

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

ÅKVIKSUNDET BRU
VINDFORHOLD

KNUT HARSTVEIT

RAPPORT NR. 08/97 KLIMA



DNMI-RAPPORT

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

ISBN 0805-9918

RAPPORT NR.

08/97 KLIMA

DATO

10.04.97

TITTEL

ÅKVIKSUNDET BRU VINDFORHOLD

UTARBEIDET AV

Knut Harstveit

OPPDRAKSGIVER

REINERTSEN Engineering

OPPDRAKSNR.

SAMMENDRAG

Ut fra data fra Sklinna fyr samt vurdering av terrenforholdene på stedet, er det angitt ekstremvinddata og turbulensparametre ved den planlagte Åkviksundet bru mellom Dønna og Herøy kommuner på kysten av Helgeland.

Ekstremvindverdier er gitt for 10, 50 og 100 års returperiode. Longitudinal turbulensintensitet, kastfaktorer og høydefordeling er også angitt.

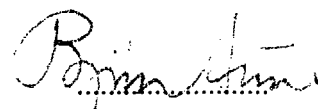
Den sterkeste vinden ved brua kommer i sektor sørvest og vest.

Det er også laget en frekvenstabell for vinden på Skålvær for å beskrive det generelle vindklimaet i området.

UNDERSKRIFT



Knut Harstveit
SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune
FAGSJEF

SAMMENDRAG

Utfra data fra Sklinna fyr samt vurdering av terrengforholdene på stedet, er det angitt ekstremvinddata og turbulensparametre ved den planlagte Åkviksundet bru mellom Dønna og Herøy kommuner på kysten av Helgeland. Verdier av U (vindfarten i m/s med indeks for varighet) er gitt for 10, 50 og 100 års returperiode. Longitudinal turbulensintensitet, I_u , samt kastfaktorer og eksponent i høydeformelen (lign.2-4 s.10) er angitt. Den sterkeste vinden ved brua kommer i sektor sørvest og vest. Vindkastene fra sørøst er ikke så sterke som i området omkring Sandnessjøen, Helglandsbrua og Sundøya. Sentrale resultater er gitt i tabellen under, mer fullstendig i tabell 3 bak i rapporten.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
U_{10min} [m/s], 10 år, 10m	21.4	22.1	15.3	22.2	24.7	26.9	26.3	24.3
U_{10min} [m/s], 50 år, 10m	24.2	25.0	17.3	25.1	27.9	30.4	29.8	27.5
U_{10min} [m/s], 100 år, 10m	25.4	26.2	18.1	26.3	29.2	31.9	31.2	28.8
$n(U_{10min})$	0.15	0.13	0.25	0.20	0.13	0.13	0.15	0.15
I_u	0.20	0.16	0.40	0.24	0.16	0.16	0.20	0.20
U_{3-5s} [m/s], 10 år, 10m	32.2	31.0	30.6	35.6	34.6	37.7	39.5	36.4
U_{3-5s} [m/s], 50 år, 10m	36.3	35.0	34.6	40.2	39.1	42.6	44.6	41.2
U_{13-5s} [m/s], 100 år, 10m	38.1	36.7	36.2	42.1	40.9	44.6	46.8	43.2
$n(U_{3-5s})$	0.10	0.10	0.14	0.13	0.10	0.10	0.10	0.10

Ekstreme vindforhold ved Åkviksundet bru

1. Innledning

Bakgrunnen for denne rapporten er en forespørsel fra Reinertsen Engineering som skal utføre prosjekteringsarbeid for Statens Vegvesen, Nordland. Det er planlagt bru over Åkviksundet mellom kommunene Dønna og Herøy, ca. 15 km vest for Sandnessjøen.

2. Sted og topografi

Kommunene Herøy og Dønna ligger ytterst ute på kysten av Helgeland. Dønna består av den store øya med samme navn, samt en rekke mindre øyer, holmer og skjær. Dette gjelder også Herøy, der søndre og nordre Herøya er de største øyene.

Åkviksundet skiller Dønna (Dønna kommune) og Staulen (Herøy kommune). Sundet løper sørsørvest - nordnordøst. Det er 2 - 3 km langt og 150 m bredt, bortsett fra den bredere inngangen i sør og en større bukt, Åkvikbukta, nord for brutraseen. Det er kun gras, lyng og annen kortvokst vegetasjon i området.

Nærterrenget på begge sider av sundet er ganske flatt. På begge sider av selve traseen er det småhøyder på 10 - 40 moh. Traseen ligger langt nord i sundet og bare få hundre meter lenger nord munner det ut i Sildøyfjorden, som er helt åpen mot sørvest til nordøst, når vi ser bort fra sporadiske holmer og skjær.

Det er ganske flatt terreng med land eller sjø i hele sektoren sørøst til nordøst (120 - 050°). Øya Dønna har derimot en rekke høye fjellpartier, mest på sør og sørvestsiden. Øya er ca. 25 km lang og 5 km bred, i en akse fra sørvest mot nordøst. De to flate nesene, det 400x400 m området

nord for Åkvikbukta, og det større neset Skagen sør for Åkvikbukta, blir mot øst avløst av Åkvikfjellet og Møyskrevet, 200 - 300 moh, avstand 1 - 3 km. Lenger øst ligger større fjell, Litltinden (670 moh, 2.5 km), Dønnmannen (858 moh, 3.5 km) og Høgtuven (736 moh, 6 km).



