

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# klima

LOKALKLIMAGRANSKING I SAMBAND MED NY E6 GJENNOM  
STEINKJER

Per Øyvind Nordli

RAPPORT NR. 19/97 KLIMA



# DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT  
POSTBOKS 43 BLINDERN, N - 0313 OSLO

TELEFON 22 96 30 00

ISSN 0805-9918

RAPPORT NR.  
19/97 KLIMA

DATO  
09.07.97

## TITTEL

**LOKALKLIMAGRANSKING I SAMBAND MED NY E6 GJENNOM STEINKJER**

## UTARBEIDD AV

Per Øyvind Nordli

## OPPDRAKSGJEVARAR

Statens vegvesen, Nord-Trøndelag

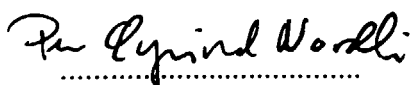
## SAMANDRAG

Stabiliteten i lufta verkar inn på konsentrasjonen av ureining over Steinkjer. Har lufta stor vertikal stabilitet, vil ureining mellom anna frå biltrafikken vanskeleg bli transportert oppover i atmosfæren og dersom vinden i tillegg er svak, er transporten langs bakken også liten. Lufta vil såleis ha størst konsentrasjon av ureining når ho har stor vertikal stabilitet og vinden er svak.

Mælingar som vart gjorde i perioden desember 1996 til mars 1997 kan tyde på at lufta er stabil i dei nedste 40 m over bakken i noko under 50 % av tida og av desse tilfella var vinden mindre enn eller lik 1 m/s i om lag halve tida. Dette gjev kombinasjonen svak vind og stabil luft i om lag 25 % av tida. Men innafor denne gruppa med ugunstige situasjonar er det gradforskjellar. I dei aller mest stabile tilfella i det nedste luftlaget ( $>10^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  i luftlaget mellom 2 og 10 m) er det ingen vesentleg drenasje ut mot fjorden frå Finnmarka, berre veikt kaldluftssig nedover skråningane. Mælingane tyder på at desse situasjonane varar ved i mindre enn 10% av tida.

Generelt er det uheldig å pumpe avgassane frå tunnelen ut ved nordre inntaket då dette ligg nær ein skule og vestavinden kan føre ureining med seg rett mot skulen. Annleis vil det vera når lufta er stabil. Då er det drenasje nedover dalen frå skulen mot inntaket slik at ureining bør kunne sleppast ut ved nordre tunnelinntaket utan at ureininga får konsekvensar for skulen.

## UNDERSKRIFT



Per Øyvind Nordli  
SAKSHANDSAMAR



Bjørn Aune  
FAGSJEF

**Innleiing.**

Valt trase for E6 er lagt gjennom sentrum av Steinkjer og spørsmålet er kva ulemper ei slik framføring skaper for miljøet i byen i form av ureining av lufta. Veritas har fått i oppdrag å svara på det spørsmålet, medan DNMI er bede om å granske lokalklimaet langs traseen fordi dette vil vera viktige grunnlagsdata for problematikken omkring luftureining.

Til hjelp for granskingane vart det sett opp to meteorologiske stasjonar i sentrum av byen. Desse saman med den allereie eksisterande stasjonen 71000 Steinkjer - Egge, vart vurdert til å vera tilstrekkeleg datagrunnlag for granskinga. I tillegg tok ein sikte på å bruke lengre seriar av vindmælingar, spesielt vart Værnes peika ut som ein høveleg stasjon med lang dataserie.

Denne rapporten er den fyrste av to og femner månadene desember - mars.

**Det planlagde inngrepet og dei tilgjengelege observasjonsdata.**

Traseen går i tunnel under Eggevammen, figur 1. Søre tunnelinngangen ligg i sentrum nær kjøpesenter og bustadhus, medan nordre tunnelinngangen ligg utanfor regulert område på eit jorde, men med ein skule like austafor og ovafor inngangen.

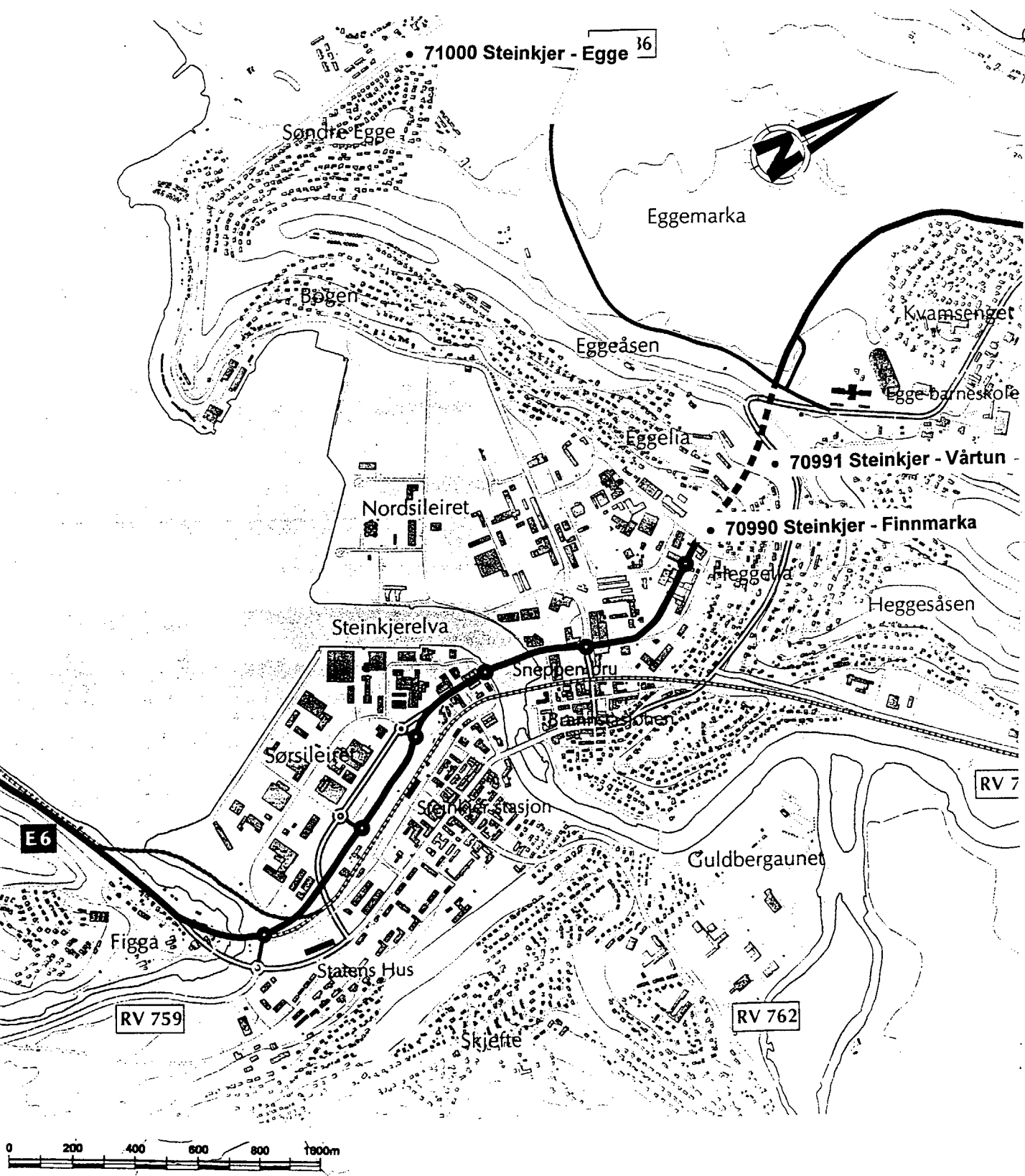
DNMIs regulære klimastasjon (71000 Steinkjer - Egge, figur 1) på Søre Egge ligg ope til på eit jorde og er godt eksponert for vind. Spesielt viktig vil det vera å studere drenasjevinden på denne staden fordi han ber bud også om drenasjevinden ved nordre tunnelinngangen.

Den søre tunnelinngangen ligg nærare fjorden, men mykje meir skjerma enn den nordre. Skjerminga gjer seg gjeldande i alle sektorar med unntak av sektoren i sør der det finst passasje ut mot fjorden.

Dei to meteorologiske stasjonane vart sette opp den 3. desember 1996. Den eine vart lagt svært nær planlagt trase ved søre tunnelinngangen (70990 Steinkjer - Finnmarka) medan den andre ligg eit stykke oppe i ei skråning austafor tunnelinngangen (70991 Steinkjer - Vårtun), figur 1. Høgdedifferansen mellom stasjonane er 41 m.

