

**VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET  
 VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE-TILSLUTTET SINTEF**
**Gjelder:**

VEGFYLLING RAMBERG - FREDVANG.

 Vurdering av bølgepågang og  
 stabilitet av fylling.

Underskrevet av: S. Bjørdal

Dato: 1979-03-30

GÅR TIL

Orientering	Uttalelse	Behandling	Etter avtale
			x

Vegsjefen i Nordland

Til SINTEF's arkiv

1 eksemplar

Dette notat inneholder en overslagsmessig vurdering av bølgepågangen som må forventes mot vegfyllingen Ramberg - Fredvang. Basert på denne bølgepågang har vi beregnet nødvendig blokkvekt i fyllingens dekklag og anbefalt kronehøyde på fyllingen. Kort sammenfattet er resultatet av vår vurdering:

- Fyllingen bør dimensjoneres for en signifikant bølgehøyde  $H_{1/3} = 4 \text{ m}$  -
- Nødvendig blokkvekt i fyllingens dekklag (skråning 1:1.25) er beregnet til 10 tonn. -
- Fyllingens kronehøyde bør legges på henholdsvis kote + 7.5 og
- 6.5 for østre og vestre del av fyllingen -
- Brystvern i betong bør føres ca. 1 m over de omgitte kronehøyder.
- Da overskylling med de nevnte kronehøyder må forventes må fyllingens sydside sikres mot utvasking.

BØLGEPÅGANGBølger på dypt vann

Etter oppdrag for Statens havnevesen 4. distrikt utførte Vassdrags- og havnelaboratoriet i 1972 en bølgeanalyse i forbindelse med utbedringen av Laukvik molo, Vågan i Lofoten. Som det fremgår av figur 1 ligger Laukvik noe lenger øst i Lofoten enn den aktuelle fyllingen Ramberg - Fredvang. Vi vil imidlertid tro at bølgef forholdene på dypt vann på de to stedene ikke er vesentlig forskjellige. Den utførte bølgeanalyse for Laukvik kan således være et bra utgangspunkt for en grov vurdering av bølgepågangen mot den planlagte fyllingen ved Ramberg.

Figur 2 viser bølgestatistikken på dypt vann utenfor Laukvik. Diagrammet viser med hvilken hyppighet bestemte signifikante bølgehøyder kan forventes. Hyppigheten av signifikant bølgehøyde er også gitt i nedenforstående tabell.

HYPPIGHET				
1 gang/år	1 gang/5 år	1 gang/10 år	1 gang/25 år	1 gang/50 år
7.5 m	8.9 m	9.5 m	10.6 m	11.2 m

Bølger på grunt vann

Når vanddybden blir ca. halvparten av bølgelengden vil bølgene begynne å bli påvirket av bunntopografien. (Refraksjon- og grunnings effekter.)

Alt etter hvordan bunntopografien er kan bølgeenergi konsentreres eller spres (økning eller minskning av bølgehøyden) innover mot land. Bunntopografiens innvirkning på bølgehøyden øker jo grunnere det er. Når det blir tilstrekkelig grunt (vanddybden tilsvarer bølgehøyden) vil bølgene bryte.

Reduksjon i bølgehøyde på grunn av refraksjon

I følge sjøkart nr. 74 er bunntopografien utenfor Ramberg - Fredvang slik at bølgehøyden vil reduseres etter hvert som bølgene nærmer seg den planlagte fyllingen.

En grov vurdering av refraksjonseffekten for bølger fra nord indikerer at bølgehøyden i området Jusholmen - Storfaldet er omtrent halvert i forhold til bølgehøyden på dypt vann. (Dette gjelder for en bølge med periode  $T = 12$  sek.)

Fra området Jusholmen - Storfaldet og inn mot den planlagte fyllingen vil bølgehøyden ytterligere reduseres på grunn av refraksjon. På grunn av mer komplisert bunntopografi er det vanskelig å angi hvor stor dempning som kan forventes på denne strekning. Vi vil imidlertid tro at for bølger med perioder 10-12 sek. vil reduksjonen i bølgehøyde være 20 - 30%.

Basert på bølgestatistikken for dypt vann og de nevnte reduksjoner i bølgehøyde på grunn av refraksjon vil signifikant bølgehøyde og hyppighet inn mot fyllingen grovt sett bli som angitt i nedenforstående tabell.

HYPPIGHET				
1 gang/år	1 gang/5 år	1 gang/10 år	1 gang/25 år	1 gang/50 år
2.8 m	3.4 m	3.7 m	4.0 m	4.2 m

Begrensning av bølgehøyde på grunn av vanndybde

På sjøkart nr. 74 er vanndybden ved Storfaldet angitt til 1-3 m i henhold til sjøkartverkets null nivå (spring lavvann).

