

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

**EIKSUNDBRUA
VINDFORHOLD**

KNUT HARSTVEIT

RAPPORT NR. 03/98 KLIMA



DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3

TELEFON: 22 96 30 00

ISBN 0805-9918

RAPPORT NR.

03/98 KLIMA

DATO

15.01.98

TITTEL

EIKSUNDBRUA VINDFORHOLD

UTARBEIDET AV

Knut Harstveit

OPPDRAKSGIVER

Statens vegvesen - Møre og Romsdal vegkontor

OPPDRAKSNR.

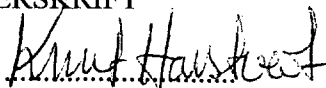
SAMMENDRAG

Utfra data fra Svinøy fyr samt vurdering av terrenforholdene på stedet, er det angitt ekstremvinddata og turbulensparametre ved den planlagte Eiksundbrua i Ulstein kommune.

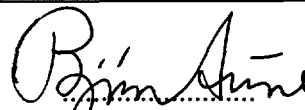
Ekstremvindverdier er gitt for 10, 50 og 100 års returperiode. Longitudinal turbulensintensitet, kastfaktorer og høydefordeling er også angitt.

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

UNDERSKRIFT



Knut Harstveit
SAKSBEHANDLER



Bjørn Aune
FAGSJEF

SAMMENDRAG

Ut fra data fra Svinøy fyr samt vurdering av terrenforholdene på stedet, er det angitt ekstremvinddata og turbulensparametre ved den planlagte Eiksundbrua i Ulstein kommune. Ekstremvindverdier er gitt for 10, 50 og 100 års returperiode. Longitudinal turbulensintensitet, kastfaktorer og høydefordeling er også angitt.

Tabellen gir en oversikt over resultatene i 10 m nivå. Dette viser tydelig at den sterkeste vinden ved brua kommer i sektor sørvest.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
$U_{10\min}$ [m/s], 10 år, 10m	10.1	17.4	14.6	11.8	13.1	25.3	23.2	12.2
$U_{10\min}$ [m/s], 50 år, 10m	11.2	19.3	16.2	13.1	14.5	28.1	25.8	13.6
$U_{10\min}$ [m/s], 100 år, 10m	11.6	20.0	16.8	13.6	15.1	29.2	26.8	14.1
$n(U_{10\min})$	0.30	0.18	0.18	0.25	0.25	0.18	0.18	0.25
I_u	0.40	0.24	0.24	0.40	0.40	0.24	0.24	0.40
U_{3-5s} [m/s], 10 år, 10m	20.2	27.8	23.3	23.6	26.2	40.6	37.2	24.5
U_{3-5s} [m/s], 50 år, 10m	22.4	30.9	25.9	26.2	29.1	45.0	41.2	27.2
U_{3-5s} [m/s], 100 år, 10m	23.3	32.1	26.9	27.2	30.2	46.7	42.8	28.2
$n(U_{3-5s})$	0.17	0.12	0.12	0.14	0.14	0.12	0.12	0.14

1. Innledning

Bakgrunnen for denne rapporten er en forespørsel fra Statens Vegvesen, Møre og Romsdal vegkontor. Eiksundbrua skal forbinde Hareidlandet med den mindre øya Eika, mens vegkrysningen av den større Vartdalsfjorden skal gjøres ved undersjøisk tunnel.