Instrumenteringa på stasjonane er:

70990 Steinkjer - Finnmarka (6 m o.h.)	70991 Steinkjer - Vårtun (47 m o.h.)
Vindfart, 10 m over bakken	Temperatur 2 m over bakken
Vindretning, 10 m	
Temperatur 2 m	
Temperaturdifferanse (10 m - 2 m)	



Figur 1 Kart over Steinkjer med innteikna ny trase for E6 (stiplinga viser tunnelen)

## Vurdering av drenasjevind og stabilitet.

Som eit supplement til standard spreingsmodellar for luftreining, vil vi i denne rapporten vurdere drenasjevind og stabiliteten i lufta over Steinkjer. Drenasjevinden blir granska fordi han fører urein luft bort frå byen. Og er lufta instabil, vil ureining også kunne bli ført bort vertikalt. Er lufta derimot stabil, verkar stabiliteten til å hindre slik utveksling. Såleis vil dei alvorlegaste tilfella av luftreining i byen vise seg når lufta er stabil og drenasjestråmen fråverande. Då kan same luftmassane bli liggjande over byen og ta opp ureining gjennom lengre tid slik at konsentrasjonen av ureining kan auke etter som vêrsituasjonen varar ved.

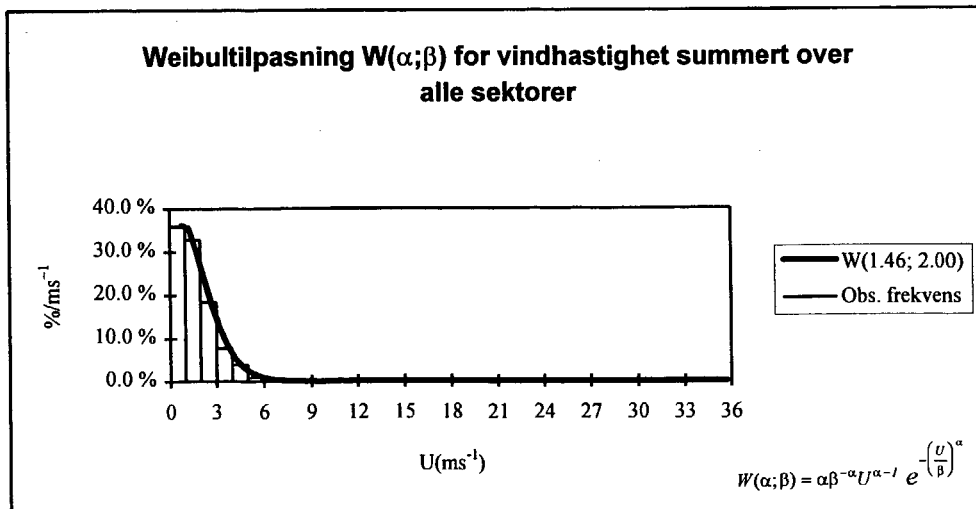
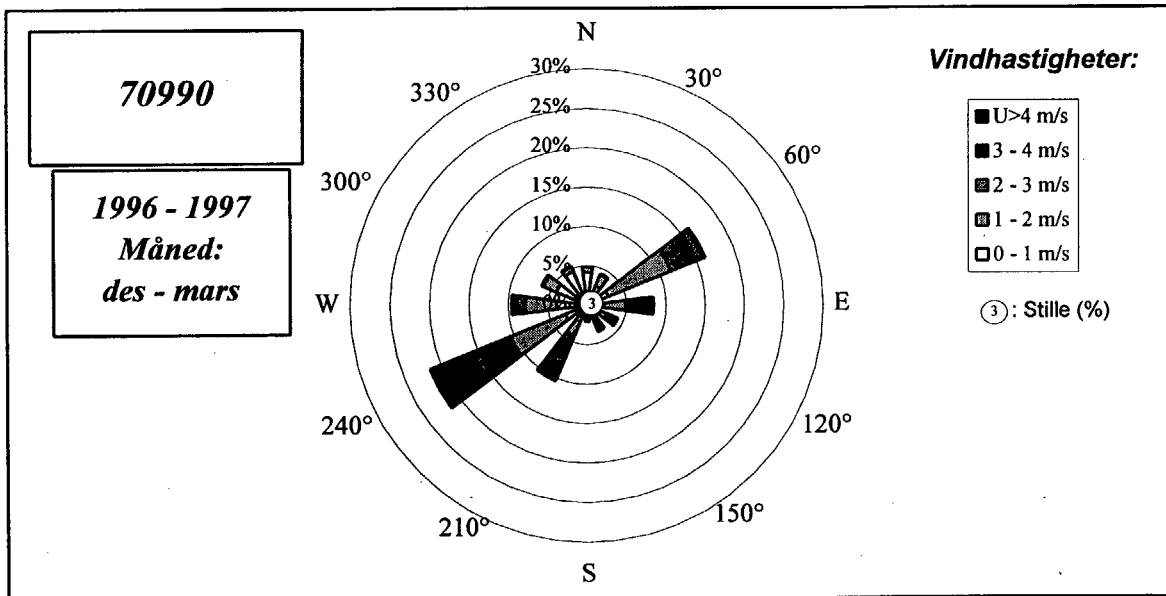
På figurane 2a (Finnmarka) og 2b (Egge) er vist frekvensen av vinden fordelt på i alt 12 vindretningar, i form av ein tabell øvst på arket og som ei "vindrose" midt på arket. Oppteljinga er gjort utan omsyn til stabiliteten i lufta. Det viser at for Finnmarka er det to hovudvindretningar som dominerer, 240° (sør-om-vest) med 22% og 60° (nord-om-aust) med 16% av alle tilfella, til saman 38% eller over 1/3 av alle tilfella. Vindretningar omkring nord og aust-om-sør er sjeldne. På Egge fordeler vinden seg på aust og nord-om-aust og dessutan i sektorane omkring sørvest. Desse 4 sektorane utgjer heile 65% av alle tilfella.

Differansen mellom temperaturen i nivåa 10 m og 2 m ( $T_{dif}$ ) vart brukt til å gjera utplukk av dataene. Teoretisk er lufta labil eller ustabil dersom denne differansen er  $\leq -0.08^{\circ}\text{C}$  tilsvarande  $-1^{\circ}\text{C}$  pr 100 m høgdeskilnad. I praksis vil det likevel vera noko problematisk å skilje ut dei stabile vêrsituasjonane på grunn av at lufttemperaturen kan fluktuere og at det er noko støy i mælingane. På figur 3a (Finnmarka) og 3b (Egge) er kravet til stabilitet sett noko høgre, til  $\leq 2^{\circ}\text{C}$  pr. 100. Med eit slikt krav aukar frekvensen av vindretning omkring aust både på Egge og Finnmarka.

Vidare er vindretningsfordelinga studert for dei tilfella at lufta har stor stabilitet nær bakken i det vi stiller som krav at  $T_{dif} > 10^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  (eller minst  $0.8^{\circ}\text{C}$  differanse mellom 10 m og 2 m nivået). Dette fører til dramatiske endringar av vindrosa, figur 4a (Finnmarka) og figur 4b (Egge). Vindretningar omkring vest og sør er nesten fråverande på Egge og vind ned skråninga austafør og nordafør stasjonen dominerer sterkt, dvs. drenasjevind. Vindfart i intervallet 1-3 m/s er typisk for denne vinden. Ser vi vidare på vinden i Finnmarka under same krav til stabilitet, gjev det ei vindrose som er mykje ulik den på Egge. For det fyrste er vinden svakare, svært sjeldan over 1 m/s og vindretninga er som regel omkring nord eller det er stille i 10% av alle tilfella. Den vinden som viser seg, er eit grunt fenomen som kjem i stand ved eit kaldluftssig nedover skråninga nordafør stasjonen.

