy i nytte/kostnadsberegningene, hvor man kan verdsette regulariteten i kroner og øre. Eksempelvis kan valg av en høyere vegstandard vise seg å være mer lønnsomt når man har bedre prognoser for den regulariteten en kan forvente på den planlagte vegen.

## 5.2 Vurdering av vegutforming

*Vurdert opp mot egne observasjoner fra fem høyfjellsveger*

Generelt har jeg observert at de beste strekningene på høyfjellsvegene, med tanke på drivsnøproblematikk, er strekninger som ligger på fyllinger. E6 over Saltfjellet er eksempelvis i høy grad bygget på fyllinger. Denne vegen viser seg å ha lite kolonnekjøring sett opp mot registrerte vindstyrker (kap. 3.4.2). Sammenlignet med Varangerhalvøya (i kap.5.1.2) fant man at Saltfjellet kom best ut med tanke på hvilke vindstyrker det innføres kolonnekjøring.

Også over Varangerhalvøya er vegene i stor grad bygget høyt i terrenget på fyllinger, men det er situasjonen i skjæringspartiene som typisk utløser kolonnekjøring. Skjæringene i Annelvdalen langs Rv891 fremstod som det vanskeligste partiet. Også på Haukelivegen og Hemsedalsfjellet finner man at de vanskeligste partiene er i skjæringer som driver igjen ved visse vindretninger.

Foruten vanskelige skjæringspartier, er det flere steder hvor rekkverk skaper problemer i vinterdriften. Disse samler effektivt snø i vegen, og er gjerne vel så problematiske på fyllinger som ellers, da fyllinger ofte er bygd i åpnere områder med lite ly for vind og drivsnø. På Saltfjellet fremstod en nedføring av rekkverksende i forbindelse med en bro som et punkt som ofte var utløsende faktor for innføring av kolonnekjøring.

I mange partier langs skjæringer er vegene utformet med fresefelter, som langs Haukelivegen og Strynefjell. Fresefeltene bedrer kjøreforholdene ved å felle ut drivsnø før vegbanen, og letter vinterdriften for brøytemannskapene man kan jobbe trygt med snøfres utenfor vegbanen under uvær. Anlegging av fresefelter kan være et godt utbedringstiltak for mange eksisterende vegeer. For planlegging av nye vegeer bør en likevel foretrekke å heve vegen på fyllinger fremfor å prosjektere med fresefelter, da fyllinger krever mindre driftsinnsats gitt en vellykket utforming.

**Tabell 12 Stikkord – erfaringer fra veg på fylling og skjæring**

Type	Erfaringer - stikkord
Veg på fyllinger	<ul style="list-style-type: none"><li>- Generelt de beste partiene av høyfjellsvegene mhp. drivsnø, forutsatt tilstrekkelig høyde over terrenget</li><li>- Rekkverk bør unngås på fyllinger, da de ofte samler mye snø og skaper siktproblemer. Spesielt i kombinasjon med fonndannende vindretninger normalt på vegen.</li></ul>
Veg på skjæringer	<ul style="list-style-type: none"><li>- Generelt vanskeligere strekninger mhp. drivsnø</li><li>- Lokalisering mhp. fonndannende vindretninger og bruk av lune partier er spesielt viktig for å oppnå gode forhold</li><li>- Skjærings siden bør spesielt ikke vende mot fonndannende vindretninger</li><li>- Fresefelter vil i mange situasjoner bedre forholdene i skjæringspartier</li></ul>



## Kilder

### Trykte kilder

#### **Statens Vegvesen**

- 1975 Statens Vegvesen, Veglaboratoriet. Meddelelse nr 49  
En samling av rapporter innen snørelaterte emner, herunder ”Registrering og bruk av klimadata ved planlegging av høyfjellsveger” og ”Lokalisering og utforming av veger i drivsnømråder” av Harald Norem.
- 2005 Meteorologi og klimastasjoner  
En veileder for ansatte i Statens Vegvesen og driftsentreprenører. Utarbeidet i samarbeid mellom Meteorologisk Institutt og Vegdirektoratet.

#### **Norem, Harald**

- 1969 Kartlegging av fonnområder på E76 mellom Prestegårdstunnelen og fylkesgrensa Telemark
- 1970 Helårsvegen over Saltfjellet. Vurdering av Snøforholdene.
- 1974 Utforming av veger i drivsnømråder  
Prosjektrapport fra Norems licentiatstudium ved NTH
- 1975 RV. 891 Gednje vegkryss – Båtsfjord. Oversiktsplan.
- 1993 Håndbok 167 ”Snøvern”  
En veileder i Statens Vegvesens håndbokserie.

#### **Tabler, Ronald D.**

- 1994 Design Guidelines for the Control of Blowing and Drifting Snow

#### **Thordarson, Skuli**

- 2002 Wind Flow Studies for Drifting Snow on Roads

## Nettsider

### **eklima.met.no**

<http://eklima.met.no/> - Tjeneste fra DNMI for ekstern tilgang til klimadata

*Sist besøkt: 25. mai 2009*

### **www.vegvesen.no**

<http://viskart.vegvesen.no/> - Vegkart for Norge, gir bl.a. tilgang til å lese ut parsellnummer og meterverdier, samt trafikk tall.

*Sist besøkt: 25. mai 2009*

### **www.ngi.no**

<http://www.ngi.no/no/snoskred/> - daglig oppdatert skredfare for Grasdalen

*Sist besøkt: 26. mai 2009*

### **www.regjeringen.no**

<http://www.regjeringen.no/se/dep/sd/pressepenter/pressemeldinger/2009/ntp-fylkesvis-oversikt--forslag-og-tilta.html?id=549153#sognogfjordane> – En pressemelding hvor bl.a. tiltak på Strynefjellet omtales.

*Sist besøkt: 26. mai 2009*

### **www.senorge.no**

<http://senorge.no/> - daglig oppdaterte kart viser snø, vær, vann og klima for Norge.

*Sist besøkt: 26. mai 2009*

### **www.smallsoft.com**

<http://www.smallsoft.com/klima/Klimadat.htm#GEDNJE> – Direktevisning av klimamålinger og webkamera, fra klimastasjon ved Gednje vegkryss

*Sist besøkt: 26. mai 2009*

## Andre kilder

*Kvåle, vinterkonf. 2007*

En presentasjon med tittelen ”Vinterdrift av høgfjellsvegar”  
Lagt frem av Kjell Kvåle under Vinterkonferansen 2007.  
CD:\Andre\_kilder\Kjellkvale\_vinterkonferansen.ppt



## Vedlegg

### Vedlegg 1 Beaufort-skalen

NAVN PÅ VINDSTYRKE	BEAUFORT	HASTIGHET M/S
Stille	0	0,0 - 0,2
Flau vind	1	0,3 – 1,5
Svak vind	2	1,6 – 3,3
Lett bris	3	3,4 – 5,4
Laber bris	4	5,5 – 7,9
Frisk bris	5	8,0 – 10,7
Liten kuling	6	10,8 – 13,8
Stiv kuling	7	13,9 – 17,1
Sterk kuling	8	17,2 – 20,7
Liten storm	9	20,8 – 24,4
Full storm	10	24,5 – 28,4
Sterk storm	11	28,5 – 32,6
Orkan	12	32,6

### Vedlegg 2 Snøtransport

	VINDHASTIGHET	KARAKTERISTIKK
Kryping	4 – 7 m/s	Snøkorn ruller langs snøoverflaten
Byksing	8 – 10 m/s	Snøkorn "bykser" rundt 25 cm høyt og 1 m langt før de igjen treffer bakken
Suspensjon	12 m/s +	Snøpartikler holdes svevende i luftstrømmen, mesteparten i et sjikte lavere enn 2 m over bakken