Fig. 1. Kart over Åkviksundet

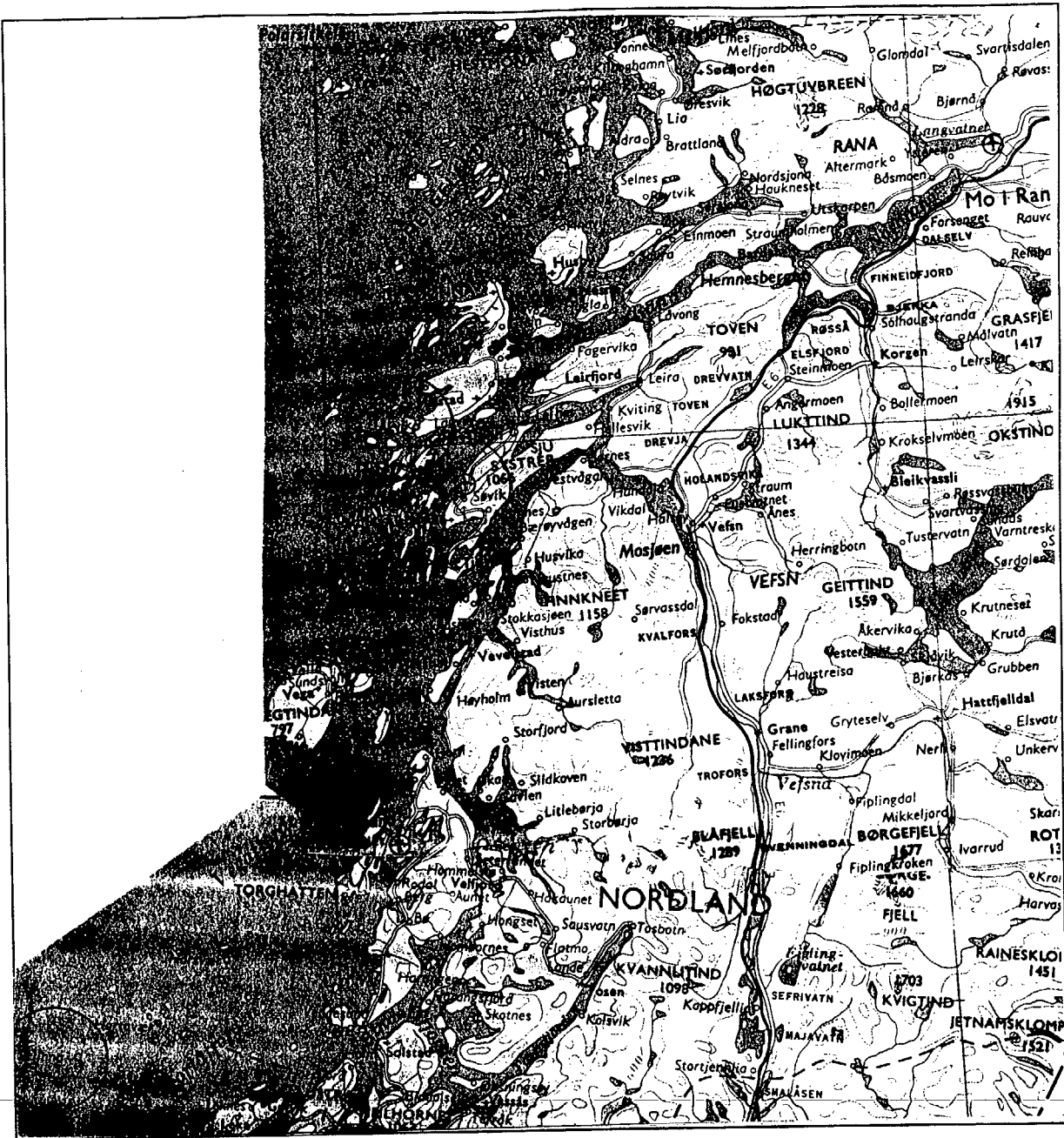


Fig. 2. Kart over Nordland fra Sklinna til Nord-Solvær.

3. Vindforholdene i området

Bruområdet er utsatt for vind i hele sektoren sør - vest - nord - nordøst (160 - 060°). For vind omkring vest til nord (220 - 020°) vil det være noe friksjonsdempning i de nederste 50 m. Vind fra sør og sørsørvest (180 - 210°) og nordøst (030 - 060°) vil i mindre grad oppleve friksjon og det kan antas at kanaliseringen i sundet er like sterk som friksjonsdempningen med netto påvirkning lik null, dvs. at vinden blåser som på sjøen utenfor.

Vind i sektor øst krysser fjellene på Dønna. De er bratte og det kan bli lokal terrengforsterkning ved nedslag fra fjellene enkelte steder, fortrinnsvis et par km øst for brutrassen. Selve traseen vil ligge mer skjermet for slik vind, men vinden vil være urolig med høy turbulensintensitet. Sørøstvinden er svekket i forhold til utsatte områder lenger inne. Den sterke vinden der skyldes at fjellbølgen som dannes over Kjølen lokalt modifiseres av de bratte fjellene Sju søstre (Sandnessjøen lufthavn, Helgelandsbrua) og Stortoven (Sundøya), med sterk nedslagsvind som resultat.

Også strandpartiet på sørsiden av Dønna, samt et par dalfører øst og vest for disse, vil kunne få sterke nedslag fra bratte fjell, men da ved vestlig til nordlig vind over fjellene på øya.