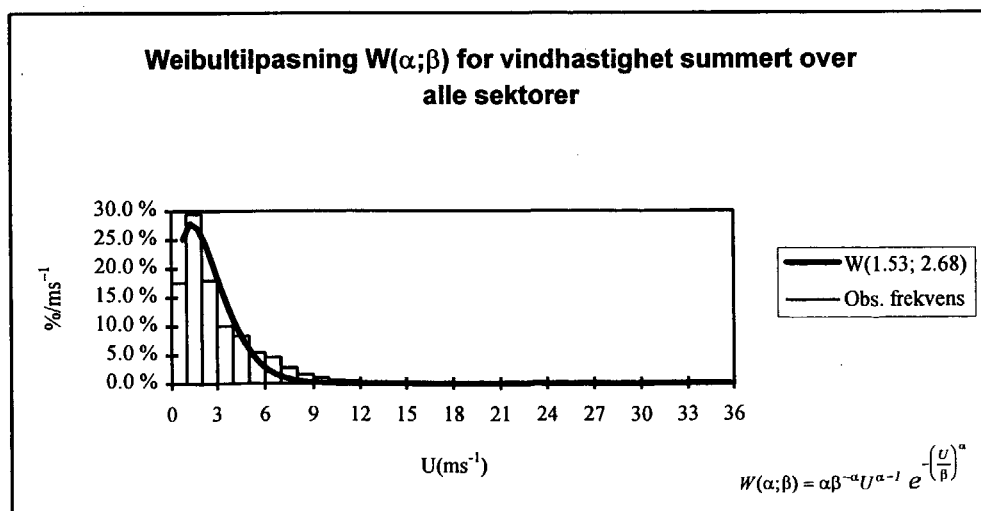
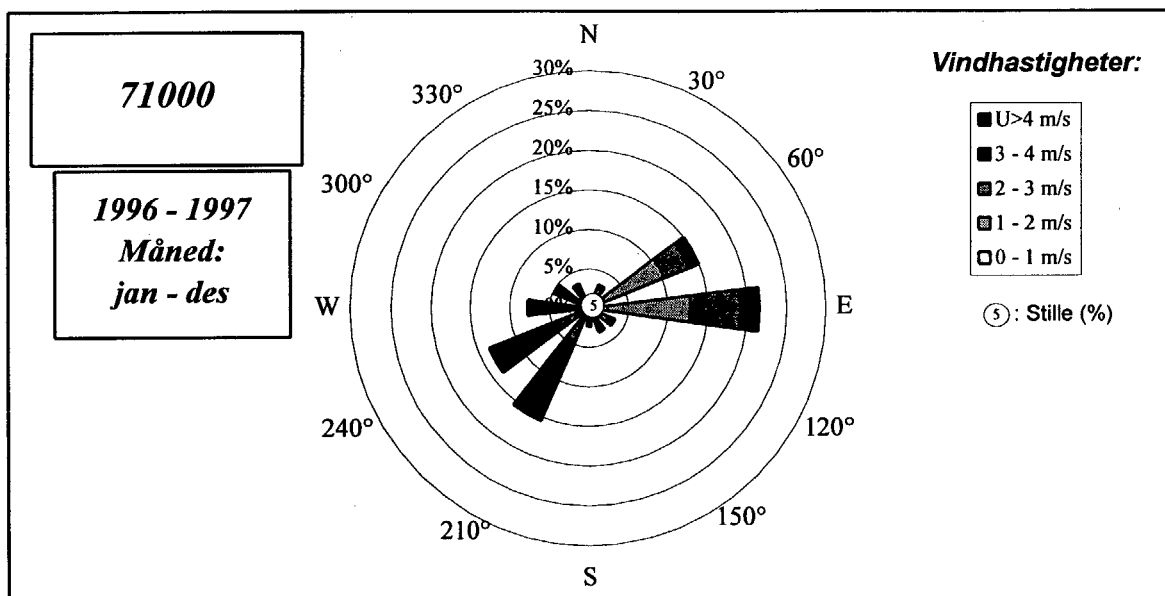
Stabiliteten i lufta vil kunne variere sterkt frå det bakkenære laget oppover mot friare atmosfære. Høgdemælingar for nivå over 10 m for Finnmarka har vi ikkje, men til erstatning kan data frå stasjonen 70991 Steinkjer - Vårtun brukast som ligg 41 m over stasjonen i Finnmarka. Vårtun står i sterkt skrånande terreng slik at temperaturdifferansen mellom stasjonane vil vera tilnærma lik differansen i fri atmosfære over Finnmarka. Stabilitetskriterium gjeldande for fri atmosfære, kan såleis bli erstatta av kriterium til temperaturdifferansen mellom Vårtun og Finnmarka,  $T_v - T_f$ .

Frekvenstabell: 70990		År: 1996 til 1997										Finnmarka				
N = 2843 24 obs/døgn		Måned: des til mars										Alle observasjonar				
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre α β	
360	4.2	0.7										4.9	0.58	0.38	#####	#####
30	2.7	1.5	0.2									4.3	0.89	0.53	#####	#####
60	2.9	8.6	4.4	0.2								16.1	1.59	0.67	0.50	21.68
90	2.1	2.7	2.0	1.3	0.3	0.0						8.5	1.84	1.09	0.50	10.19
120	1.6	1.1	0.6	0.2	0.5	0.2						4.2	1.81	1.54	0.50	3.76
150	1.4	0.6	0.6	0.4	0.4	0.1	0.1	0.0				3.6	2.13	1.74	0.96	2.00
180	1.0	0.8	0.1	0.0	0.1							2.1	1.22	1.04	#####	#####
210	1.2	3.0	3.9	1.7	0.5		0.1					10.4	2.24	1.08	2.21	2.51
240	3.0	7.5	5.2	3.3	1.9	0.5	0.1	0.0				21.5	2.26	1.29	1.80	2.53
270	3.9	3.9	1.1	0.5	0.2							9.6	1.31	0.92	0.50	3.24
300	4.3	1.8	0.2	0.0								6.3	0.80	0.56	#####	#####
330	4.6	0.6	0.1									5.4	0.62	0.46	#####	#####
Skift												0.0				
Stille	3.1	0.0										3.1				
Sum	35.9	32.8	18.4	7.7	3.9	0.9	0.4	0.1				100.0	1.59	1.19	1.46	2.00



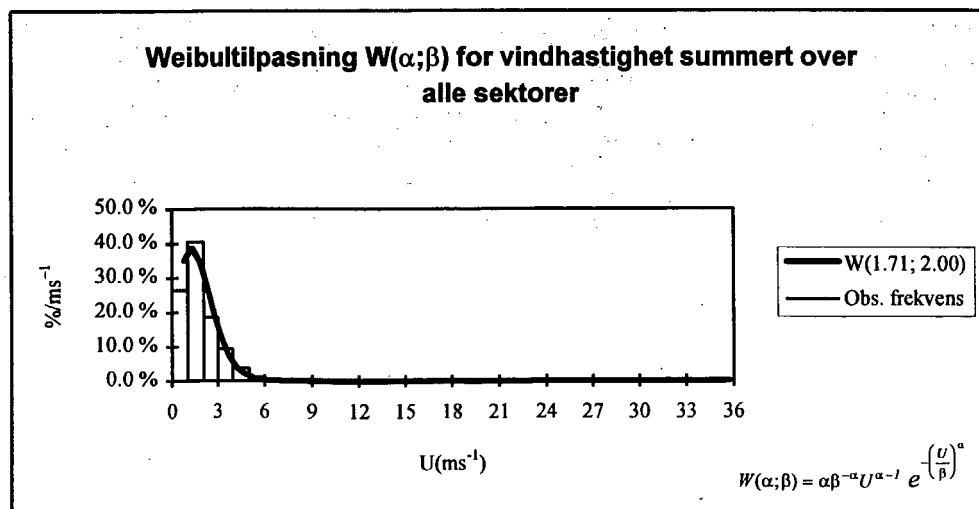
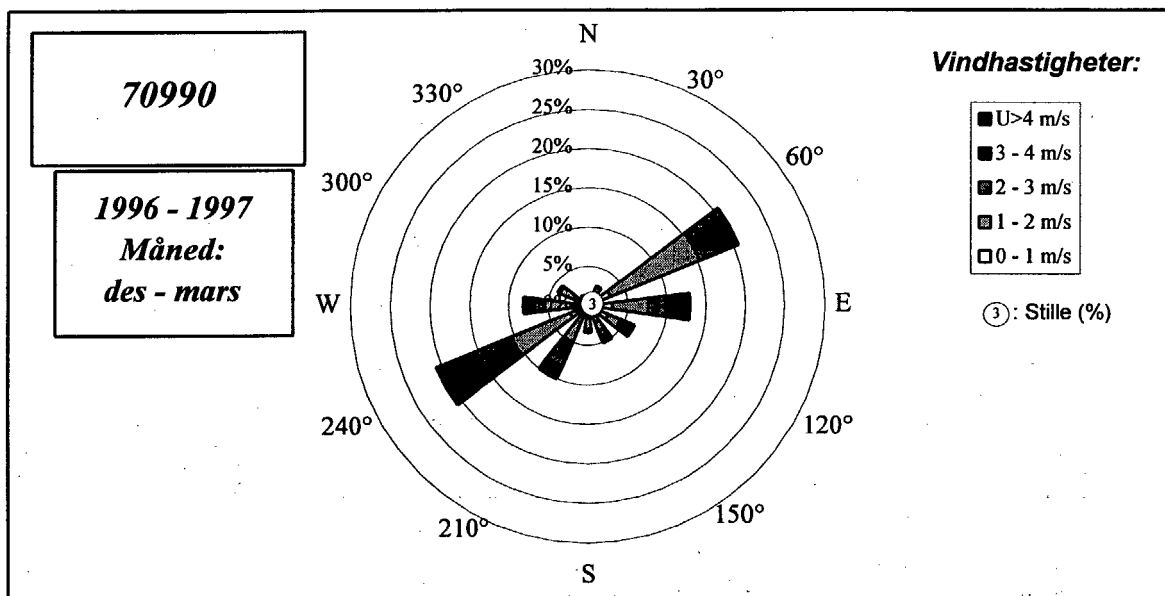
Figur 2a Frekvensar av vind på 70990 Steinkjer - Finnmarka desember 1996 - mars 1997 (alle observasjonar).