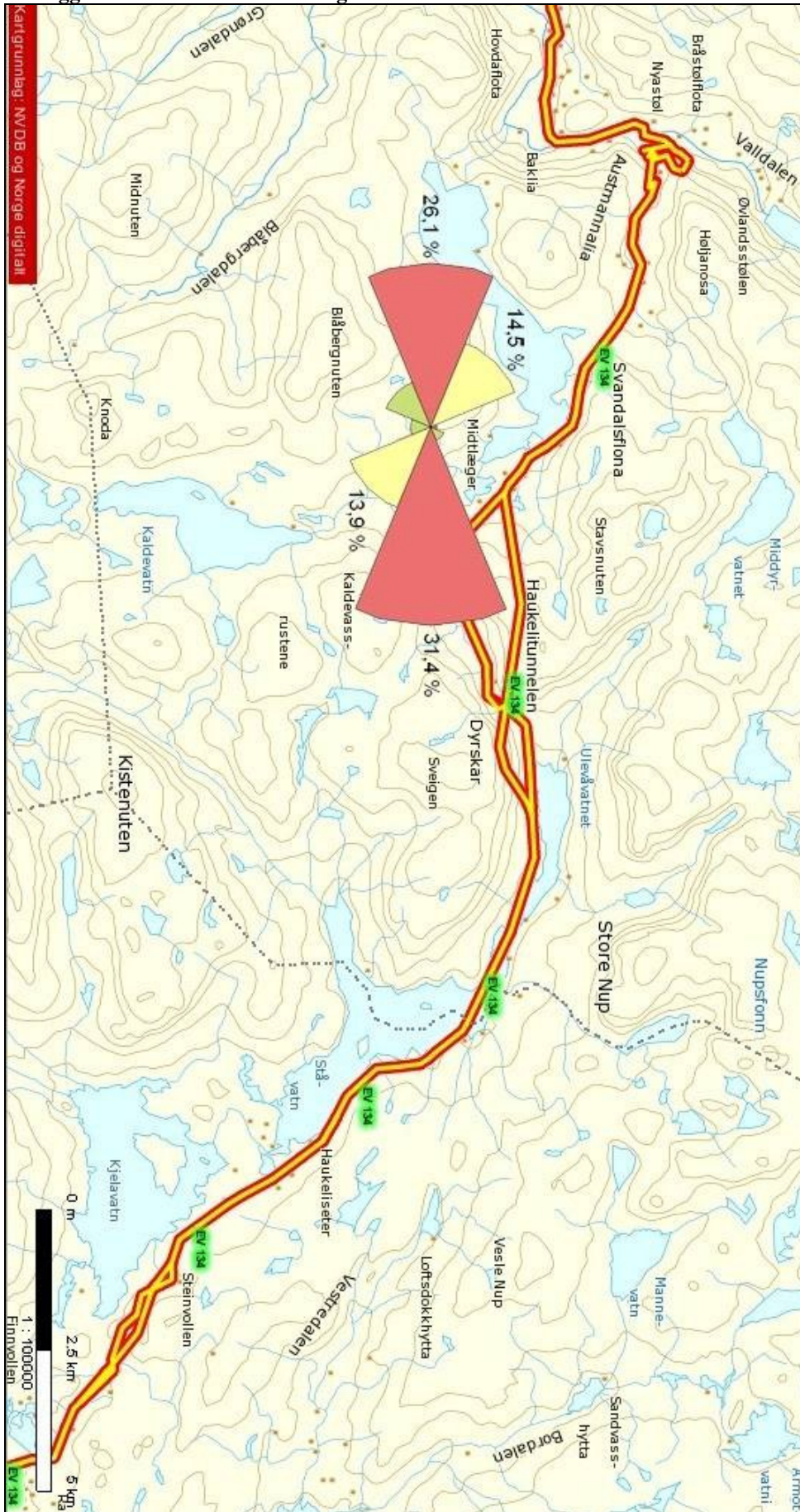
The diagram illustrates three modes of snow transport:
 

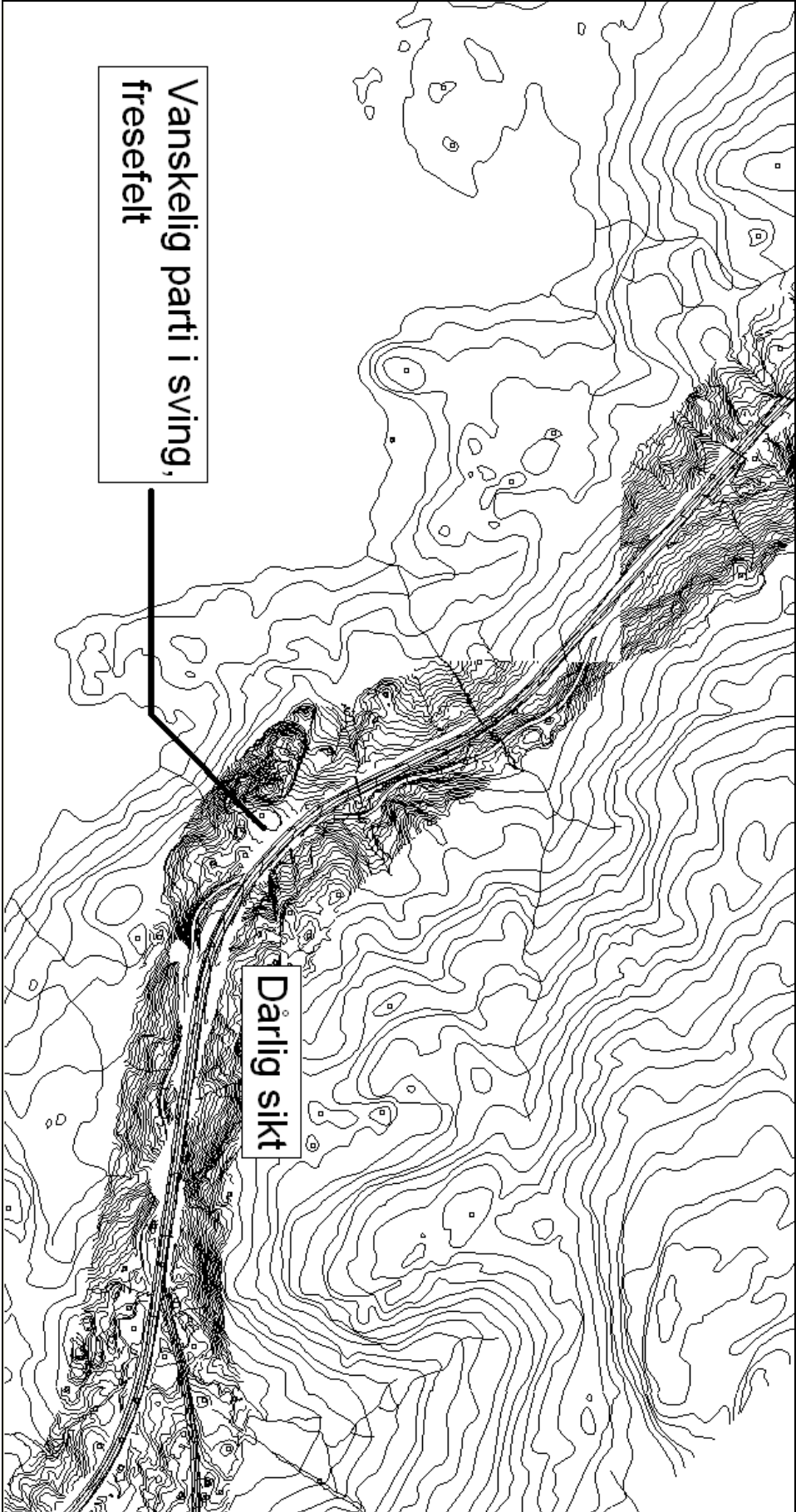
- Suspensjon:** A vertical plume of snow particles is shown, with a height indicated as '1 til 10m'.
- Byksing:** Snow particles are shown being lifted into the air, with a height of '10 til 25cm' and a horizontal distance of '1 m' before falling back to the ground.
- Kryping:** Snow particles are shown rolling along the surface, with a height of '1 til 3mm'.