Utenfor den vestre del av fyllingen (på Fredvangsiden) er det på sjøkartet angitt å være svært grunt, vanndybder mindre enn 0.5 m i henhold til sjøkartverkets null nivå. Foran fyllingens

hode (overgang fylling-bro) er det imidlertid dypere, med dybder opp til 8-10 m. Antas spring høyvann å ligge på + 3.2 m og at vindoppstuvning kan medføre en vannstandsøkning ved kysten på ca. 0.3 m vil vanndybden over Storfaldet i ekstreme situasjoner bli 4.5 - 6.5 m og vanndybden foran vestre del av fyllingen ca. 4 m.

Under forutsetning av at bølgene bryter av når bølgehøyden tilsvarer vanndybden vil vanndybden begrense bølgehøyden inn mot den vestre del av fyllingen (i ca. 400 m lengde fra Fredvangsiden) til  $H_{\max} \approx 4$  m. Dybdeforholdene vil imidlertid ikke begrense bølgehøyden inn mot fyllingens hode.

#### Dimensjonerende bølgepågang

Basert på de foranstående vurderinger av bølgehøyder på dypt vann og av bølgedempning på grunn av refraksjon og bølgebrytning vil vi foreslå at dimensjonerende bølgehøyde  $H_{1/3}$ , for fyllingen settes til  $H_{1/3} = 4$  m. Dette tilsvarer en bølgesituasjon som i gjennomsnitt kan forventes å opptre en gang pr. 20. år.

Den maksimale bølgehøyde inn mot vestre del av fyllingen kan også på grunn av dybdeforholdene settes til  $H_{\max} = 4$  m. Den maksimale bølgehøyde mot fyllingens hode vil derimot ikke begrenses av vanndybden og kan beregnes til  $H_{\max} = 1.6-1.8 H_{1/3} \approx 6.5-7$  m.

Dimensjonerende bølgehøyde  $H_{1/3}$  inngår i beregning av nødvendig blokkvekt for stabilitet av fyllingen. Maksimal bølgehøyde benyttes for vurdering av fyllingens kronehøyde.

DIMENSJONERING AV FYLLINGNødvendig blokkvekt i dekklag

Vanligvis benyttes Hudson's formel

$$Q = \frac{\gamma_s H_{1/3}^3}{K_D \left( \frac{\gamma_s}{\gamma_v} - 1 \right) \cot \alpha} \quad \text{hvor}$$

$Q$  = nødvendig blokkvekt

$\gamma_s$  = egenvekt av steinmaterialet

$\gamma_v$  = egenvekt av sjøvann

$K_D$  = stabilitetstall (empirisk bestemt)

$\alpha$  = fyllingens skråningsvinkel

til å beregne nødvendig blokkvekt i en rausskråning.

Fyllingen tenkes da bygd opp med en kjerne av samfengt masse og et dekklag av blokker i to lag.

$$\text{Med } \gamma_s = 2.7 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_v = 1.025 \text{ t/m}^3$$

$$K_D = 3.2$$

vil nødvendig blokkvekt i en skråning på 1:1.25 for en dimensjonerende bølgehøyde på  $H_{1/3} = 4$  m kunne beregnes til:

$$Q = \frac{2.7 \cdot 4^3}{3.2 \left( \frac{2.7}{1.025} - 1 \right)^3 \cdot 1.25} \approx 10 \text{ tonn}$$

For samme dimensjonerende bølgehøyde, men blokker lagt i skråning 1:1.5 vil nødvendig blokkvekt bli:

$$Q = \frac{2.7 \cdot 4^3}{3.2 \left( \frac{2.7}{1.025} - 1 \right)^3 \cdot 1.5} \approx 8 \text{ tonn.}$$

Dersom blokkene har en utpreget lengdeakse vil det være mulig å legge et dekklag bestående av noe mindre stein dersom blokkene legges med den lengste akse normalt på skråningen. Denne metode innebærer imidlertid at blokkene må legges med kran.

#### Fyllingens kronehøyde

Vanligvis regnes bølgeoppskyllet på en rausskråning å være av samme størrelsesorden som bølgehøyden. Bølgeoppskyllet måles vertikalt fra stille vannsnivå.

For å være sikker på at fyllingen ikke overskylles når det er ekstremt høyvann + 3.5 m (inkludert vindoppstuvning) og ekstrem bølgepågang (eks. 20 års bølgen) måtte kronehøyden på den østre del av fyllingen legges på kote + 10.5 m ( $H_{\max} = 7$  m, høyvann + 3.5). Likeledes for den vestre del av fyllingen på kote + 7.5 m ( $H_{\max} = 4$  m, høyvann + 3.5 m).

En viss overskylling under ekstreme værforhold går vi ut fra kan aksepteres og vi vil foreslå at kronehøyden for den østre del av fyllingen legges på kote + 7.5 og for den vestre del av fyllingen på kote + 6.5. Det bør da settes opp brystvern i betong slik at overkant brystvern blir liggende på kote + 8.0 for den østre del av fyllingen og på kote + 7 for den vestre del.