Frekvenstabell: 71000		År: 1996 til 1997										Egge				
N = 2843		Måned: jan til des										Alle observasjoner				
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre α β	
360	0.6	0.3	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0					1.5	1.88	1.68	0.67	2.10
30	1.4	1.3	0.4	0.1		0.0						3.2	1.27	0.90	0.50	2.16
60	2.0	8.3	3.3	0.9	0.5							14.9	1.75	0.85	0.50	30.08
90	2.4	10.4	6.3	1.7	0.6	0.1	0.0					21.5	1.91	0.92	0.50	#####
120	1.6	1.2	0.5	0.2	0.1							3.6	1.35	0.90	0.50	2.02
150	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.4	0.2	0.1	0.0			3.3	3.32	2.07	2.31	4.32
180	0.7	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1		0.0				2.3	1.85	1.51	0.50	4.48
210	0.5	1.4	2.6	3.3	3.2	2.5	1.2	0.6	0.2	0.1		15.5	4.00	1.80	2.52	4.69
240	0.9	2.0	1.1	1.2	1.4	1.0	1.8	1.2	1.1	0.7	0.9	13.5	5.28	3.25	1.21	7.63
270	0.8	1.3	1.4	1.0	0.6	0.5	0.7	0.6	0.1	0.2	0.4	7.7	4.11	3.06	1.34	4.31
300	0.7	1.0	0.7	0.5	0.8	0.5	0.4	0.2	0.0			4.7	3.23	2.09	1.16	4.04
330	0.5	0.9	0.7	0.4	0.4	0.2	0.2	0.0				3.3	2.66	1.83	1.42	3.12
Skift												0.0				
Stille	4.6	0.1										4.7				
Sum	17.5	29.4	17.9	10.0	8.3	5.4	4.6	2.7	1.5	1.0	1.3	100.0	2.84	2.37	1.53	2.68



Figur 2b Frekvensar av vind på 71000 Steinkjer - Egge desember 1996 - mars 1997 (alle observasjoner).

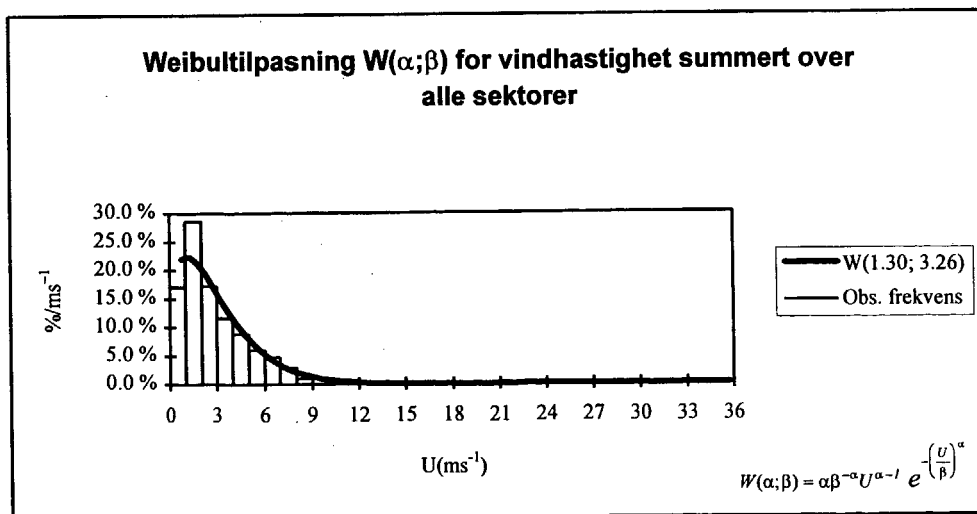
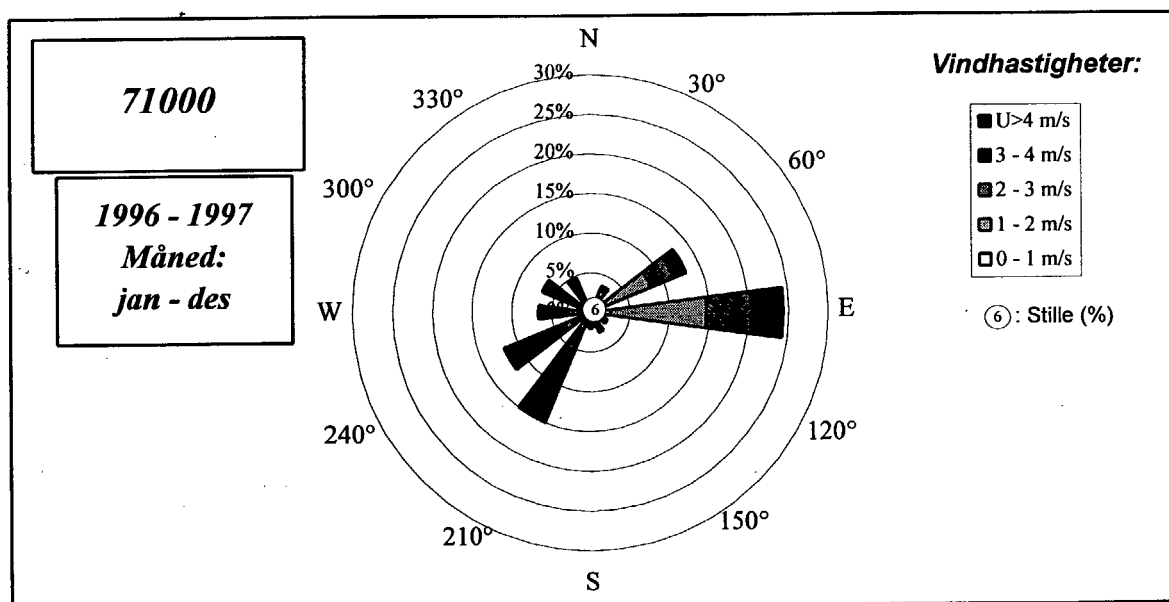
Frekvenstabell: 70990		År: 1996 til 1997										Finnmarka (lite stabil luft)				
N = 1111		Måned: des til mars										Tdif < 2 grader/100				
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre α β	
360	1.1	0.4										1.4	0.82	0.51	#####	#####
30	1.1	1.5	0.1									2.7	1.05	0.44	#####	#####
60	3.1	12.2	5.2	0.1								20.6	1.56	0.59	0.50	#####
90	3.1	4.6	2.3	2.4	0.5	0.1						13.0	1.91	1.15	1.56	2.00
120	2.8	1.7	0.5	0.3	0.6	0.5						6.3	1.71	1.66	0.50	2.49
150	2.3	1.2	0.6	0.3	0.5	0.1	0.2					5.0	1.77	1.58	0.60	2.11
180	1.3	1.7	0.2		0.3							3.4	1.34	1.06	#####	#####
210	1.5	3.4	3.2	1.7	0.1							10.0	1.98	0.94	0.50	#####
240	2.4	7.9	5.0	3.3	1.4	0.5	0.1	0.1				20.7	2.23	1.24	1.90	2.55
270	2.1	3.3	1.3	1.2	0.4							8.2	1.76	1.09	0.50	9.80
300	2.0	1.9	0.2	0.1								4.1	1.07	0.70	#####	#####
330	0.8	0.5	0.1									1.4	0.97	0.63	#####	#####
Skift												0.0				
Stille	3.0	0.1										3.1				
Sum	26.4	40.5	18.5	9.4	3.8	1.1	0.3	0.1				100.0	1.72	1.15	1.71	2.00



Figur 3a Frekvensar av vind på 70990 Steinkjer - Finnmarka desember 1996 - mars 1997 når vertikal stabilitet i lufta på Finnmarka er  $\leq 2^\circ\text{C}$  pr. 100 m.