**Vedlegg 3 Klimadata for Haukelivegen 20. - 24. jan 2009**

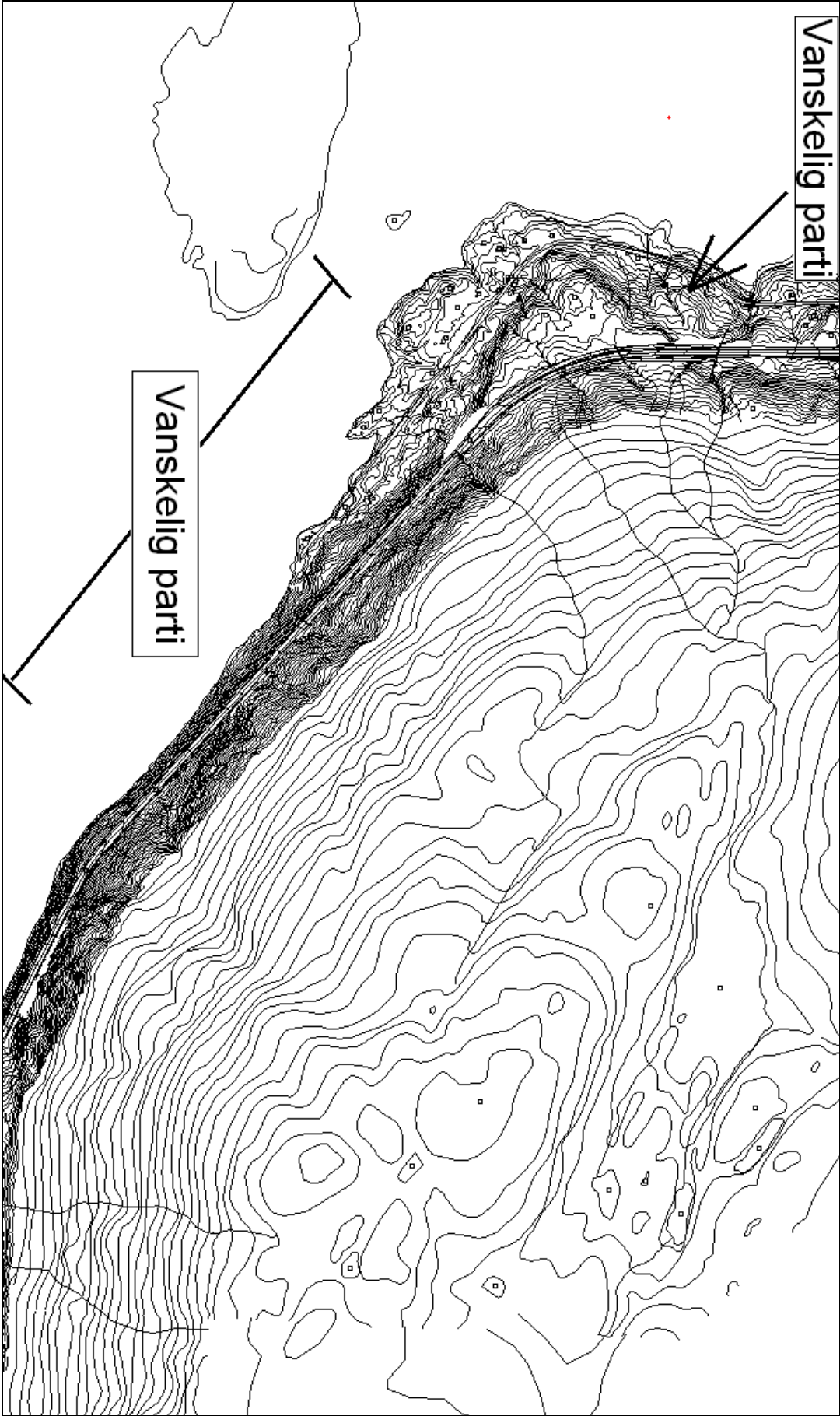
	Navn			M.O.H.	Kommune	
Stasjoner	MIDLÆGER			1079	ODDA	
	RØLDAL			393	ODDA	
Elementer						
Kode	Navn			Enhet	Stasjon	
FFM	Middel av vindhastigheter			m/s	Midtlæger	
FFX	Høyeste vindhastighet			m/s	Midtlæger	
FGX	Kraftigste vindkast			m/s	Midtlæger	
RR	Nedbør			mm	Røldal	
DD*	Vindretning				Midtlæger	
Dato		FFM	FFX	FGX	RR	DD
20.01.2009		10,5	22,4	29,3	0,2	SØ
21.01.2009		6,8	11,6	17,9	10,8	S
22.01.2009		13,1	19,6	22,6	29,0	ØSØ
23.01.2009		15,4	22,3	26,7	0,7	Ø
24.01.2009		10,5	20,9	26,7	0,0	ØSØ

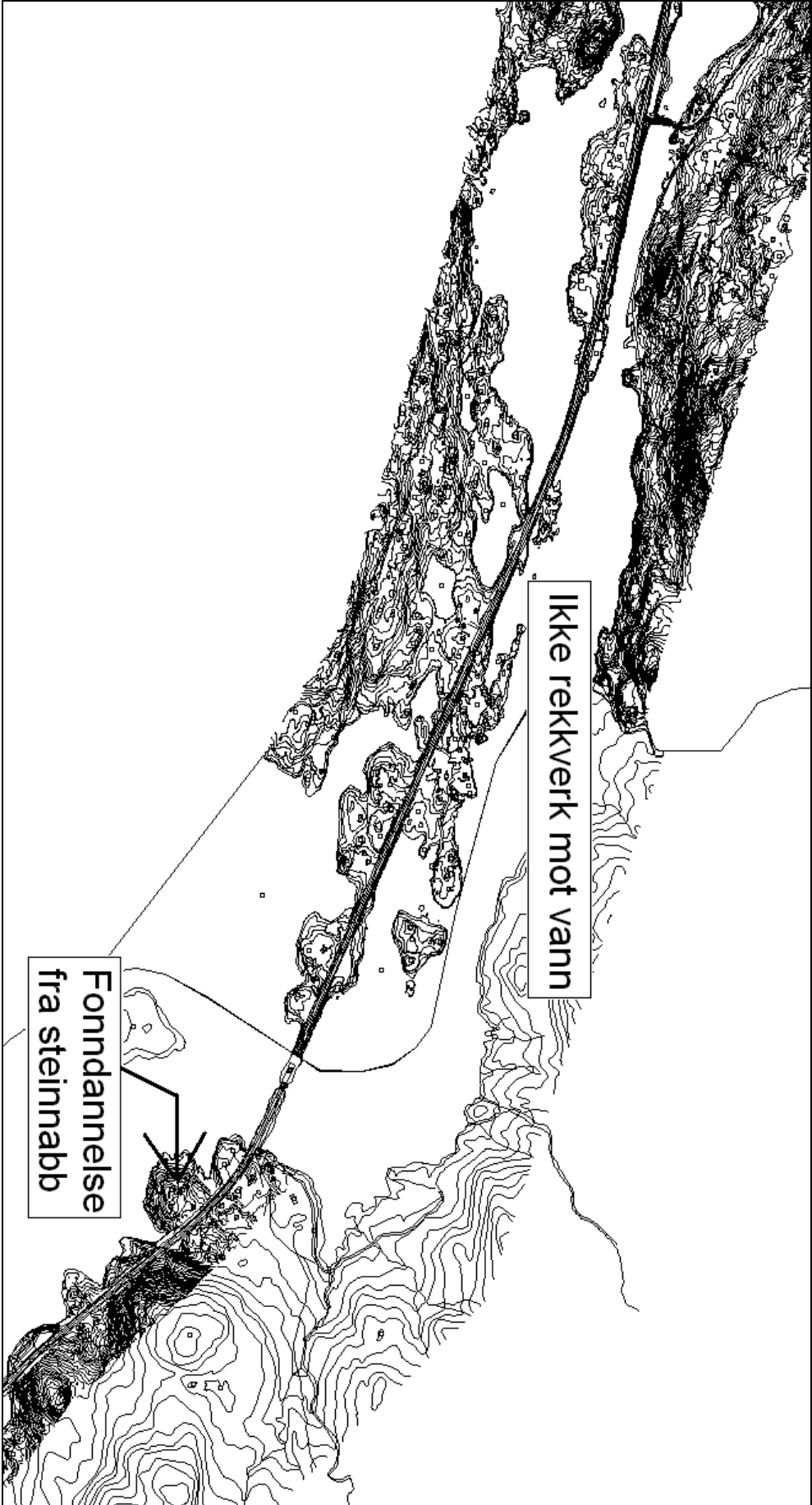
### Vedlegg 4 Vindrose over Haukelivegen