4. Bruk av vinddata for oppsett av et ekstremvindklima og et generelt vindklima

4.1. Generelt vindklima

Vindmålinger fra Sandnessjøen lufthavn er bare representative i sektoren sørvest til vest. I alle andre sektorer er vinden modifisert forskjellig i Åkviksundet og flyplassen.

Stasjonen Skålvær har data i DNMI's datalager fra 1957 til 1980. Stasjonen ligger på en liten fyrøy ca. 20 km sørsørvest for Åkviksundet. Plasseringen er rimelig god for alle vindretninger,

men vind fra øst kan være litt sterkere på Skålvær. Vind fra sørøst er også ujevn i området, men begge stedene ligger utenfor maksimalsonen slik denne fremtrer på Sandnessjøen lufthavn, Helgelandsbrua og ved Sundøya. Stasjonen har skjønnsmessige observasjoner. De fleste av våre observatører som har mulighet til å benytte vindens virkning på havet i sitt vindanslag blir meget dyktige og generell statistikk fra slike stasjoner blir god, i noen tilfelle dårligere enn ved anemometer, i enkelte tilfelle faktisk bedre fordi anemometerets lokale plassering kan gjøre målingene mindre representative. Også Nord-Solvær er aktuell som basis-stasjon for generelt vindklima, men stasjonen ligger ikke så nær som Skålvær, se Fig.2.

Ved å inspisere dataene fra Skålvær ser vi at det er såkalte foretrukne retninger og styrkeintervaller i materialet. Ved å samle alle observasjonene i 8 hovedretninger og kjøre Weibulanalyse på dem, utglattes disse særegenheter. Ut fra Weibulparameterne får vi da en riktigere frekvensfordeling. Denne er presentert for året som helhet, samt vinter, vår, sommer og høst. Den benyttede Weibulfordelingen er av 2-parameter form, dvs. at det er 2 parametre, α og β som skal optimaliseres ved tilpasning til datagrunnlaget. Observasjonene på stasjonen er gjort i Beaufortintervaller og tilpasning er gjort ved å optimalisere kurven mot et slikt histogram ved hjelp av «maximum likeness» - metoden (1).

Tilpasning til denne fordelingen gjøres ved å inndele materialet i passende bokser og tegne opp et histogram. Sannsynlighetstetthetsfunksjonen, $W=W(U)$ er gitt ved

$$W\{\alpha; \beta\} = \alpha \beta^{-\alpha} U^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{U}{\beta}\right)^{\alpha}} \quad \text{lign.1}$$

Sektorielle Weibulparametre er beregnet og disse er benyttet for å angi sannsynlig forekomst i intervaller på 3 m/s. Resultatene er gitt i tabell 1. Tabellen gjelder for 10 m målehøyde, ønskes andre høyder kan nye tabeller beregnes ved å la alle intervallgrenser multipliseres med faktoren $k(z)=(z/10m)^{0.1}$ der eksponenten 0.1 strengt tatt varierer med vindhastigheten i et havmiljø. 0.1 antas være mest aktuell i kulingområdet. Variasjoner med vindretning sees også bort fra i denne sammenheng. Ønskes frekvensestimater for gitte hastighetsintervaller kan β erstattes med $\beta(z)=k(z)\beta$ og nye Weibulberegninger gjennomføres.

Figur 1 viser vindroser som i sin styrkeinndeling er bygget på observerte verdier.

Tabell 1

Frekvenstabell for Skålvær beregnet ved Weibul-utglattung av observasjonene.

År	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30	>30	% sum	U m/s	Weibul-par.	
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s			α	β
N	3.6	3.9	2.5	1.3	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	5.66	1.46	6.14
NØ	4.7	2.9	1.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	3.81	1.36	3.69
Ø	7.0	6.0	2.7	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	4.30	1.47	4.57
SØ	6.2	6.0	3.0	1.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	4.87	1.48	5.04
S	4.3	4.7	2.9	1.4	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	5.60	1.47	5.99
SV	3.7	4.8	3.4	1.8	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	6.11	1.55	6.71
V	3.4	3.1	1.9	1.0	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	5.65	1.30	5.95
NV	2.0	1.8	1.1	0.6	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	5.77	1.32	5.97
SUM	35.0	33.1	18.4	8.3	3.3	1.2	0.4	0.1	0.0			100.0	5.13	1.39	5.48

Des- feb	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30	>30	% sum	U m/s	Weibul-par.	
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s			α	β
N	1.9	1.7	1.0	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	8.24	1.32	5.97
NØ	1.2	0.7	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	4.94	0.93	6.29
Ø	6.7	8.0	4.8	2.1	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.7	5.16	1.58	5.80
SØ	6.1	9.2	6.4	3.0	1.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1	5.87	1.73	6.47
S	1.9	4.2	4.1	2.6	1.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	7.45	1.99	8.11
SV	1.8	3.5	3.3	2.3	1.3	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	13.2	7.75	1.79	8.72
V	1.7	2.6	2.2	1.5	0.8	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	9.5	7.28	1.61	8.17
NV	0.6	1.3	1.4	1.1	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	8.18	1.92	9.26
SUM	21.8	31.2	23.8	13.4	6.1	2.4	0.8	0.3	0.1			99.9	6.53	1.61	7.18