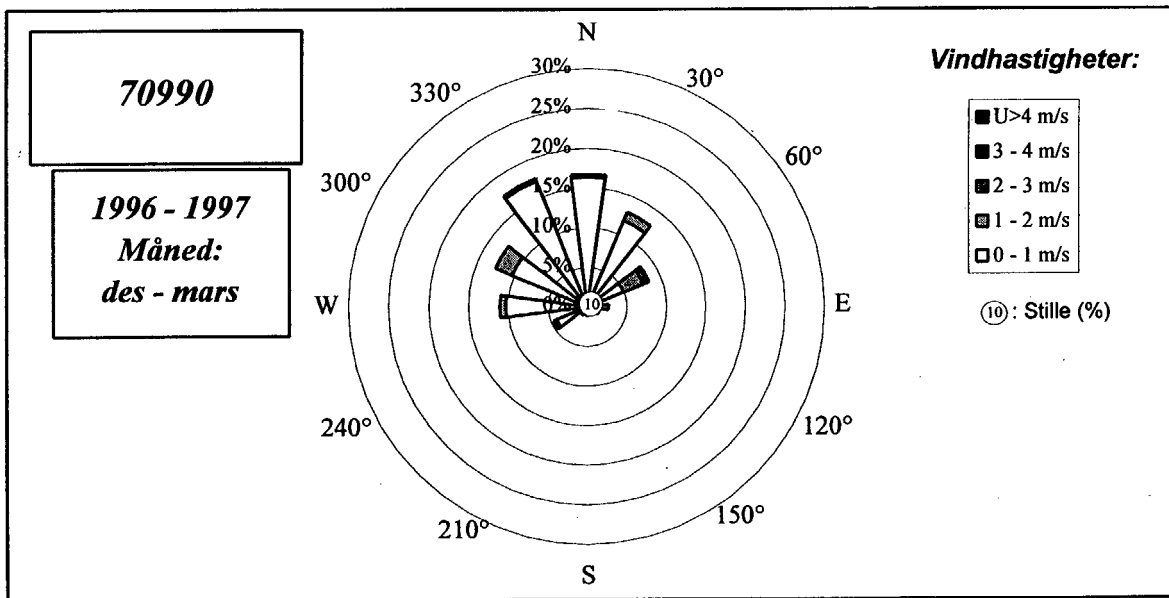


Frekvenstabell: 71000		År: 1996 til 1997										Egge (Lite stabil luft)				
N = 1111 24 obs/døgn		Måned: jan til des										Tdif < 2 grader/100 m				
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre α β	
360	0.5	0.1	0.3	0.5	0.1	0.1	0.1					1.6	2.47	2.00	0.50	3.83
30	2.1	1.0	0.4	0.1		0.1						3.6	1.17	1.04	0.50	#####
60	1.7	6.6	3.1	1.2	0.5							13.1	1.88	0.95	0.50	29.79
90	2.5	12.2	5.7	2.5	1.1	0.3	0.1					24.3	2.00	1.07	0.50	#####
120	0.8	0.9	0.2	0.4								2.3	1.48	0.94	#####	#####
150	0.1	0.5	0.4	0.3	0.9	0.4	0.2	0.1				2.7	3.85	1.83	1.51	5.62
180	0.3	0.7	0.4	0.2	0.1	0.3		0.1				2.0	2.60	1.88	0.92	6.05
210	0.8	1.6	2.8	3.5	2.7	2.2	1.2	0.2				14.9	3.61	1.66	2.49	4.40
240	0.5	1.9	1.1	0.9	1.1	0.9	1.6	1.4	0.9	0.7	0.7	11.8	5.21	3.04	1.33	8.09
270	0.7	1.5	1.0	1.0	0.2	0.5	0.6	0.5		0.3	0.3	6.7	3.87	2.87	1.24	4.64
300	0.6	0.7	1.1	0.5	1.6	0.9	0.5	0.5	0.1			6.7	3.95	2.08	2.01	4.94
330	0.6	1.0	1.0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.1				4.8	3.03	1.94	1.31	3.63
Skift												0.0				
Stille	5.7											5.7				
Sum	17.0	28.6	17.2	11.6	8.8	6.0	4.8	3.0	1.0	1.0	1.0	100.0	2.82	2.23	1.30	3.26



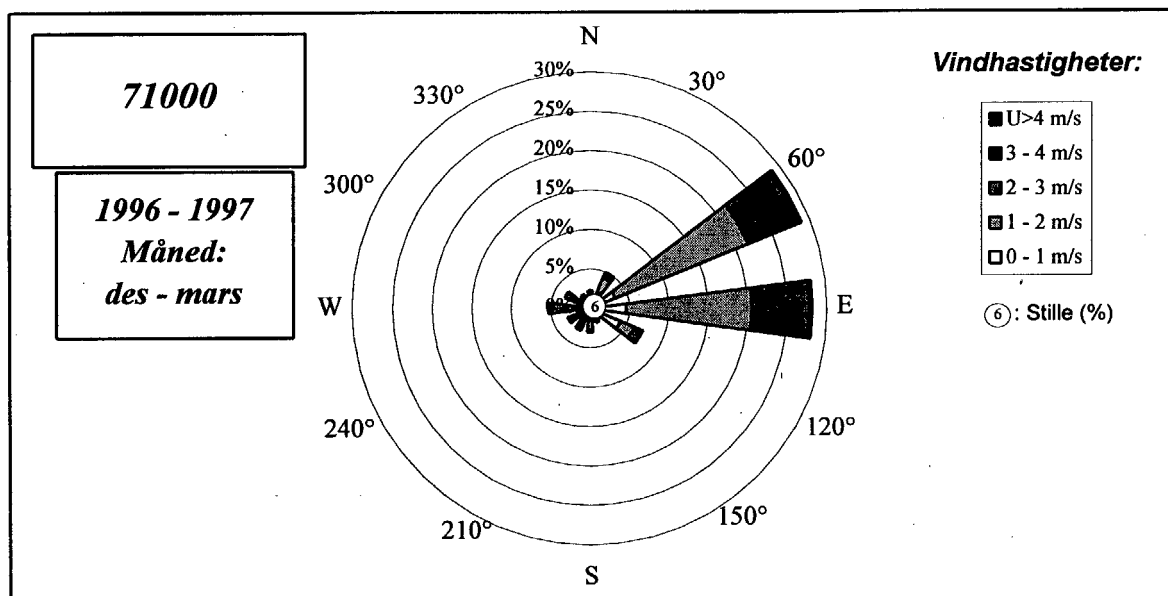
Figur 3b Frekvensar av vind på 71000 Steinkjer - Egge desember 1996 - mars 1997 når vertikal stabilitet i lufta på Finnmarka er  $\leq 2^\circ\text{C}$  pr. 100 m.

Frekvenstabell: 70990		År: 1996 til 1997										Finnmarka (Svært stabil luft)				
N = 263		Måned: des til mars										Tdif > 10 grader/100 m				
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre α β	
360	16.3	0.4										16.7	0.44	0.19	#####	#####
30	11.8	1.1										12.9	0.61	0.37	#####	#####
60	4.9	2.7	0.8									8.4	1.03	0.60	#####	#####
90	1.1	1.5										2.7	0.96	0.56		
120	0.4	1.1										1.5	1.08	0.62		
150		0.4										0.4	1.20	0.00		
180	1.1											1.1	0.43	0.15		
210	1.1											1.1	0.60	0.44		
240	4.2	0.4										4.6	0.67	0.29	#####	#####
270	10.3	0.8										11.0	0.48	0.28	#####	#####
300	10.3	2.3										12.5	0.60	0.35	#####	#####
330	17.1	0.4										17.5	0.47	0.25	#####	#####
Skift												0.0				
Stille	9.5											9.5				
Sum	88.2	11.0	0.8									100.0	0.54	0.41	#####	#####



Figur 4a Frekvensar av vind på 70990 Steinkjer - Finnmarka desember 1996 - mars 1997 når vertikal stabilitet i lufta på Finnmarka er  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  pr. 100 m.

Frekvenstabell: 71000		År: 1996 til 1997										Egge (Svært statil luft)				
N = 263		Måned: des til mars										Tdif > 10 grader/100 m				
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre	
															$\alpha$	$\beta$
360	1.9		0.4									2.3	0.68	0.68		
30	2.3	1.9	0.4	0.4								4.9	1.25	0.99	#####	#####
60	3.4	18.3	6.8	0.4								28.9	1.59	0.56	0.50	#####
90	4.6	16.0	7.2	0.4								28.1	1.56	0.58	0.50	#####
120	4.2	1.9	1.1									7.2	1.07	0.61	#####	#####
150	1.5	0.4										1.9	0.80	0.52		
180	1.1	1.5	0.4									3.0	1.24	0.70		
210	0.4	0.8	1.5	0.4								3.0	2.14	0.90		
240	0.8	1.1	0.4	0.8								3.0	1.85	1.23		
270	1.9	1.1	1.9	0.4								5.3	1.59	1.06	#####	#####
300	1.1	1.1	1.1									3.4	1.29	0.82		
330	0.8	0.8	0.4									1.9	1.10	0.52		
Skift												0.0				
Stille	6.5	0.4										6.8				
Sum	30.4	45.2	21.7	2.7								100.0	1.38	0.79	0.50	7.60



Figur 4b Frekvensar av vind på 71000 Steinkjer - Egge desember 1996 - mars 1997 når vertikal stabilitet i lufta på Finnmarka er  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  pr. 100 m.

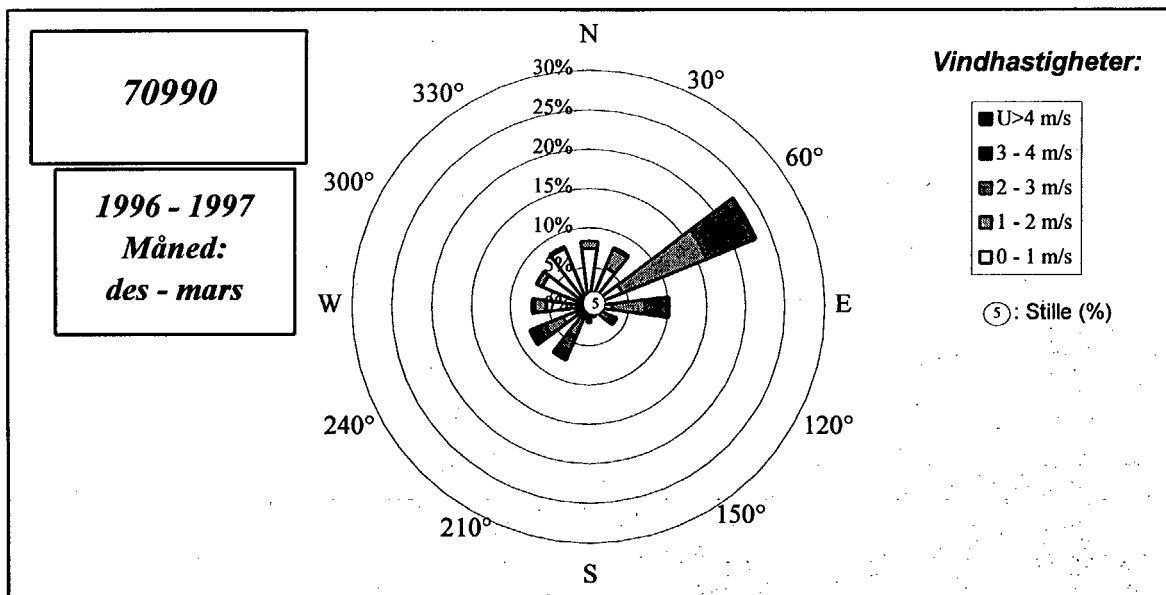
På figurane 5a (Finnmarka) og 5b (Egge) er kravet sett ved  $T_v - T_f \geq -1^\circ\text{C}/100\text{ m}$  som tilsvarar labil eller stabil luft (eller  $-0.41^\circ\text{C}$  mellom Vårtun og Finnmarka, dvs. temperaturen stig med høgda eller fell mindre enn  $0.41^\circ\text{C}$ ). Kriteriet fører til at tilfelle av vind omkring sør og vest blir sterkt reduserte jamført med figur 2 der stabilitetskriterium ikkje vart brukt. Den dominerande vindretninga blir aust og nordafor aust (på Egge) som svarar det dei vindretningane drenasjebraumen frå innlandet ned mot kysten har, figur 5a (Finnmarka) og figur 5b (Egge). Styrken på denne vinden ligg innafor intervallet 1 - 3 m/s og det er vindstille i berre 1% av alle tilfella. I Finnmarka merkar ein drenasjevind som vind nordafor aust, men her er innslaga frå andre sektorar mykje meir vanlege enn på Egge og det er meir stille vêt, 5%.