Vedlegg 6 Haukelivegen øst, problempunkt #2

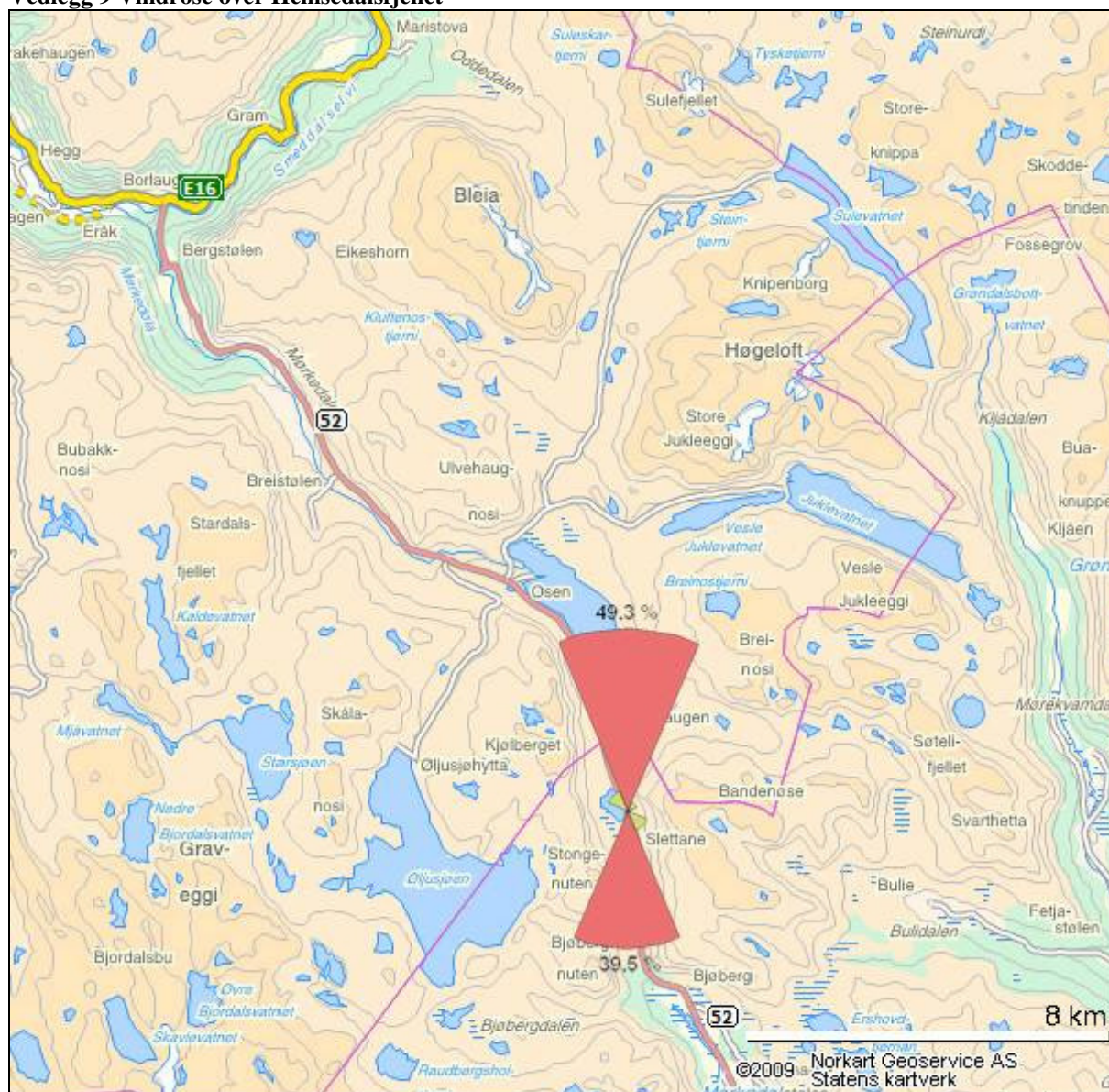




**Vedlegg 8 Vestsiden – vestover fra Haukelitunnelen**

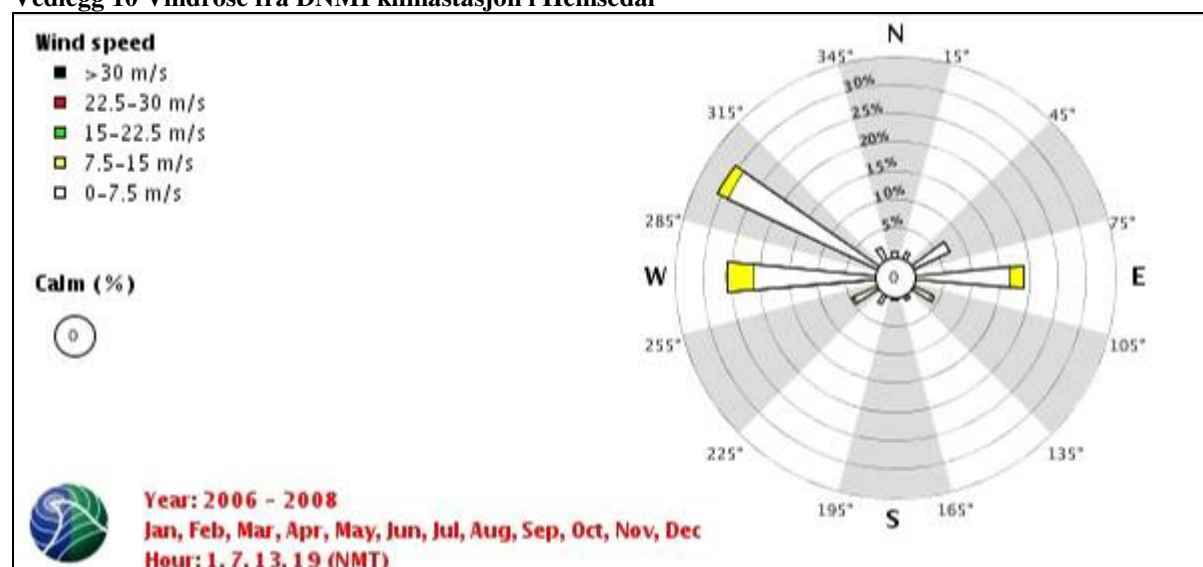