Mars- mai	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30	>30	% sum	U m/s	Weibul-par.	
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s			α	β
N	4.8	3.9	2.3	1.2	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	5.61	1.26	5.59
NØ	5.1	3.6	1.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	4.13	1.40	4.07
Ø	8.5	7.3	1.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	3.80	1.73	3.89
SØ	7.6	6.2	2.3	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	4.14	1.52	4.19
S	4.7	5.1	2.9	1.2	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4	5.13	1.53	5.54
SV	3.5	4.5	3.2	1.7	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	5.89	1.55	6.73
V	2.9	2.3	1.3	0.7	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	5.39	1.22	5.61
NV	1.9	1.6	0.9	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	5.40	1.34	5.49
SUM	38.9	34.6	16.2	6.4	2.5	0.9	0.3	0.1	0.0			100.0	4.77	1.36	4.97

Juni- aug	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30	>30	% sum	U m/s	Weibul-par.	
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s			α	β
N	8.2	8.2	3.8	1.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	4.51	1.57	4.80
NØ	9.1	4.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	3.27	1.74	2.90
Ø	5.6	2.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	2.80	1.75	2.74
SØ	4.2	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	2.85	1.45	2.58
S	6.3	4.1	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	3.75	1.42	3.69
SV	6.6	6.5	3.1	1.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6	4.68	1.54	4.92
V	7.1	4.5	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	3.60	1.44	3.59
NV	4.4	2.6	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	3.35	1.55	3.29
SUM	51.5	34.1	10.8	2.9	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0			100.0	3.73	1.39	3.77

Tabell 1, forts.

Sept- nov	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27	27-30	>30	%	U	Weibul-par.	
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s			sum	m/s
N	1.6	2.3	1.9	1.2	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	6.98	1.58	7.82
NØ	3.8	2.6	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	3.87	1.42	3.93
Ø	7.5	6.6	3.1	1.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.6	4.39	1.46	4.73
SØ	6.7	6.8	3.4	1.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.6	4.74	1.53	5.05
S	4.6	4.9	3.2	1.7	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	5.71	1.42	6.37
SV	3.7	4.3	3.2	1.9	1.0	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	15.0	6.56	1.43	7.22
V	2.2	2.8	2.2	1.5	0.9	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	10.4	6.91	1.46	7.99
NV	1.3	1.7	1.3	0.8	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	6.86	1.51	7.49
SUM	31.4	32.0	19.2	9.6	4.4	1.9	0.8	0.3	0.1			99.9	5.52	1.36	6.04