Ved å skjerpe kriteriet til stabilitet slik at  $T_v - T_f \geq 1^\circ\text{C}/100\text{ m}$ , blir frekvensfordelinga på Egge endra radikalt, figur 6b. Vestavinden blir godt som borte, drenasjevinden dominerer og biletet liknar på det som kom fram når  $T_{dif} > 10^\circ\text{C}/100\text{ m}$ , men med ein tendens til høgare frekvens av drenasjevind i sektorane nordafor aust. For Finnmarka, figur 6a, viser det seg tendensar til drenasjevind i somme tilfelle i sektoren  $60^\circ$  som ikkje fanst då stabilitetskriteriet  $T_{dif} > 10^\circ\text{C}/100\text{ m}$  vart brukt. Gjennomsnittleg er denne vinden 1.5 m/s og varierer i regelen innafor intervallet 1-3 m/s. Vinden i denne sektoren utgjør likevel berre snautt 20% av all vind under dette kravet til stabilitet.

Ikkje uventa viser resultata ovafor at vindrosa i Finnmarka er sterkt avhengig av kva stabilitetskriterium som blir sett for utvalet. Det viser seg òg å vera viktig om dette kravet blir sett til djupare lag av det bakkenære sjiktet eller berre til det nedste 10 m av laget. På figur 7 er desse krava jamførte.

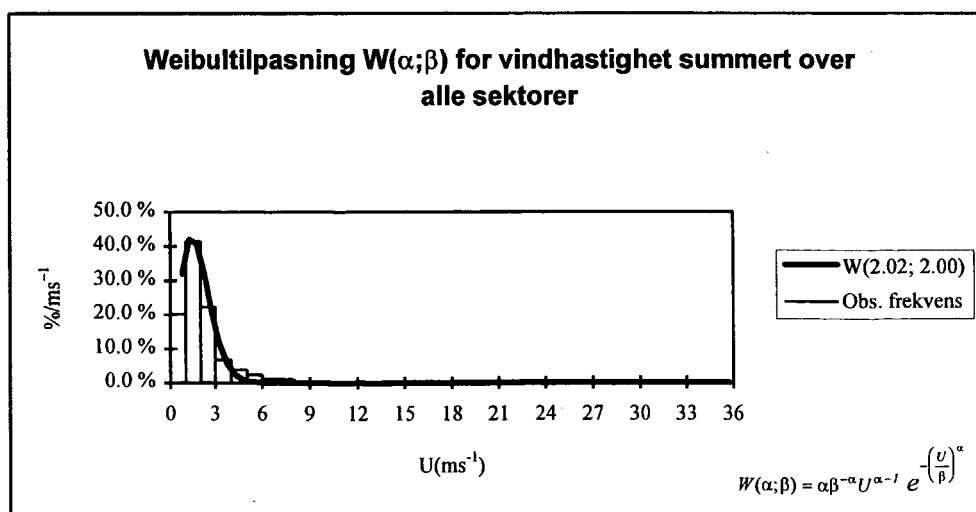
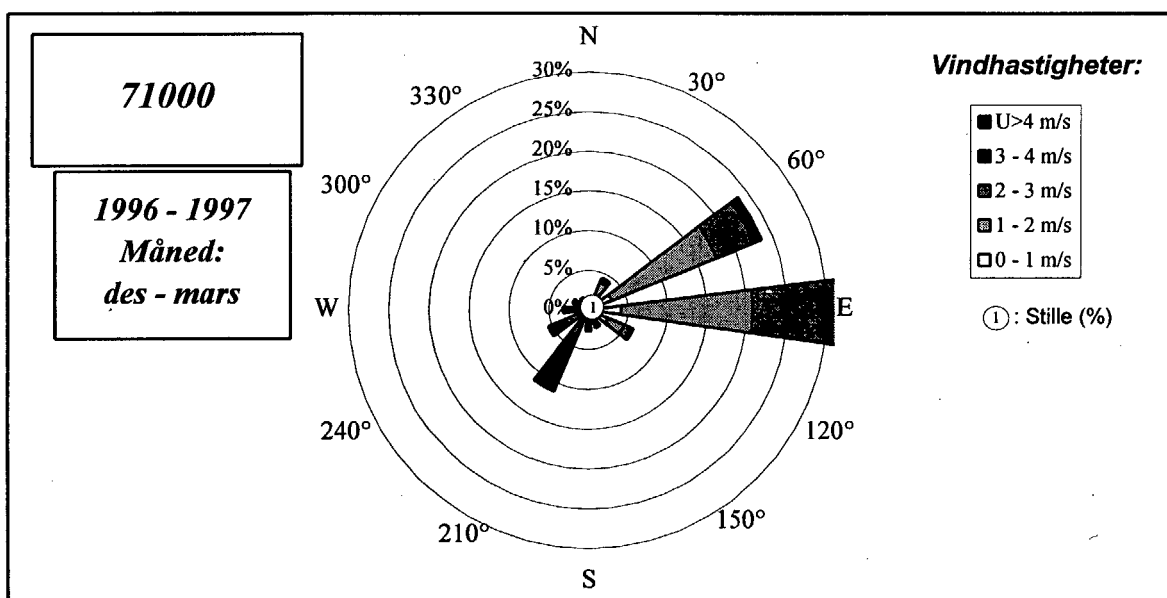
Figuren viser at lufta er stabil i det bakkenære sjiktet i Finnmarka i over 90% av alle tilfelle. Dette bør ein likevel ikkje leggje for stor vekt på sidan det her dreier seg om differansar som er svært vanskelege å mæle og feilkjelder kan lett gjera seg gjeldande. Teke over eit noko djupare luftlag (40 m over bakken) viser det seg at lufta er stabil i nær halvparten av tilfella. Men aukar kravet til stabilitet til minst  $2^\circ\text{C}$  pr. 100 m, er dette kravet oppfylt i om lag 50% av tida i luftlaget frå bakken og opp til 10 m over bakken. Tilsvarande frekvens for luftlaget opp til 40 m over bakken er berre 10%.

Frekvenstabell: 70990		År: 1996 til 1997										Finnmarka (Stabil luft)				
N = 1082		Måned: des til mars										Tv - Tf > -1 grader/100 m				
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre	
															$\alpha$	$\beta$
360	7.4	0.9										8.3	0.55	0.32	#####	#####
30	5.4	2.5	0.3									8.1	0.86	0.55	#####	#####
60	4.5	11.6	6.5	0.3								22.9	1.59	0.69	0.50	17.58
90	3.0	4.2	2.7	0.4								10.2	1.50	0.80	#####	#####
120	1.4	1.5	0.6	0.1	0.2	0.1						3.8	1.51	1.26	0.50	4.18
150	0.7	0.3	0.2	0.2	0.1							1.5	1.53	1.35	#####	#####
180	1.1	0.5		0.1	0.4							2.0	1.49	1.54	#####	#####
210	1.6	2.6	1.9	0.6	0.6		0.1					7.4	2.02	1.28	0.75	6.05
240	3.5	2.4	0.9	0.9	0.1	0.1	0.2					8.1	1.54	1.32	0.72	2.00
270	5.4	1.5	0.3	0.1								7.2	0.74	0.59	#####	#####
300	6.4	0.7	0.1									7.2	0.54	0.34	#####	#####
330	7.9	0.2	0.1									8.2	0.47	0.28	#####	#####
Skift												0.0				
Stille	5.0											5.0				
Sum	53.2	28.8	13.5	2.6	1.4	0.2	0.3					100.0	1.15	0.97	0.50	2.00