### Vedlegg 9 Vindrose over Hemsedalsfjellet

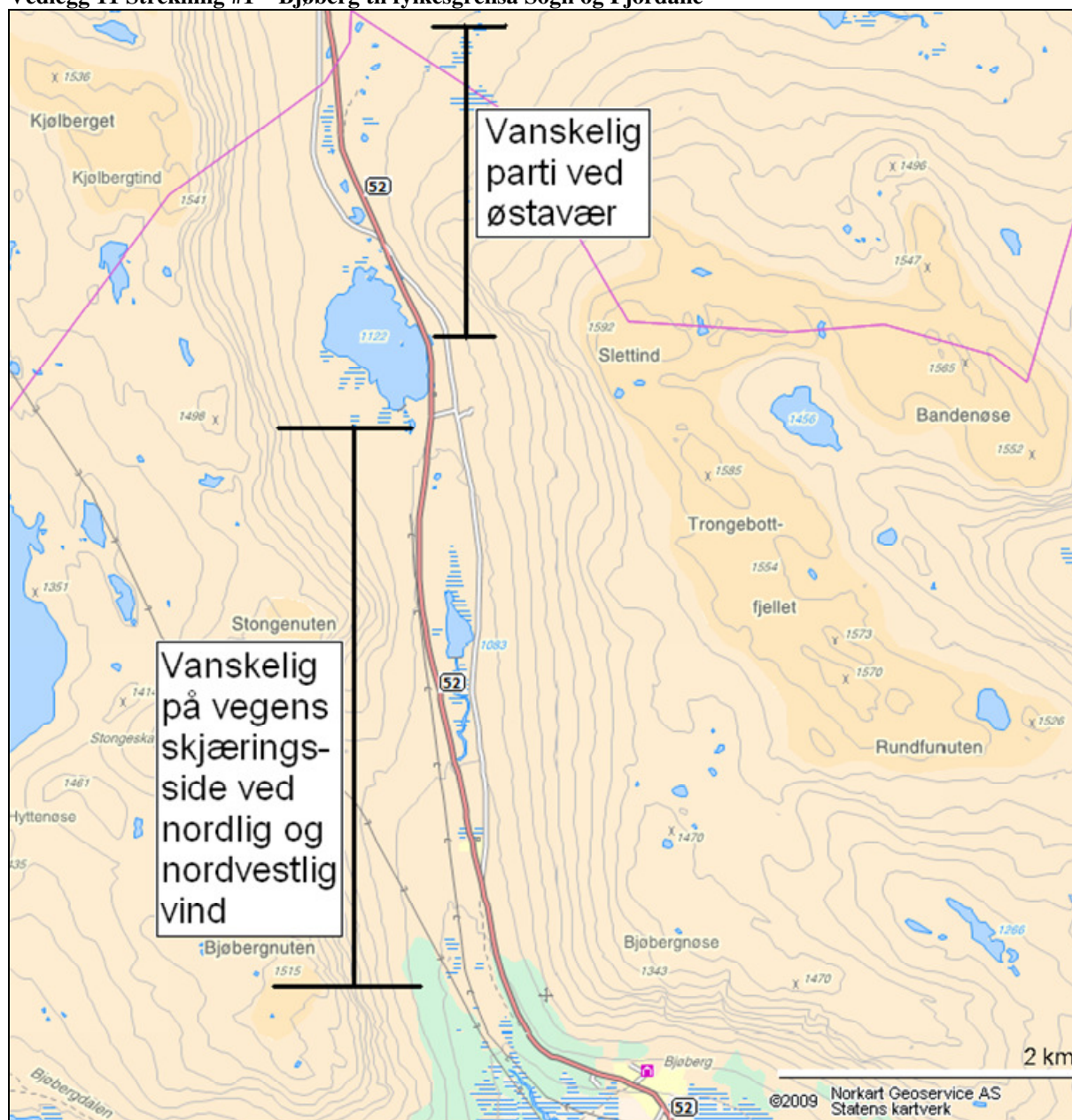




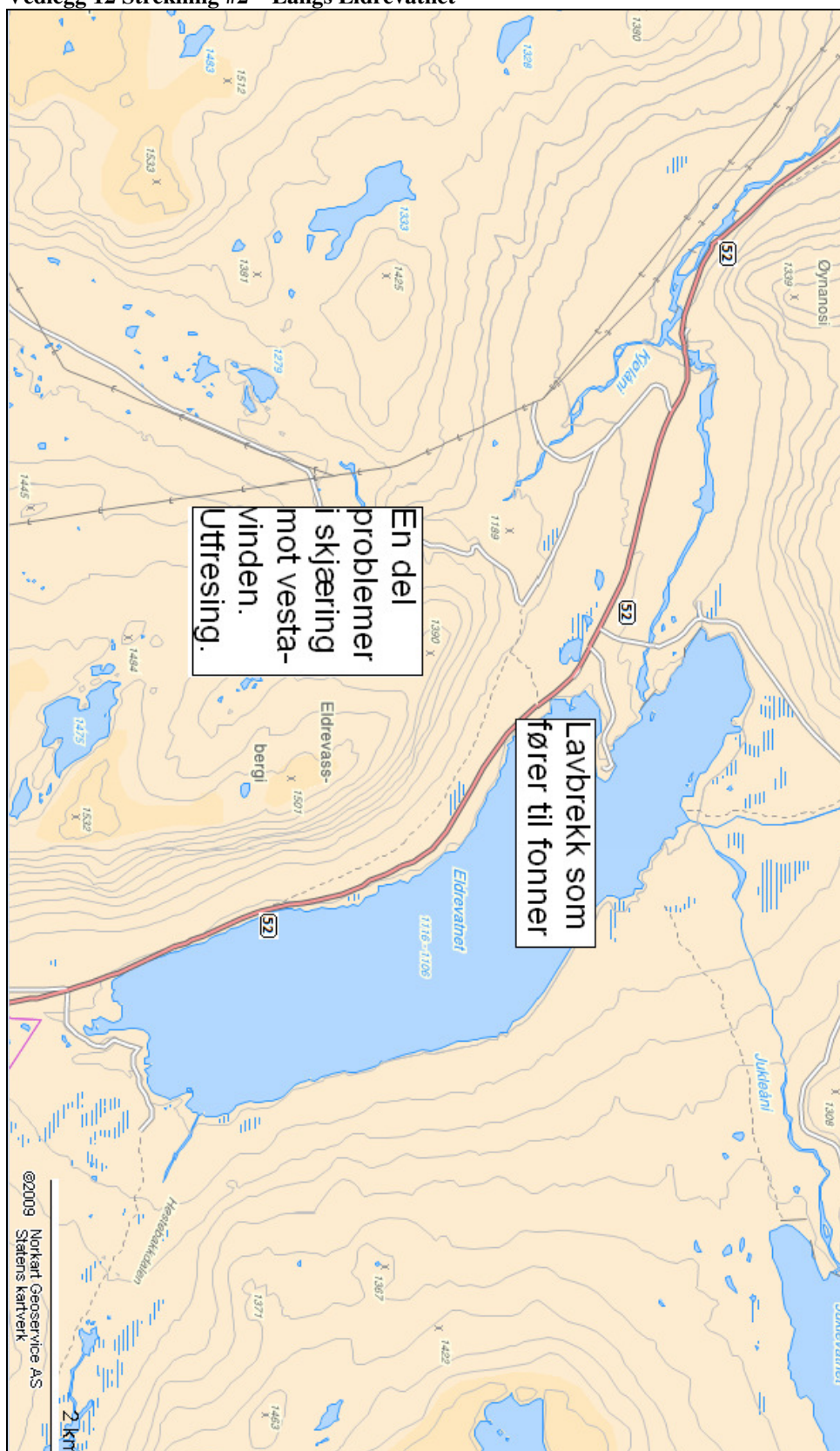
Vedlegg 10 Vindrose fra DNMI klimastasjon i Hemsedal