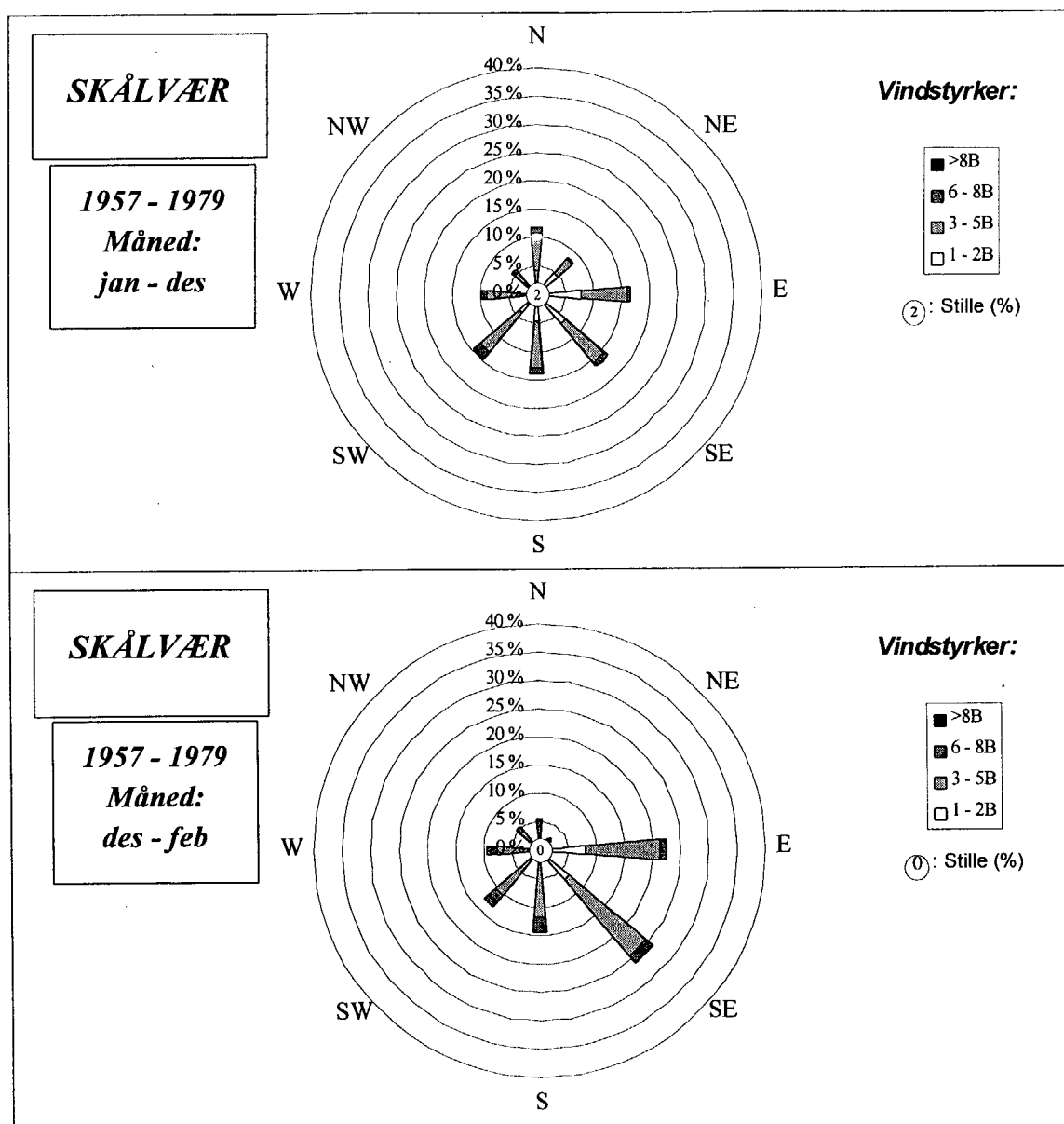


Fig.3

Observert vind på Skålvær.

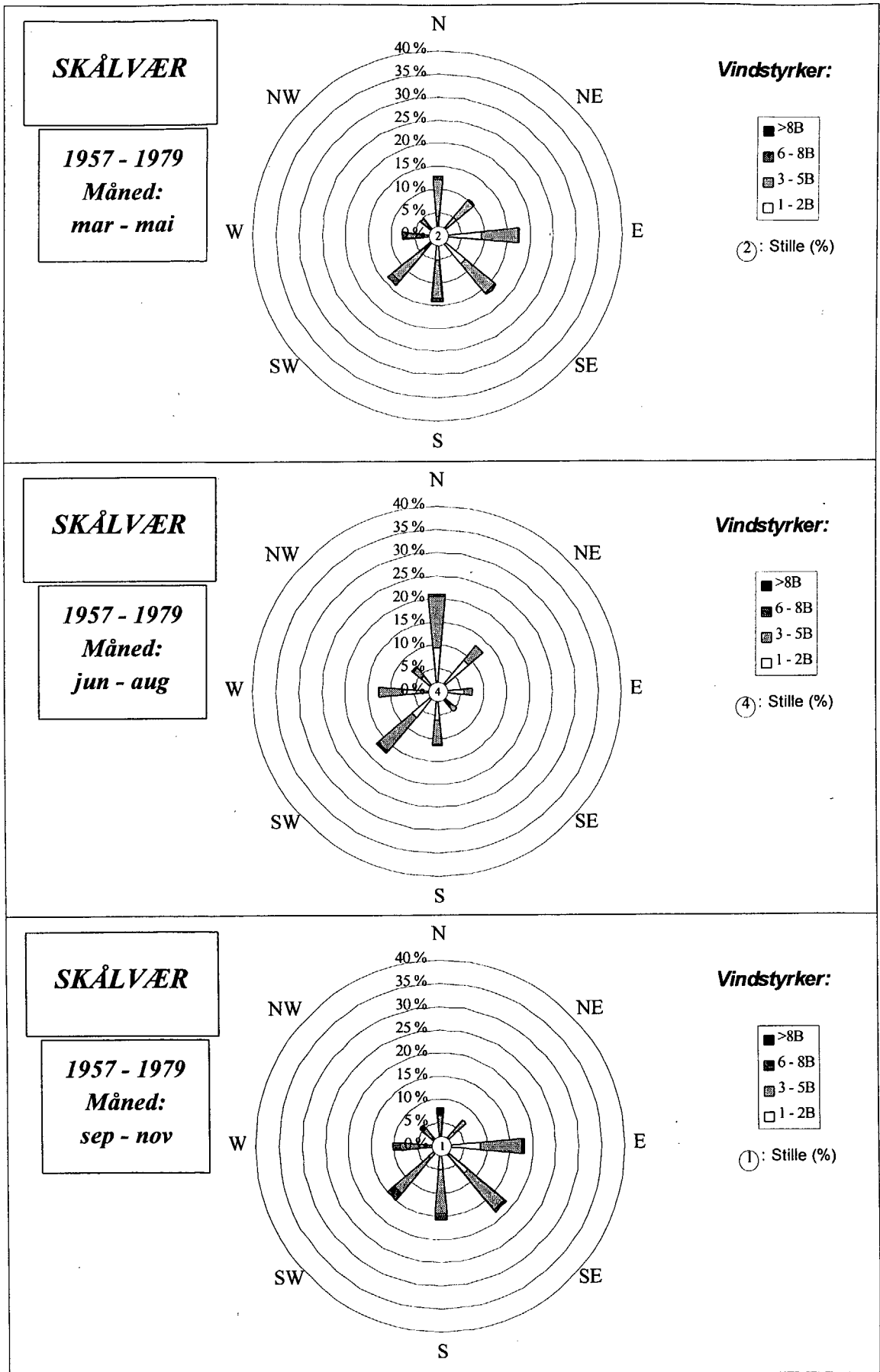


Fig.3, forts.

4.2. Ekstremvind, høydeprofil, turbulensintensitet

Når det gjelder ekstremverdier er skjønnsmessige observasjoner mindre tilfredsstillende, både fordi dataoppløsningen ved meget sterk vind er for dårlig, fordi vindretning ved maksimal vind ikke er angitt og fordi maksimal vind oftest opptrer mellom observasjonstidspunktene og derfor krever stor påpasselighet av observatøren dersom usikkerheten ikke skal bli for stor.