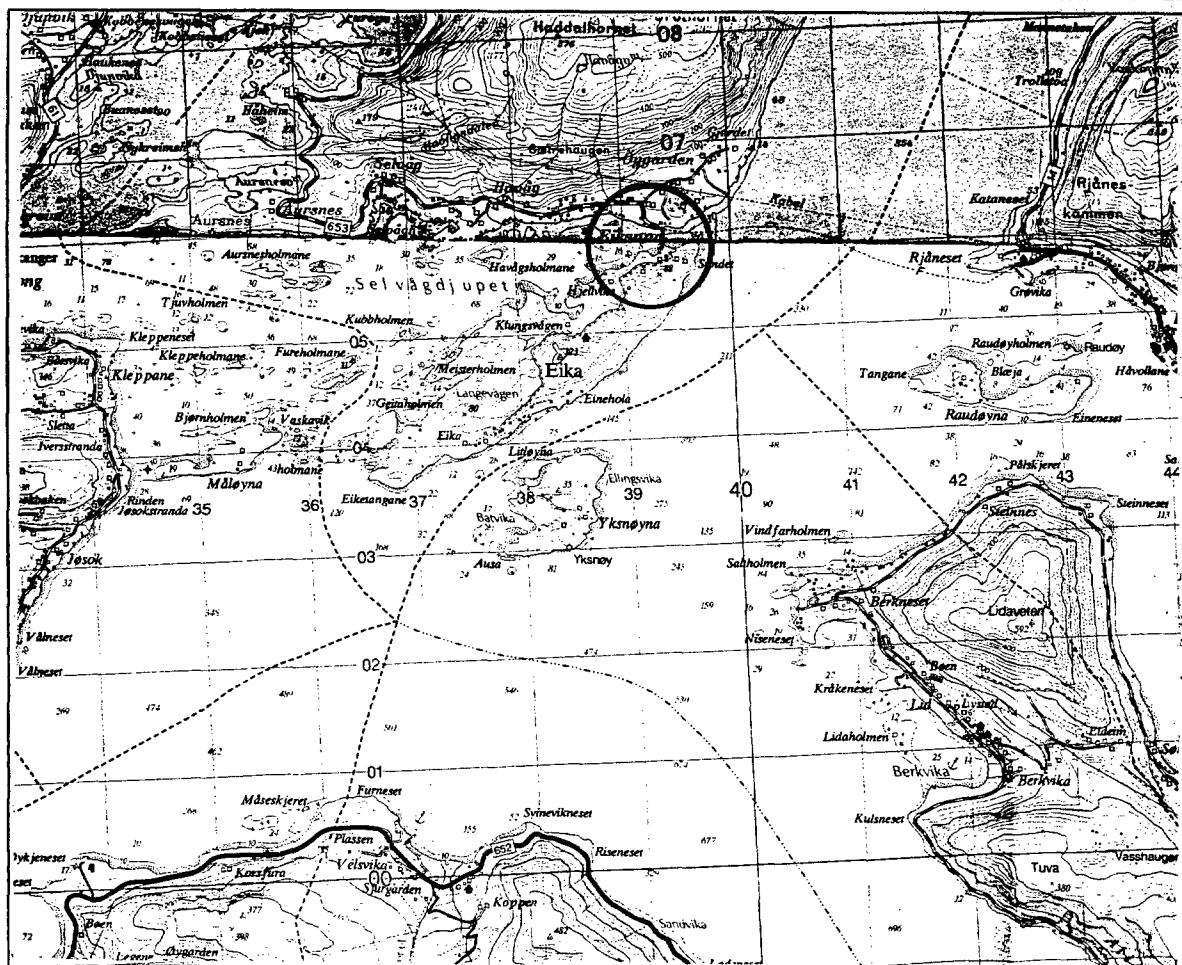
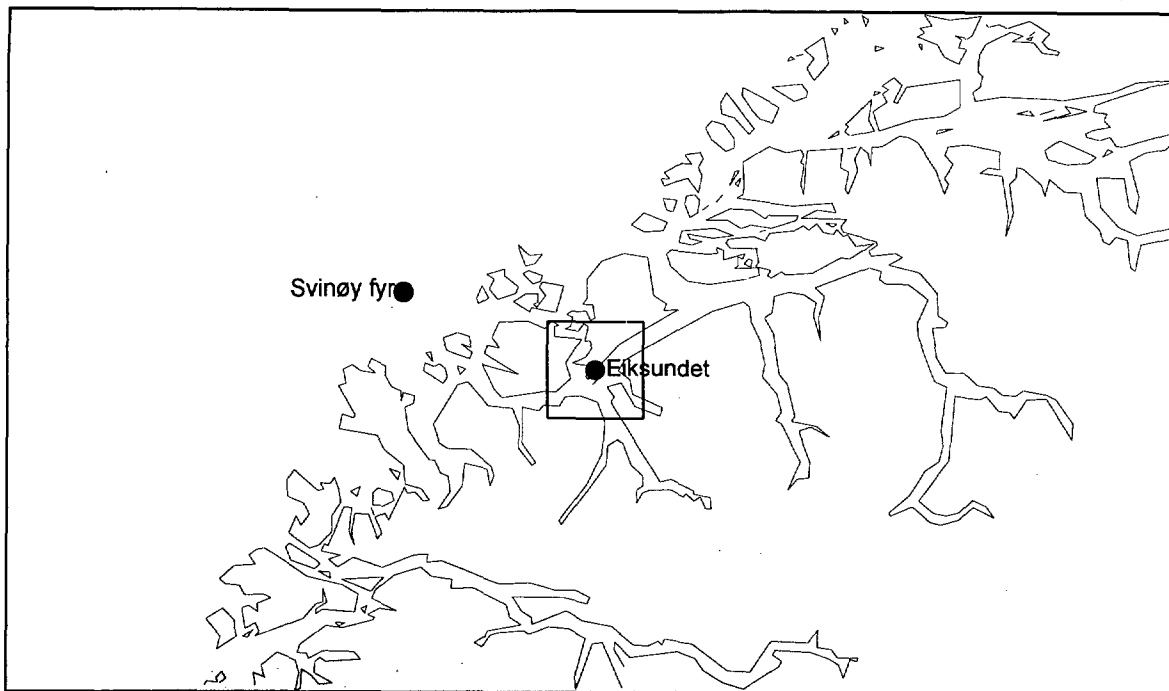
2. Sted og topografi