Vedlegg 11 Strekning #1 – Bjøberg til fylkesgrensa Sogn og Fjordane

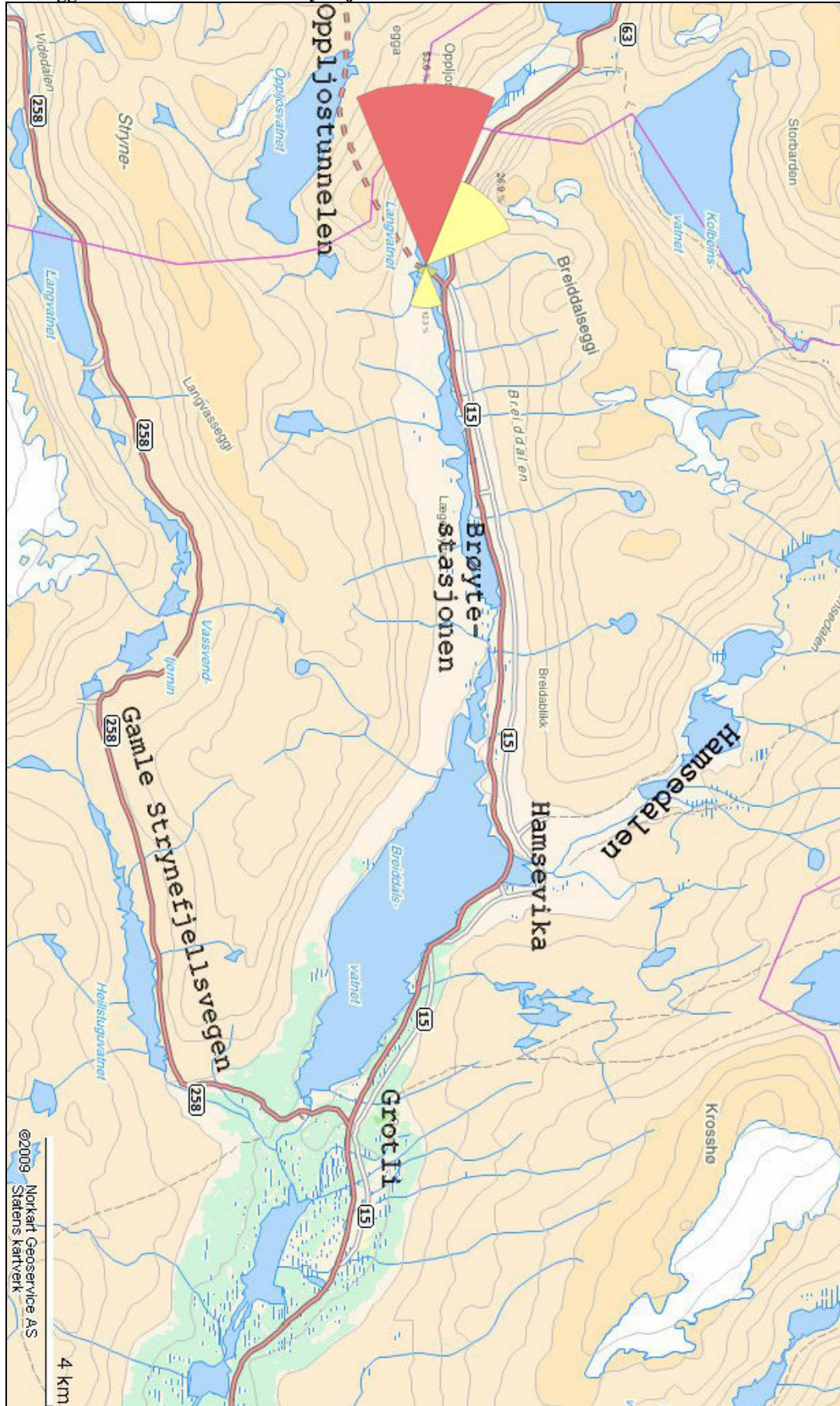


## Vedlegg 12 Strekning #2 – Langs Eldrevatnet

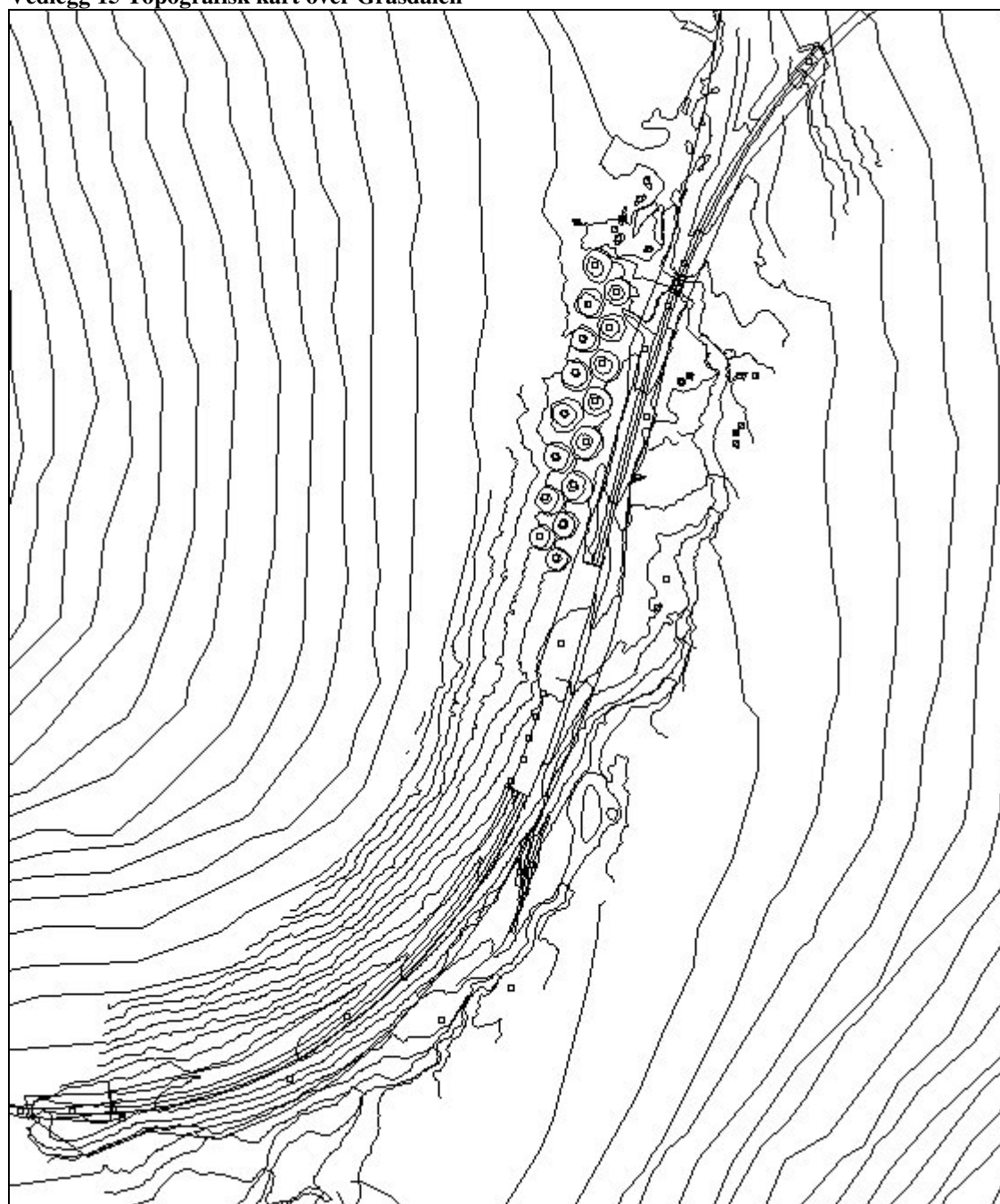