Det er derfor grunn til å trekke inn verdier fra Sklinna fyr, som har anemometer, til tross for den lengre avstanden til denne stasjonen. Sklinna fyr ligger 110 km sørsørvest for Åkviksundet. Fra Sklinna finnes det ferdig utarbeidet ekstremvindstatistikk (2), tallene for ekstremverdi av 10 min. middelvind med 50 års returperiode er gjengitt i Tabell 3.

Målingene fra Sklinna refererer seg til et punkt på kote 23 m hvor det er montert en vindmåler i en mast 10 m over bakken. Fyrøya ligger meget fritt ute på havet. Den er ca. 1200 m lang og 300 m bred. Det må antas at vind som blåser på tvers av øya har en lokal akselerasjon i forhold til et referansenivå 10 m over fritt hav. Øyas lengderetning er sørvest - nordøst, dog noe mer vestsørvest-østnordøst vest for vindmåleren som ligger på sørsiden, ca. midt på øya sett i lengderetningen. Det finnes småhøyder omtrent på samme høyde som måleren vest og nordøst for denne.

Ved bruk av høydeformelen, lign.2 med $n=0.13$, som er vanlig ved ekstrem 10 min middelvind over fritt hav, fåes 17 % høyere vindhastighet 33 m over sjøen enn 10 m over sjøen. Da fyrøya er noe bratt og ujevn antas friksjonseffekter å motvirke noe av denne forskjellen. Vi antar derfor at vind som kommer inn fra sjøen fra øst, sørøst og sør har 10% akselerasjon, mens vind fra sørvest, nordvest og nord har 5 % akselerasjon. Vind fra vest og nordøst antas ha like stor friksjonseffekt som akselerasjon, slik at forholdet ikke skiller seg fra referansepunktet.

Ved omregning fra fritt hav til Åkviksundet, har en antatt at kanalforsterkning og friksjon opphever hverandre ved vind rett gjennom det smale sundet, mens vinden ellers dempes ved økt friksjon. Derved er det antatt 15% svekning ved vind fra vest, nordvest og nord, ingen endring ved vind fra nordøst, sør og sørvest. Østlig vind antas svekket med 20% på grunn av skjerming av fjellene i øst, mens sørøstlig vindfelt minker utover (ved samme overflateruhet) og derfor er antatt bare 10 % svakere enn ute på havet.

Overføringskoeffisienten fra ekstremverdiene beregnet fra målinger på Sklinna fyr til Åkviksundet (10m, 10min middelvind) fåes da ved å multiplisere faktorene over, se Tabell 2.

For estimering av høydeprofiler og turbulensforhold trenger vi også kastfaktor, Gf_{3s} i 10 m nivå og n-eksponent i høydeformelen for 10 min middelvind. Disse er korrelerte. Ved fritt hav er verdien 1.35 og 0.13, vi har økt Gf_{3s} til 1.4 pga. innvirkning fra skjær og kyst. Ved vestlig til nordlig vind er Gf_{3s} satt 1.5, ved sørøstlig vind 1.6 og ved østlig vind 2.0, ved østlig vind er det terrengdempning pga. fjell som også øker vindens turbulens. Høydeprofilene justeres i samsvar med dette, profilet er skarpere, vinden øker mer med høyden. Sørøstlig vind har fått noe høyere kastfaktor også fordi noe turbulens henger igjen fra nedlagene lenger inne. Forholdene er imidlertid langt mindre dramatiske enn ved Sandnessjøen lufthavn/Helgelandsbrua. Høydeprofilet finnes ved ligningene 2 - 4.

$$\frac{U(z)}{U(10m)} = \left(\frac{z}{10m}\right)^n \quad \text{lign. 2}$$

$$\frac{I_u(z)}{I_u(10m)} = \left(\frac{z}{10m}\right)^{-n} \quad \text{lign. 3}$$

$$\frac{Gf(z)-1}{Gf(10m)-1} = \left(\frac{z}{10m}\right)^{-n} \quad \text{lign. 4}$$

Turbulensintensiteten og 1 min kastfaktor (3) er gitt ved

$$I_u = \frac{Gf_{3-5s} - 1}{2.5} = \frac{Gf_{1min} - 1}{1.15} \quad \text{lign. 5}$$

og lign.2 og 4 gir også grunnlag for å beregne n i lign.1 for vindkast med varighet 3-5 s, U_{3-5s} og 1min, U_{1min} , når $n(I_u)$ er antatt lik den antatt kjente $n(U_{10min})$.

Tabell 2

Datagrunnlag for beregning av ekstremvindforhold og turbulensparametre for Åkviksundet bru.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
$U_{10min, Sklinna}$ [m/s], 50 år	30	25	24	31	31	32	35	34
Overf.fakt., Sklinna - 10m hav	0.95	1.00	0.90	0.90	0.90	0.95	1.00	0.95
Overf.fakt., hav- Åkvik (10m)	0.85	1.00	0.80	0.90	1.00	1.00	0.85	0.85
Overf.fakt., Sklinna - 10m Åkvik	0.81	1.00	0.72	0.81	0.90	0.95	0.85	0.81
U_{10min} [m/s], 50 år, 10m	24.2	25.0	17.3	25.1	27.9	30.4	29.8	27.5
$n(U_{10min})$	0.15	0.13	0.25	0.2	0.13	0.13	0.15	0.15
$Gf_{3-5s(10m)}$	1.5	1.4	2.0	1.6	1.4	1.4	1.5	1.5

Tabell 3a

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra nord.