Det planlagte brustedet ligger på ytre del av Sunnmøre. Eiksundbrua skal krysse Eiksundet i Ulstein kommune, ca. 10 km SSV for kommunesenteret, Ulsteinvik.

Øya Eika ligger i en større kanalsone, Rovdefjorden - Vartdalsfjorden - Storfjorden. Denne hovedkanalen er typisk 3 km bred. Eiksundet er ca. 200 m bredt på det smaleste, men ca. 600 m ved brustedet dersom vi ser bort fra en flat landtunge som forkorter bruspenet.

Øya Eika har fjell oppe i 120 m, mens det er et fjell på 576 moh på nord og vestsiden siden av sundet. På øst- og sørsiden av Vartdalsfjorden er fjellene høye og bratte, over 1000 moh.

Det er noe skog på begge sider av sundet, men denne er brutt opp av en del dyrket mark på nordsiden.



Figur 1. Kart over bruområdet.

3. Vindforholdene i området

Det vil i første rekke være vind opp hovedkanalen fra sørvest som kan bli sterk i området, til dels blåser det også noe fra nordøst. Lokalt i Eiksundet vil det også være noe vind fra vest og til dels øst. I forhold til vinden i selve Vartdalsfjorden vil middelvinden bli noe bremsset av friksjon i området, men kanalisering gjennom Eiksundet motvirker noe av denne bremsingen. Samlet gir dette betydelig skjerming av vind som går på tvers av fjorden, dvs. vind fra nordvest og sørøst til sør, mens vind som løper langs fjorden ikke får svært forskjellige forhold fra referansevinden i området.

3.1. Beregning av ekstremvindklima ved Eiksundbrua

Det er beregnet 50-års verdier av 10 minutters middelvind på Svinøy fyr, hvilket gav 42 m/s fra SV og 39 m/s fra vest som de høyeste verdiene. Det kan antas en viss akselerasjon over øya og fra alle retninger unntatt sørøst og sør antas at vinden 10 m over fritt hav som 95 % av vinden på Svinøy. Ved sørvestlig, vestlig, østlig og nordøstlig vind anslås middelvinden i Eiksundet til 70 % av vinden på havet utenfor, men at vindkastene er mindre redusert.