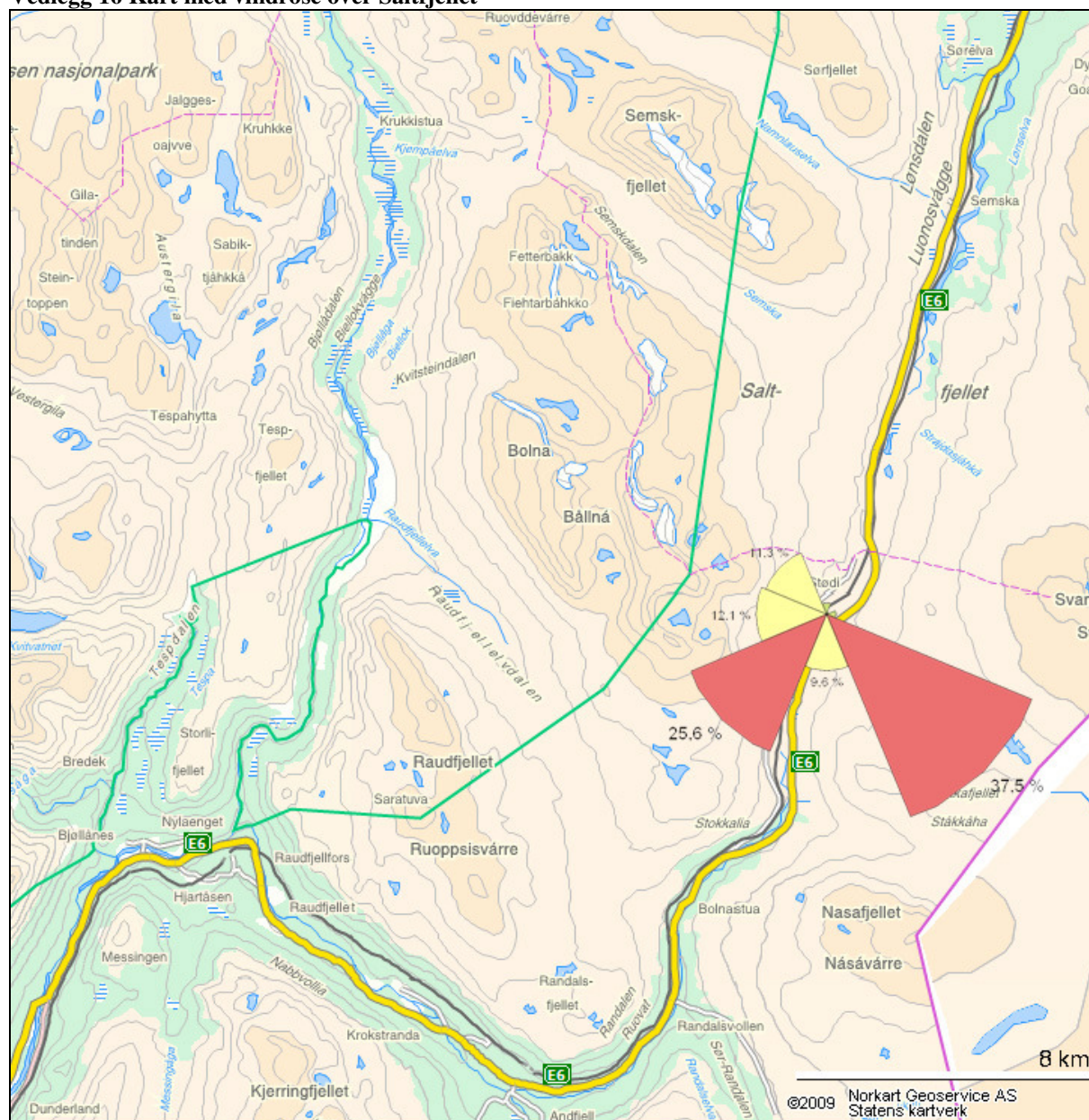
Vedlegg 14 Oversiktskart over Strynefjellet med vindrose



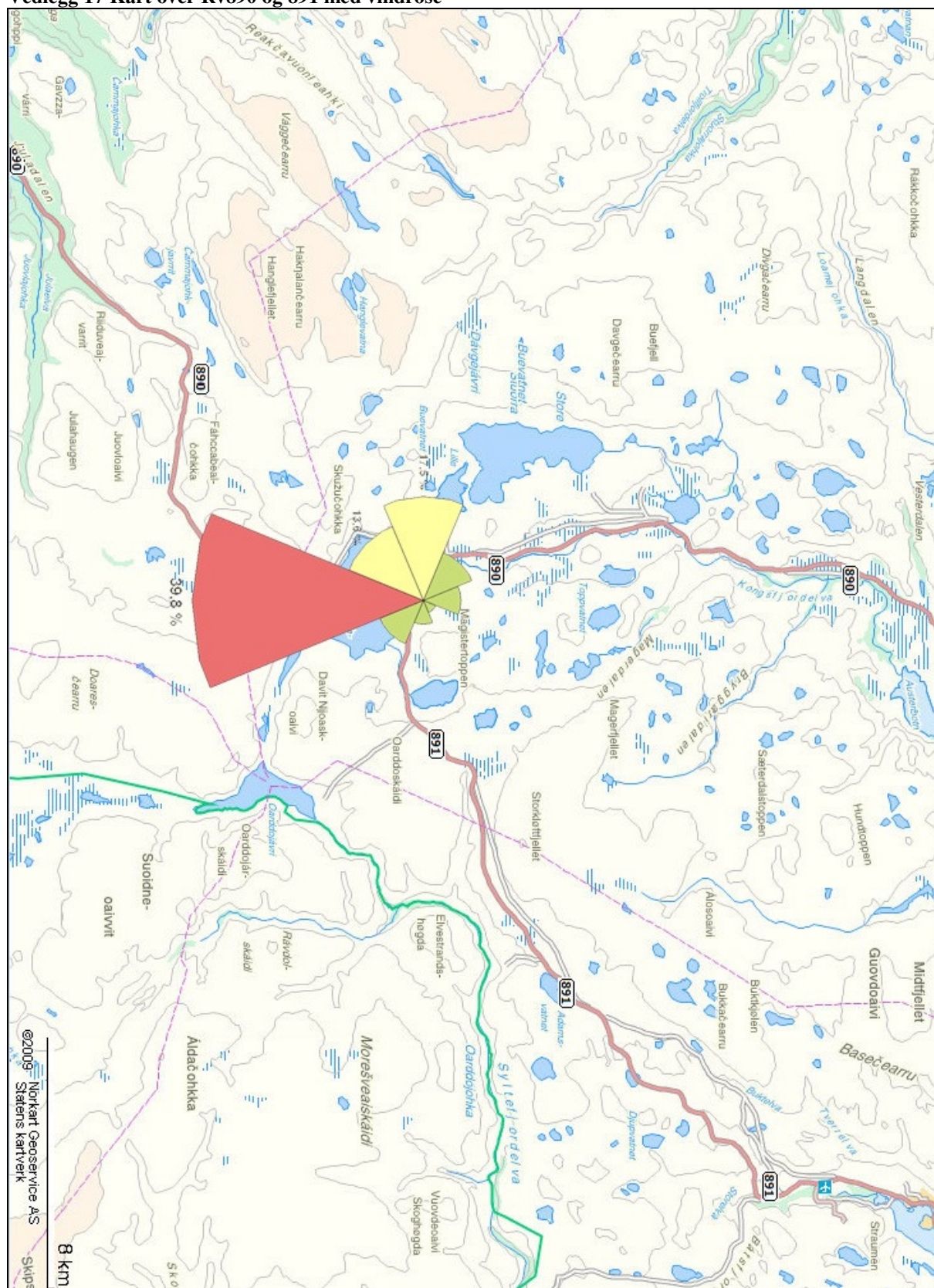
Vedlegg 15 Topografisk kart over Grasdalen