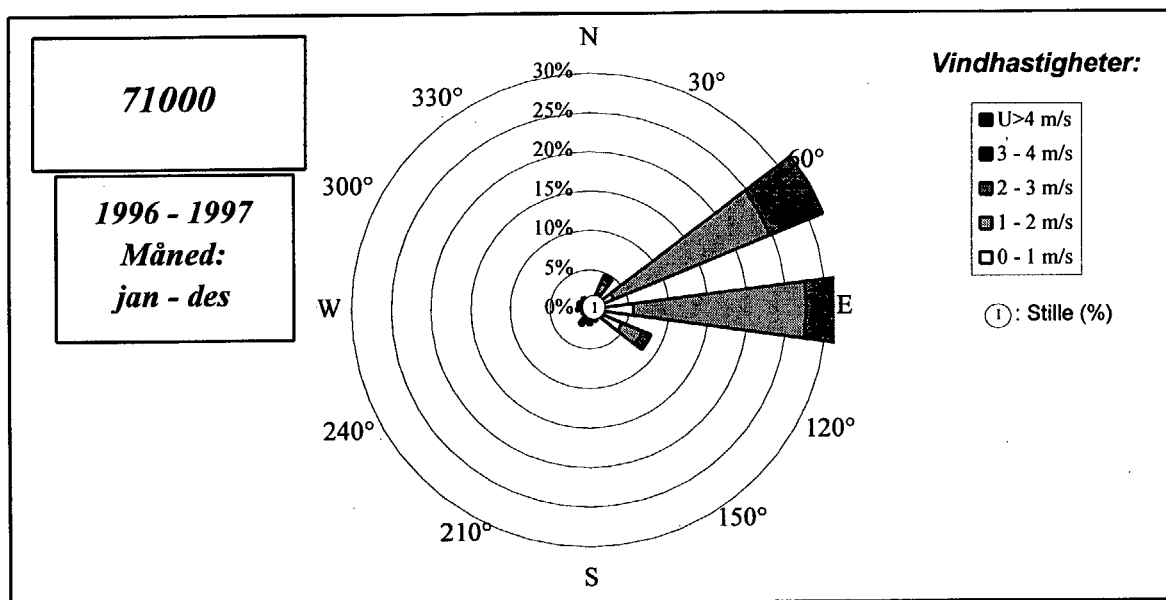
Figur 5a Frekvensar av vind på 70990 Steinkjer - Finnmarka desember 1996 - mars 1997 når temperaturdifferansen mellom Vårtun og Finnmarka  $\geq -1^{\circ}\text{C}$  pr. 100 m.

Frekvenstabell: 71000		År: 1996 til 1997										Egge (Stabil luft)				
N = 1082		Måned: des til mars										Tv - Tf > -1 grader/100 m				
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre	
															α	β
360	1.2	0.5										1.7	0.73	0.48	#####	#####
30	1.9	1.8	0.5	0.2								4.3	1.21	0.78	#####	#####
60	3.1	14.3	5.1	0.7	0.3							23.6	1.65	0.71	0.50	#####
90	4.1	16.7	11.2	2.3	0.3							34.6	1.83	0.74	#####	#####
120	2.7	2.1	0.9	0.3	0.1							6.1	1.35	0.81	0.50	2.79
150	1.0	0.4	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1				2.4	2.36	2.23	0.50	3.09
180	1.0	0.9	0.6		0.1	0.1						2.7	1.52	1.20	0.50	4.09
210	0.4	1.1	2.1	2.9	1.9	1.7	0.6	0.4	0.1			11.1	3.75	1.69	2.63	4.37
240	1.0	1.4	0.7	0.3	0.1	0.4	0.3	0.5	0.1	0.3	0.5	5.5	3.97	3.63	0.50	21.66
270	0.9	1.0	0.7		0.3			0.1		0.1	0.1	3.2	2.25	2.45	1.41	2.11
300	1.1	0.3	0.2		0.5	0.1						2.1	1.78	1.85	#####	#####
330	0.7	0.7		0.1			0.1					1.7	1.28	1.61	#####	#####
Skift												0.0				
Stille	0.9	0.2										1.1				
Sum	20.1	41.4	22.3	6.8	3.8	2.3	1.1	1.0	0.2	0.4	0.6	100.0	2.03	1.61	2.02	2.00



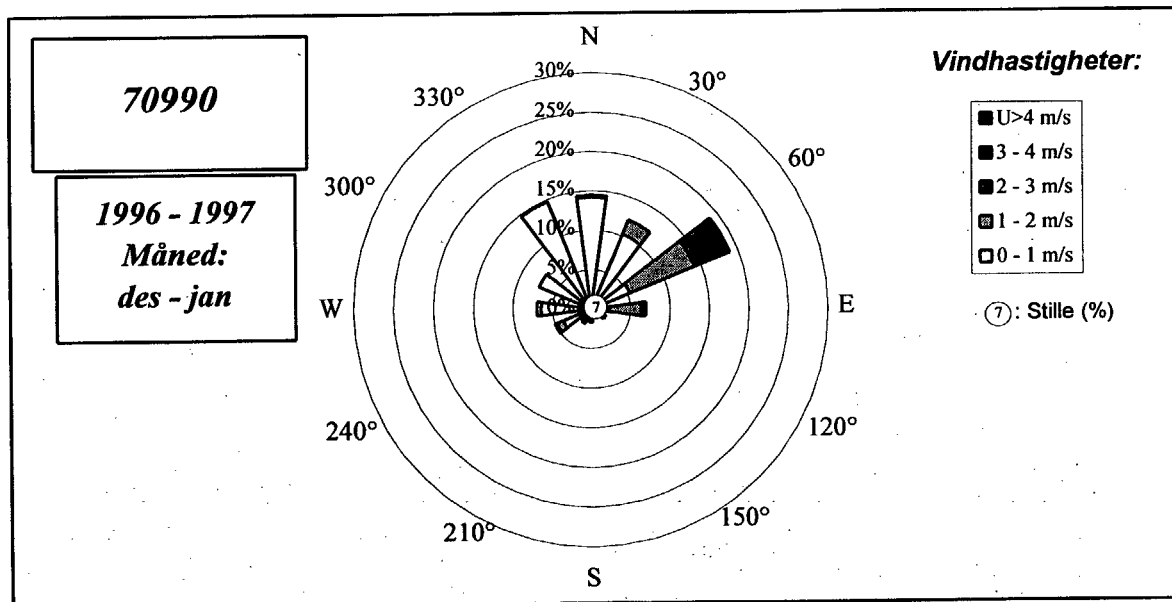
Figur 5b Frekvensar av vind på 71000 Steinkjer - Egge desember 1996 - mars 1997 når temperaturdifferansen mellom Vårtun og Finnmarka  $\geq -1^\circ\text{C}$  pr. 100 m.

Frekvenstabell: 71000		År: 1996 til 1997		Egge (Svært stabil luft)												
N = 360		24 obs/døgn		Måned: jan til des		Tv - Tf > 1 grader/100 m										
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre α β	
360	1.4											1.4	0.36	0.26		
30	2.2	1.4	0.6	0.6								4.7	1.41	1.06	#####	#####
60	3.3	21.4	7.2									31.9	1.59	0.53	#####	#####
90	5.6	21.9	11.1	1.4								40.0	1.69	0.65	0.50	40.85
120	4.4	2.8	1.1									8.3	1.12	0.59	#####	#####
150	1.4	0.3										1.7	0.67	0.55		
180	0.8	0.8	0.3									1.9	1.24	0.73		
210	0.3	0.8	0.8	0.3								2.2	1.93	0.92		
240	0.3	0.3		0.6								1.1	2.18	1.58		
270	0.3	1.1	0.3									1.7	1.22	0.58		
300	0.6	0.6	0.3		0.3							1.7	1.63	1.68		
330	0.6	1.1										1.7	0.83	0.43		
Skift												0.0				
Stille	1.1	0.6										1.7				
Sum	22.2	53.1	21.7	2.8	0.3							100.0	1.52	0.73	0.50	#####



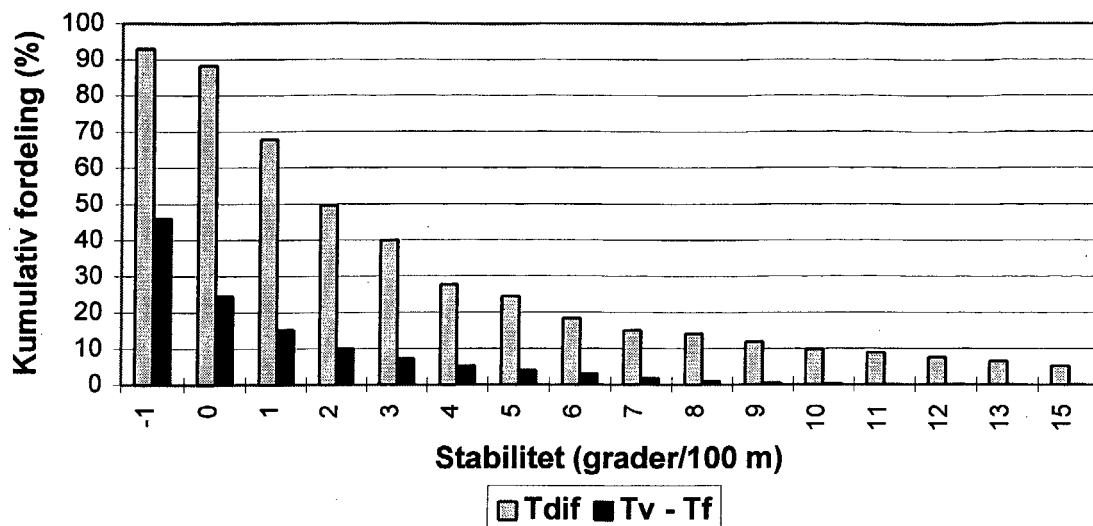
Figur 6b Frekvensar av vind på 71000 Steinkjer - Egge desember 1996 - mars 1997 når temperaturdifferansen mellom Vårtun og Finnmarka  $\geq 1^{\circ}\text{C}$  pr. 100 m.