z [m]	U_{10min} [m/s]			U_{1min} [m/s]			U_{3-5s} [m/s]			Turbulensparametre		
	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	I_u	Gf_{3-5s}	Gf_{1min}
10	21.4	24.2	25.4	26.4	29.8	31.2	32.2	36.3	38.1	0.20	1.50	1.23
20	23.8	26.9	28.2	28.7	32.5	34.0	34.5	39.0	40.9	0.18	1.45	1.21
30	25.3	28.6	29.9	30.2	34.1	35.8	36.0	40.7	42.6	0.17	1.42	1.20
40	26.4	29.8	31.3	31.3	35.4	37.1	37.1	41.9	43.9	0.16	1.41	1.19
50	27.3	30.8	32.3	32.2	36.4	38.2	38.0	43.0	45.0	0.16	1.39	1.18
n	0.15	0.15	0.15	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.15		

Tabell 3b

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra nordøst.

z [m]	U_{10min} [m/s]			U_{1min} [m/s]			U_{3-5s} [m/s]			Turbulensparametre		
	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	I_u	Gf_{3-5s}	Gf_{1min}
10	22.1	25.0	26.2	26.2	29.6	31.0	31.0	35.0	36.7	0.16	1.40	1.18
20	24.2	27.4	28.7	28.3	32.0	33.5	33.1	37.4	39.2	0.15	1.37	1.17
30	25.5	28.8	30.2	29.6	33.4	35.0	34.4	38.8	40.7	0.14	1.35	1.16
40	26.5	29.9	31.4	30.6	34.5	36.2	35.3	39.9	41.9	0.13	1.33	1.15
50	27.3	30.8	32.3	31.3	35.4	37.1	36.1	40.8	42.8	0.13	1.32	1.15
n	0.13	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.13		

Tabell 3c

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra øst.

z [m]	U_{10min} [m/s]			U_{1min} [m/s]			U_{3-5s} [m/s]			Turbulensparametre		
	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	I_u	Gf_{3-5s}	Gf_{1min}
10	15.3	17.3	18.1	22.3	25.2	26.4	30.6	34.6	36.2	0.40	2.00	1.46
20	18.2	20.5	21.5	25.2	28.5	29.9	33.5	37.8	39.6	0.34	1.84	1.39
30	20.1	22.7	23.8	27.2	30.7	32.2	35.4	40.0	41.9	0.30	1.76	1.35
40	21.6	24.4	25.6	28.7	32.4	33.9	36.9	41.7	43.7	0.28	1.71	1.33
50	22.9	25.8	27.1	29.9	33.8	35.4	38.2	43.1	45.2	0.27	1.67	1.31
n	0.25	0.25	0.25	0.18	0.18	0.18	0.14	0.14	0.14	0.25		

Tabell 3d

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra sørøst.

z [m]	U_{10min} [m/s]			U_{1min} [m/s]			U_{3-5s} [m/s]			Turbulensparametre		
	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	I_u	Gf_{3-5s}	Gf_{1min}
10	22.2	25.1	26.3	28.4	32.0	33.6	35.6	40.2	42.1	0.24	1.60	1.28
20	25.5	28.8	30.2	31.7	35.8	37.5	38.9	43.9	46.0	0.21	1.52	1.24
30	27.7	31.3	32.8	33.8	38.2	40.0	41.0	46.3	48.6	0.19	1.48	1.22
40	29.3	33.1	34.7	35.5	40.1	42.0	42.7	48.2	50.5	0.18	1.45	1.21
50	30.7	34.6	36.3	36.8	41.6	43.6	44.0	49.7	52.1	0.17	1.43	1.20
n	0.20	0.20	0.20	0.16	0.16	0.16	0.13	0.13	0.13	0.20		

Tabell 3e

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra sør.

S	U _{10min} [m/s]			U _{1min} [m/s]			U _{3-5s} [m/s]			Turbulensparametre		
	z [m]	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	I _u	Gf _{3-5s}
10	24.7	27.9	29.2	29.2	33.0	34.6	34.6	39.1	40.9	0.16	1.40	1.18
20	27.0	30.5	32.0	31.6	35.7	37.4	36.9	41.7	43.7	0.15	1.37	1.17
30	28.5	32.2	33.7	33.0	37.3	39.1	38.4	43.3	45.4	0.14	1.35	1.16
40	29.6	33.4	35.0	34.1	38.5	40.4	39.4	44.6	46.7	0.13	1.33	1.15
50	30.4	34.4	36.0	35.0	39.5	41.4	40.3	45.6	47.7	0.13	1.32	1.15
n	0.13	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.13		

Tabell 3f

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra sørvest.

SV	U _{10min} [m/s]			U _{1min} [m/s]			U _{3-5s} [m/s]			Turbulensparametre		
	z [m]	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	I _u	Gf _{3-5s}
10	26.9	30.4	31.9	31.9	36.0	37.7	37.7	42.6	44.6	0.16	1.40	1.18
20	29.4	33.3	34.9	34.4	38.9	40.7	40.2	45.4	47.6	0.15	1.37	1.17
30	31.0	35.1	36.8	36.0	40.7	42.6	41.8	47.2	49.5	0.14	1.35	1.16
40	32.2	36.4	38.2	37.2	42.0	44.0	43.0	48.6	50.9	0.13	1.33	1.15
50	33.2	37.5	39.3	38.1	43.1	45.1	43.9	49.6	52.0	0.13	1.32	1.15
n	0.13	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.13		

Tabell 3g

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra vest.