Vi finner derved 50 års verdien til 28 m/s 10 m over fjordflaten. Reduksjonen er litt større enn for enkelte større fjorder. Dette skyldes friksjon og vi har følgelig noe mer turbulens enn det som er vanlig ved vind langs en fjord. Ved å sette gustfaktoren til 1.6 får vi 45 m/s som 3-5 s vindkast. Ihht. tilleggsblad i Norsk standard er dimensjonerende verdi av 3-5 s vindkast satt til kurve E i Ulstein kommune. I 10 m høyde på en flyplasslignende flate gir dette 45 m/s som ekstremverdi med 50-års returperiode. Dette betyr at vi ikke har hverken netto skjerming eller netto akselerasjon i sundet, friksjon og kanalisering motvirker hverandre. Estimater synes være rimelig fornuftig.

Vi benytter et beregningsskjema for 8 sektorer der overgangsfaktorer mellom Svinøy og fritt hav, mellom fritt hav og Eiksundet, samt estimerte verdier av vindprofileksponenter og kastfaktorer. 50 års verdier av 10 min middelvind for Svinøy tastes inn i skjemaet. Skjemaet er nyttig fordi det gir en fysisk oversikt over hvilke estimeringer som gjøres. Estimeringene er

utført på grunnlag av generell kompetanse på hvorledes vinden modifieres i terrenget. Sluttresultatene skal også virke fornuftige. I Eiksundet er det god overensstemmelse mellom fornuftige resultater og estimerte overgangsfaktorer.

Omregningsfaktorer fra 50 år til 10 og 100 år er 0.901 og 1.038, hvilket ble funnet ved ekstremvindanalysen for Svinøy fyr.

Høydeprofilen finnes ved ligningene 1 - 3.

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

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

$$\frac{Gf(z)-1}{Gf(10m)-1} = \left(\frac{z}{10m}\right)^{-n} \quad \text{lign. 3}$$

Turbulensintensiteten og 1 min kastfaktor er gitt ved

$$I_u = \frac{Gf_{3-5s} - 1}{2.5} = \frac{Gf_{1min} - 1}{1.15} \quad \text{lign. 4}$$

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 1

Datagrunnlag for beregning av ekstremvindforhold og turbulensparametre for Eiksundbrua.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
$U_{10min, Svinøy}$ [m/s], 50 år	29.5	29.0	24.4	21.8	36.4	42.3	38.8	28.6
Overføringsfakt., Svinøy - 10m hav	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95
Overføringsfakt., hav- Eiksund (10m)	0.40	0.70	0.70	0.60	0.40	0.70	0.70	0.50
Overføringsfakt., Svinøy - 10m Eiksund	0.38	0.67	0.67	0.60	0.40	0.67	0.67	0.48
U_{10min} [m/s], 50 år, 10m	11.2	19.3	16.2	13.1	14.5	28.1	25.8	13.6
$n(U_{10min})$	0.30	0.18	0.18	0.25	0.25	0.18	0.18	0.25

Tabell 2a

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra nord.

N	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	10.1	11.2	11.6	14.7	16.4	17.0	20.2	22.4	23.3	0.40	2.00	1.46
20	12.4	13.8	14.3	17.1	19.0	19.7	22.5	25.0	26.0	0.32	1.81	1.37
30	14.0	15.6	16.2	18.7	20.7	21.5	24.1	26.8	27.8	0.29	1.72	1.33
40	15.3	17.0	17.6	20.0	22.1	23.0	25.4	28.2	29.3	0.26	1.66	1.30
50	16.4	18.2	18.9	21.0	23.3	24.2	26.5	29.4	30.5	0.25	1.62	1.28
n	0.30	0.30	0.30	0.22	0.22	0.22	0.17	0.17	0.17	0.30		

Tabell 2b

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra nordøst.