Frekvenstabell: 70990		År: 1996 til 1997										Finnmarka (svært stabil luft)					
N = 360		24 obs/døgn		Måned: des til jan										Tv - Tf > 1 grader/100 m			
Sekt. °	0-1 m/s	1-2 m/s	2-3 m/s	3-4 m/s	4-5 m/s	5-6 m/s	6-7 m/s	7-8 m/s	8-9 m/s	9-10 m/s	>10 m/s	% sum	U m/s	Std m/s	Weibul-parametre α β		
360	14.2	0.3										14.4	0.46	0.21	#####	#####	
30	10.3	1.9										12.2	0.67	0.46	#####	#####	
60	5.3	8.9	4.7									18.9	1.47	0.68	#####	#####	
90	2.2	4.2	0.6									6.9	1.20	0.59	#####	#####	
120	1.7	0.3										1.9	0.60	0.47			
150	0.6	0.3										0.8	0.73	0.42			
180	1.7											1.7	0.42	0.16			
210	1.9											1.9	0.50	0.28			
240	3.9	0.8	0.3									5.0	0.68	0.52	#####	#####	
270	6.4	0.6										6.9	0.40	0.28	#####	#####	
300	7.2											7.2	0.38	0.15	#####	#####	
330	14.7											14.7	0.43	0.19	#####	#####	
Skift												0.0					
Stille	7.2											7.2					
Sum	77.2	17.2	5.6									100.0	0.70	0.61	#####	#####	



Figur 6a Frekvensar av vind på 70990 Steinkjer - Finnmarka desember 1996 - mars 1997 når temperaturdifferansen mellom Vårtun og Finnmarka  $\geq 1^{\circ}\text{C}$  pr. 100 m.





Figur 7. Kumulativ fordeling av stabilitet rekna i laget 2 - 10 m over marka (Tdif) og i laget 2 - 41 m over marka (Tv - Tf) på stasjonen 70990 Steinkjer - Finnmarka i perioden 1996.12 - 1997.03. Diagrammet har intervallbreidd 1 °C/100 m med markering av nedre intervallgrense på skalaen.

### Representativitet for vinteren 1996/1997.

Vinteren 1996/97 starta med kaldare vêr enn normalt, men gjekk seinare over ti å bli heller mild. Det vil seia at drenasjevinden var vanlegare enn normalt fyrst på vinteren, medan vestavinden var vanlegare enn normalt på ettervinteren. Det er svært vanskeleg å gje eksakte tal for kor representativ vinteren var. Ein viss indikasjon kan ein likevel få ved å studere vinden på Værnes som har ein lang serie av instrumentelle observasjonar. Terrenget er slik på staden at vindretningar omkring aust (15° - 135°) for ein stor del er drenasjevind ned Stjørdalen. For perioden desember 1996 - mars 1997, var frekvensen av vindretning i den den aktuelle sektoren 73% i høve til det han var i normalperioden 1961/90. Dette tyder på at vêrtypar som kan gje drenasjevind og/eller stagnerande luft i Finnmarka, var noko underrepresentert mellom mælingane vinteren 1996/97.

Islegging av fjorden har innverknad på drenasjevinden i det open fjord verkar til å forsterke slik vind. Dette er den vanlegaste situasjonen også midtvinters. Etter opplysningar frå Statens vegvesen, Nord-Trøndelag, var den inste delen av fjorden islagt frå 3. - 7. januar 1997. Det ville vore ynskjeleg å skilt ut situasjonar med islagt fjord, men materialet er for lite til å danne grunnlag for ein statistikk. Nokon freistnad på å skilje dette ut er såleis ikkje gjort. Noko materiale om tidlegare islegging er også tilgjengeleg frå hamnefogden i Steinkjer. Dette materialet er enno ikkje analysert då ein slik analyse nok måtte gjerast i samarbeid med lokalkjende for at resultatet skulle bli best mogleg. Vi tek dermed ikkje standpunkt til representativiteten til dei 5 dagane fjorden var islagt vinteren 1996/97 jamført med ein lengre periode.

**Konklusjon.**

(basert på perioden 3. desember 1996 - 31. mars 1997).

Stabiliteten i lufta verkar inn på konsentrasjonen av ureining over Steinkjer. Har lufta stor vertikal stabilitet, vil ureining mellom anna frå biltrafikken vanskeleg bli transportert oppover i atmosfæren og dersom vinden i tillegg er svak, er transporten langs bakken også liten. Lufta vil såleis ha størst konsentrasjon av ureining når ho har stor vertikal stabilitet og vinden er svak. Midt på dagen kan soloppvarming verke til å svekke stabiliteten slik at utlufting vertikalt kan skje og ureininga minkar. Men om vinteren skortar det på solenergi slik at lufta held seg stabil også midt på dagen og ureining kan vara ved i fleire dagar om vêret ikkje endrar seg.

Steinkjer er plassert ved ein fjordbotn der sjøen utanfor i regelen er open om vinteren. Dette er ei medverkande årsak til at ein kaldluftsstraum (drenasjebraum) kan byggje seg opp i stabilt vintervêr og minke ureininga i byen ved å føre ho utover fjorden. Difor er det særskild viktig å studere vinden i dei situasjonane at lufta er stabil. I granskinga har vi brukt to kriterium for stabiliteten: Det eine er basert på målingar i ei 10 m høg mast i Finnmarka, d.e. temperaturdifferansen mellom 10 m og 2 m over bakken. Det andre er basert på temperaturdifferansen mellom stasjonane Vårtun og Finnmarka. Vårtun ligg oppe i skråninga ovafor Finnmarka med ein høgdedifferanse til Finnmarka på 41 m.

Drenasjevinden ved den nordre (øvre) tunnelinngangen kan studerast ved hjelp av stasjonen 71000 Steinkjer - Egge på søre Egge. Mælingane viser at når lufta er stabil, er det i regelen drenasje nedover dalen mot fjorden og berre i om lag 1% av tilfella er det stilt. Det tyder at i dei tilfella stabiliteten i lufta hindrar uttynning av ureining vertikalt, blir ureininga transportert ned dalen og utover fjorden. Denne situasjonen er såleis heldig for barneskulen som ligg nær det nordre tunnelinntaket, men ovafor og austadot det. Drenasjevinden går frå skulen mot tunnelinntaket, tek med seg ureininga og fører ho nedover dalen i det ho blir tynna ut.

Også ved Finnmarka nær det søre tunnelinntaket kan drenasjevinden merkast når lufta er stabil, men han er veikare enn på Egge. I det tilfellet at lufta anten er labil eller stabil i eit 40 m luftlag nær bakken (i observasjonsperioden var det 47% av tilfella), var vinden 1 m/s eller veikare i 53% av tilfella, dvs. at denne kombinasjonen vara ved 25% av tida. Ved å skilje ut tilfelle av sterk stabilitet ( $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  eller meir), viser det seg at vinden i denne gruppa er lik eller veikare enn 1 m/s i 77% av tilfella. Men då så sterk stabilitet berre utgjør 15% av alle tilfella, vil denne kombinasjonen av sterk stabilitet og veik vind berre vise seg i 12% av tida. I dei aller mest stabile tilfella i det nedste luftlaget ( $>10^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  i luftlaget mellom 2 og 10 m) er det ingen vesentleg drenasje ut mot fjorden frå Finnmarka, berre veikt kaldluftssig nedover skråningane. I den situasjonen er vinden 1 m/s eller veikare i 88% av alle tilfella og situasjonen sjølv viser seg i 10% av alle tilfella og kombinasjonen skjer i 8% av tida.

Generelt er det uheldig å pumpe avgassane frå tunnelen ut ved nordre inntaket då dette ligg nær skulen og vestavinden kan føre ureining med seg rett mot skulen. Annleis vil det vera når lufta er stabil. Då kan det hende at Finnmarka ikkje blir utlufta av drenasjevinden, og utslepp frå tunnelen vil vera særskild uheldig. Men i desse

situasjonane er det drenasje nedover dalen frå skulen mot inntaket slik at ureining bør kunne sleppast ut ved nordre tunnelinntaket utan at ureininga får konsekvensar for skulen.

I tida då målingane gjekk føre seg, var det islagt utanfor Steinkjer berre 5 dagar. Dermed utgjer dei ein svært liten del av det materialet som denne rapporten byggjer på. Det kan hende at drenasjevinden ville ha vore noko veikare eller gjort seg gjeldande sjeldnare dersom tilfelle av islagt fjord hadde vore sterkare representert i materialet.