V	U _{10min} [m/s]			U _{1min} [m/s]			U _{3-5s} [m/s]			Turbulensparametre		
	z [m]	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	I _u	Gf _{3-5s}
10	26.3	29.8	31.2	32.4	36.6	38.3	39.5	44.6	46.8	0.20	1.50	1.23
20	29.2	33.0	34.6	35.3	39.9	41.8	42.4	47.9	50.2	0.18	1.45	1.21
30	31.0	35.1	36.8	37.1	41.9	43.9	44.2	50.0	52.4	0.17	1.42	1.20
40	32.4	36.6	38.4	38.5	43.5	45.6	45.6	51.5	54.0	0.16	1.41	1.19
50	33.5	37.9	39.7	39.6	44.7	46.9	46.7	52.7	55.3	0.16	1.39	1.18
n	0.15	0.15	0.15	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.15		

Tabell 3h

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra nordvest.

NV	U _{10min} [m/s]			U _{1min} [m/s]			U _{3-5s} [m/s]			Turbulensparametre		
	z [m]	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	10 år	50 år	100 år	I _u	Gf _{3-5s}
10	24.3	27.5	28.8	29.9	33.8	35.4	36.4	41.2	43.2	0.20	1.50	1.23
20	27.0	30.5	31.9	32.5	36.8	38.5	39.1	44.2	46.3	0.18	1.45	1.21
30	28.7	32.4	33.9	34.2	38.7	40.5	40.8	46.1	48.3	0.17	1.42	1.20
40	29.9	33.8	35.4	35.5	40.1	42.0	42.1	47.5	49.8	0.16	1.41	1.19
50	30.9	35.0	36.6	36.5	41.3	43.2	43.1	48.7	51.0	0.16	1.39	1.18
n	0.15	0.15	0.15	0.12	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.15		

Resultatene i tabell 3 kan sammenlignes med det som tidligere er beregnet for Sandnessjøen lufthavn. På grunnlag av data innsamlet på flyplassen og sammenligninger med Bodø for å utnytte den lengre observasjonsrekken der, har vi beregnet 3-5 s vindkast i sektor NV-N, NØ-Ø, SØ-S og SV-V. Verdiene er 37, 49, 53 og 45 m/s, mens 31 m/s er verdien for 10 min

middelvind uansett sektor, denne er dog å finne i sektor SV-V. Ved sammenligning med tabell 3, ser vi at tilsvarende verdier vil være 41, 35, 40 og 45 m/s, samt 30 m/s ved 10 min middelvind (SV - V). Dette gir en troverdig sammenheng, der vindkastene er sterkest på lufthavnen ved sektor nordøst til sør, mens sørvestlig til vestlig vind er omtrent lik på de to stedene.

5. Referanser

(1) Petersen, E.L., Troen, I., Frandsen, S. og Hedegaard, K.:

Windatlas for Denmark.

Risø Library, Roskilde, Danmark, 1981.

(2) Harstveit, K.:

Vega antennemast. Is og vindlaster..

DNMI KLIMA 57/85, Oslo 1985.

(3) Harstveit, K.:

Full scale measurements of gust factors and turbulence intensity, and their relations in hilly terrain.

Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 61,
1996, pp 195-205.

Det Norske Meteorologiske Institutt
Postboks 43 Blindern
0313 OSLO

Att.: Knut Harstveit

KONTORADRESSE: ERLING SKAKKESGT. 25
: 7013 TRONDHEIM
POSTADRESSE : 7005 TRONDHEIM
TELEFON : 73 52 60 40
TELEFAX : 73 52 13 21
TELEX : 55 619 ARR N
BANKGIRO : 7450.06.06863
F.NR. NO : 964 325 294 MVA

DERES REF.

DERES BREV

VÅR REF.

DATO

KS - 970040
B001

17. jan. 1997

ÅKVIKSUNDET BRU - VINDDATA

Det vises til telefonsamtale i dag.

Reinertsen Engineering er av Statens vegvesen Nordland engasjert til å utarbeide forprosjekt og detaljprosjekt for Åkviksundet bru mellom øyene Staulen og Dønna på Helgelandskysten. Forprosjektet skal utarbeides for buebru i stål. Detaljprosjektet skal gjennomføres enten for buebru eller fritt-frambygg bru.

Kartutsnitt fra hovedplan som viser plassering av brua samt utsnitt av C-tegning er vedlagt. Bruas hovedspenn over sundet har lengde ca. 135 meter med brukse ca. øst-vest.

Som grunnlag for dimensjoneringen ønskes det utarbeidet en rapport om vindforholdene på brustedet basert på foreliggende vinddata for området. Følgende opplysninger ønskes for de ulike sektorer:

- 3 sek. vindkast for 10-års, 50-års og 100-års vind
- 10 min. middelvind for 10-års, 50-års og 100-års vind
- Horisontal turbulensintensitet

Vinddata for Helgelandsbrua som evt. hjelp til vurderingen oversendes direkte fra Statens vegvesen Nordland.

Som avtalt pr. telefon skal oppdraget gjennomføres innenfor en kostnadsramme på kr 25.000,- og rapport leveres seinest innen utgangen av februar. Detaljprosjekteringen starter i midten av februar og det er derfor ønskelig at rapport kan leveres på dette tidspunktet. Faktura stiles til Reinertsen Engineering.

Med vennlig hilsen
for REINERTSEN Engineering



Knut Sølvernes
siv.ing.