NØ	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	17.4	19.3	20.0	22.2	24.6	25.6	27.8	30.9	32.1	0.24	1.60	1.28
20	19.7	21.9	22.7	24.5	27.2	28.2	30.2	33.5	34.7	0.21	1.53	1.24
30	21.2	23.5	24.4	26.0	28.9	30.0	31.6	35.1	36.5	0.20	1.49	1.23
40	22.3	24.8	25.7	27.1	30.1	31.3	32.8	36.4	37.8	0.19	1.47	1.22
50	23.2	25.8	26.8	28.0	31.1	32.3	33.7	37.4	38.8	0.18	1.45	1.21
n	0.18	0.18	0.18	0.15	0.15	0.15	0.12	0.12	0.12	0.18		

Tabell 2c

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra øst.

Ø	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	14.6	16.2	16.8	18.6	20.7	21.4	23.3	25.9	26.9	0.24	1.60	1.28
20	16.5	18.3	19.0	20.6	22.8	23.7	25.3	28.1	29.1	0.21	1.53	1.24
30	17.8	19.7	20.5	21.8	24.2	25.1	26.5	29.5	30.6	0.20	1.49	1.23
40	18.7	20.8	21.6	22.8	25.3	26.2	27.5	30.5	31.7	0.19	1.47	1.22
50	19.5	21.6	22.5	23.5	26.1	27.1	28.2	31.4	32.5	0.18	1.45	1.21
n	0.18	0.18	0.18	0.15	0.15	0.15	0.12	0.12	0.12	0.18		

Tabell 2d

Ekstremvindforhold og turbulensparametre ved vindretning fra sørøst.

SØ	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	11.8	13.1	13.6	17.2	19.1	19.9	23.6	26.2	27.2	0.40	2.00	1.46
20	14.0	15.6	16.2	19.5	21.6	22.4	25.8	28.7	29.8	0.34	1.84	1.39
30	15.5	17.2	17.9	21.0	23.3	24.2	27.3	30.3	31.5	0.30	1.76	1.35
40	16.7	18.5	19.2	22.1	24.6	25.5	28.5	31.6	32.8	0.28	1.71	1.33
50	17.7	19.6	20.3	23.1	25.6	26.6	29.5	32.7	33.9	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 2e

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	13.1	14.5	15.1	19.1	21.2	22.0	26.2	29.1	30.2	0.40	2.00	1.46
20	15.6	17.3	18.0	21.6	24.0	24.9	28.7	31.8	33.0	0.34	1.84	1.39
30	17.2	19.1	19.9	23.3	25.8	26.8	30.3	33.7	35.0	0.30	1.76	1.35
40	18.5	20.6	21.3	24.6	27.3	28.3	31.6	35.1	36.4	0.28	1.71	1.33
50	19.6	21.7	22.6	25.6	28.4	29.5	32.7	36.3	37.7	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 2f

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	25.3	28.1	29.2	32.3	35.9	37.3	40.6	45.0	46.7	0.24	1.60	1.28
20	28.7	31.9	33.1	35.7	39.6	41.1	43.9	48.7	50.6	0.21	1.53	1.24
30	30.9	34.3	35.6	37.9	42.0	43.6	46.1	51.2	53.1	0.20	1.49	1.23
40	32.5	36.1	37.5	39.5	43.9	45.5	47.7	53.0	55.0	0.19	1.47	1.22
50	33.9	37.6	39.0	40.9	45.3	47.1	49.1	54.5	56.5	0.18	1.45	1.21
n	0.18	0.18	0.18	0.15	0.15	0.15	0.12	0.12	0.12	0.18		