Vedlegg 16 Kart med vindrose over Saltfjellet

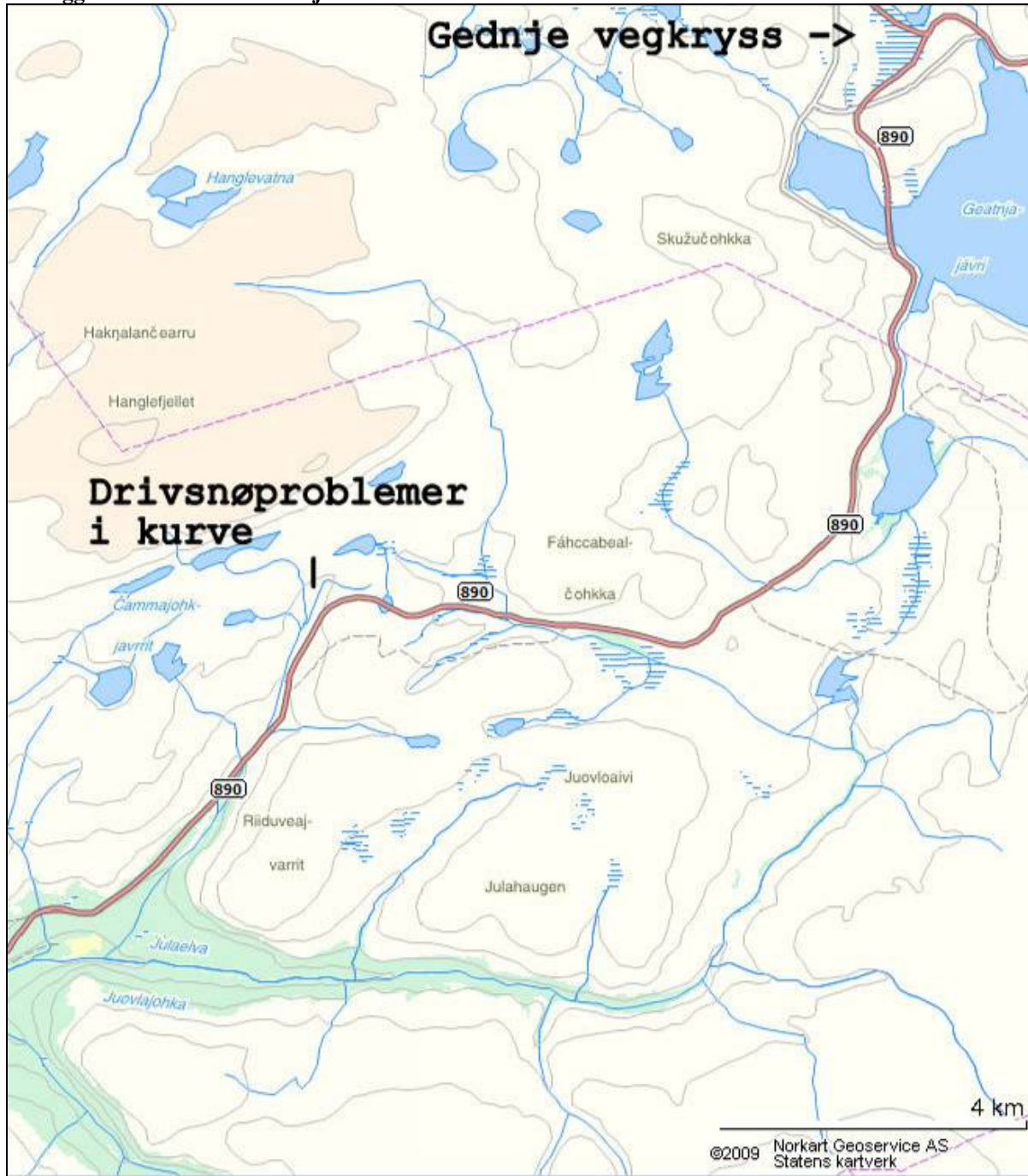


Vedlegg 17 Kart over Rv890 og 891 med vindrose

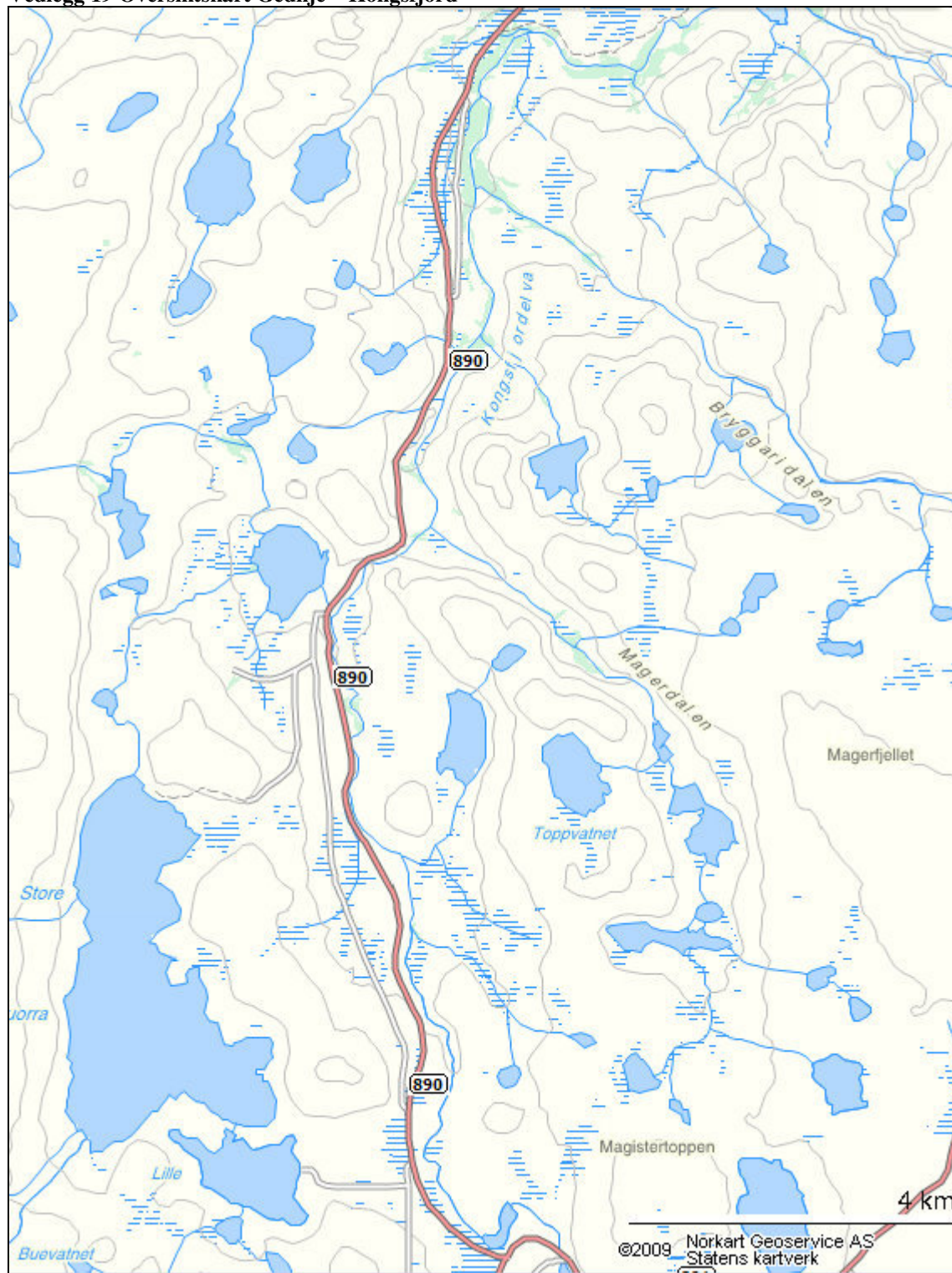




Vedlegg 18 Oversiktskart Gednje - Auster-Tana



Vedlegg 19 Oversiktskart Gednje – Kongsfjord



Vedlegg 20 Oversiktskart Gednje – Båtsfjord