Tabell 2g

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	23.2	25.8	26.8	29.6	32.9	34.1	37.2	41.2	42.8	0.24	1.60	1.28
20	26.3	29.2	30.3	32.7	36.3	37.7	40.2	44.7	46.4	0.21	1.53	1.24
30	28.3	31.4	32.6	34.7	38.5	40.0	42.2	46.9	48.7	0.20	1.49	1.23
40	29.8	33.1	34.3	36.2	40.2	41.7	43.7	48.5	50.4	0.19	1.47	1.22
50	31.0	34.4	35.7	37.4	41.5	43.1	45.0	49.9	51.8	0.18	1.45	1.21
n	0.18	0.18	0.18	0.15	0.15	0.15	0.12	0.12	0.12	0.18		

Tabell 2h

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	12.2	13.6	14.1	17.9	19.8	20.6	24.5	27.2	28.2	0.40	2.00	1.46
20	14.5	16.1	16.8	20.2	22.4	23.2	26.8	29.7	30.9	0.34	1.84	1.39
30	16.1	17.9	18.5	21.7	24.1	25.0	28.3	31.4	32.6	0.30	1.76	1.35
40	17.3	19.2	19.9	22.9	25.4	26.4	29.5	32.8	34.0	0.28	1.71	1.33
50	18.3	20.3	21.1	23.9	26.5	27.6	30.5	33.9	35.2	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		



Statens vegvesen
Møre og Romsdal
vegkontor

Vår saksbehandler - innvalgsnr.

Oddbjørn Pladsen - 71 25 86 81

Vår dato

1997-09-23

Vår referanse

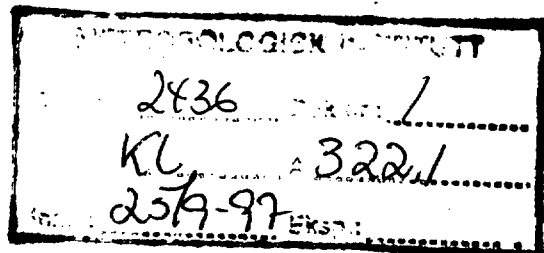
97/02869-010

Vårt ark nr.

631.653.99

Deres referanse

Det Norske Meteorologiske Institutt
v/Knut Harstveit
Postboks 43 Blindern
0313 OSLO



Riksveg 653 Eiksundsambandet **Bestilling av vindrapport for Eiksundbrua**

Vi viser til hyggelig telefonsamtale den 10. september 1997, og bekrefter at vi vil engasjere instituttet til å utarbeide en foreløpig vindrapport for prosjekteringen av Eiksundbrua. Rapporten vil bygge på målinger fra nærliggende målestasjoner og kartvurderinger. Kostnadsrammen er stipulert til kr 25 000,- og rapporten vil bli levert i løpet av november 1997.

Som tegningsgrunnlag for oppdraget følger vedlagt:

- Brosjyre med oversiktskart over Eiksundsambandet (ikke àjour).
- Kart i målestokk 1:2000 av hovedplanen for Eiksundet.
- Kopi av reguleringsplanen i målestokk 1:5000.
- Kopi av et av forprosjektene for Eiksundbrua.

Det er nå besluttet at det også skal utføres vindmålinger på brustedet fra i høst og minst fram til våren 1998. Målingene vil bli utført i samarbeid med Aas-Jakobsen AS som vi har engasjert til å prosjektere Eiksundbrua. Vi ønsker også å engasjere DNMI til å utarbeide en endelig vindrapport når måleperioden er avsluttet. Vi vil også gjerne ha en vurdering av hvor lang måleperioden bør være i den foreløpige rapporten som er avtalt levert i november.

Aas-Jakobsen AS v/prosjekteringsleder Stein Erik Jakobsen vil ta nærmere kontakt for bl.a. å avtale plassering og lengde av måletårn.

Vi ønsker lykke til med oppdraget.

Med hilsen
Utbyggingsavdelinga

Paul Bølset
utbyggingsjef

Oddbjørn Pladsen
prosjektleder

Vedlegg

Kopi: Dr.ing. Aas-Jakobsen AS, Lilleakervegen 4, 0283 Oslo
Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Bruavdelinga

OPL/HMO