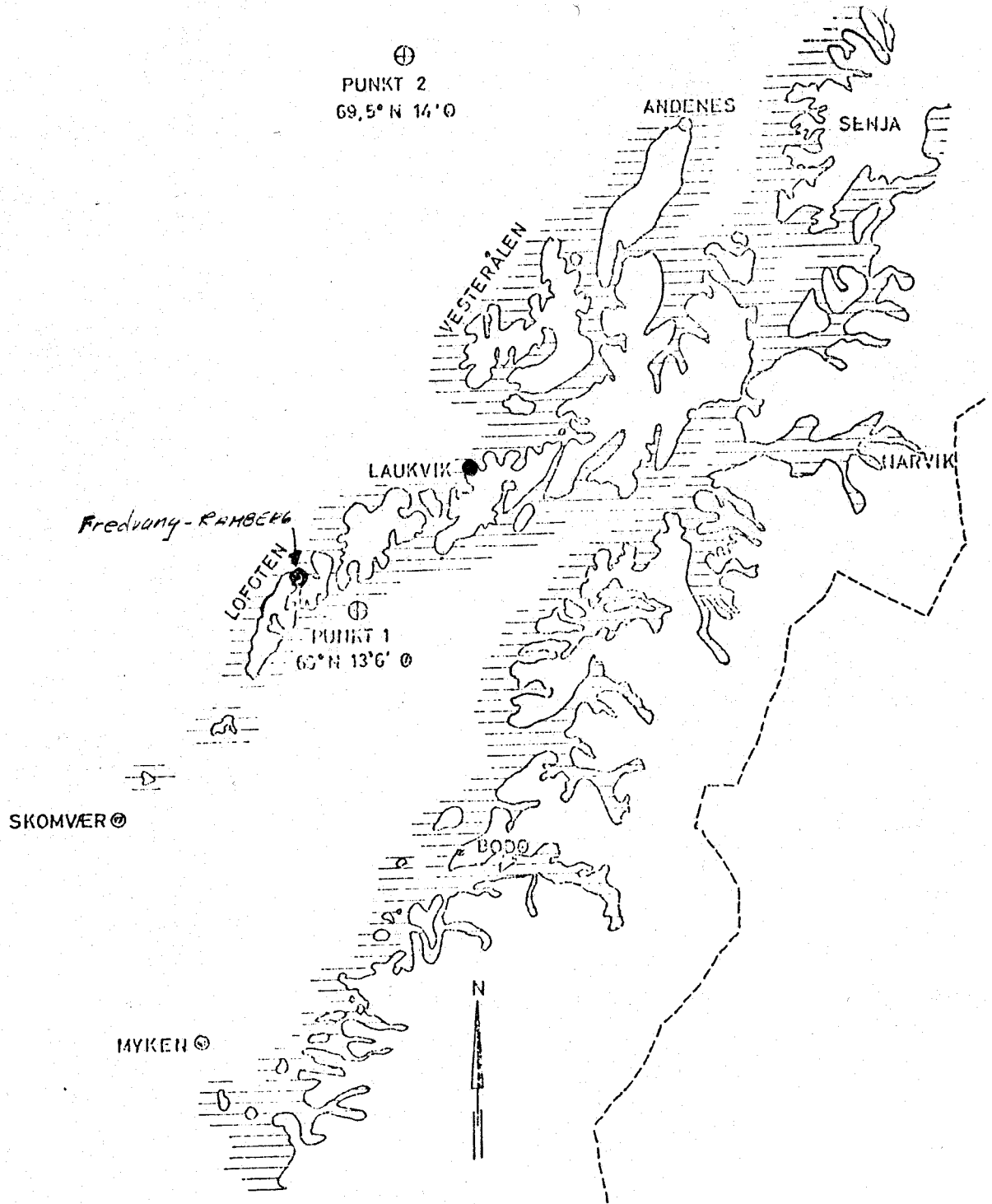
Når overskylling aksepteres må imidlertid baksiden av fyllingen (sydsiden) beskyttes mot utvasking av de overskyllende vannmassene. Dette kan eksempelvis gjøres ved å plastre den øvre del av fyllingen med relativt store blokker.

Dimensjonerende bølgepågang mot den vestre del av fyllingen er basert på at vanddybden vil begrense bølgehøyden. Vanddybden er antatt ut fra sjøkart nr. 74 hvor dybden ved lavvann er angitt til max. 0.5 m. Et mer nøyaktig kjennskap til vanddybden kan eventuelt medføre reduksjon i dimensjonerende bølgehøyde mot denne del av fyllingen.

Trondheim, 1979-03-30

*Solveig Bjørndal*

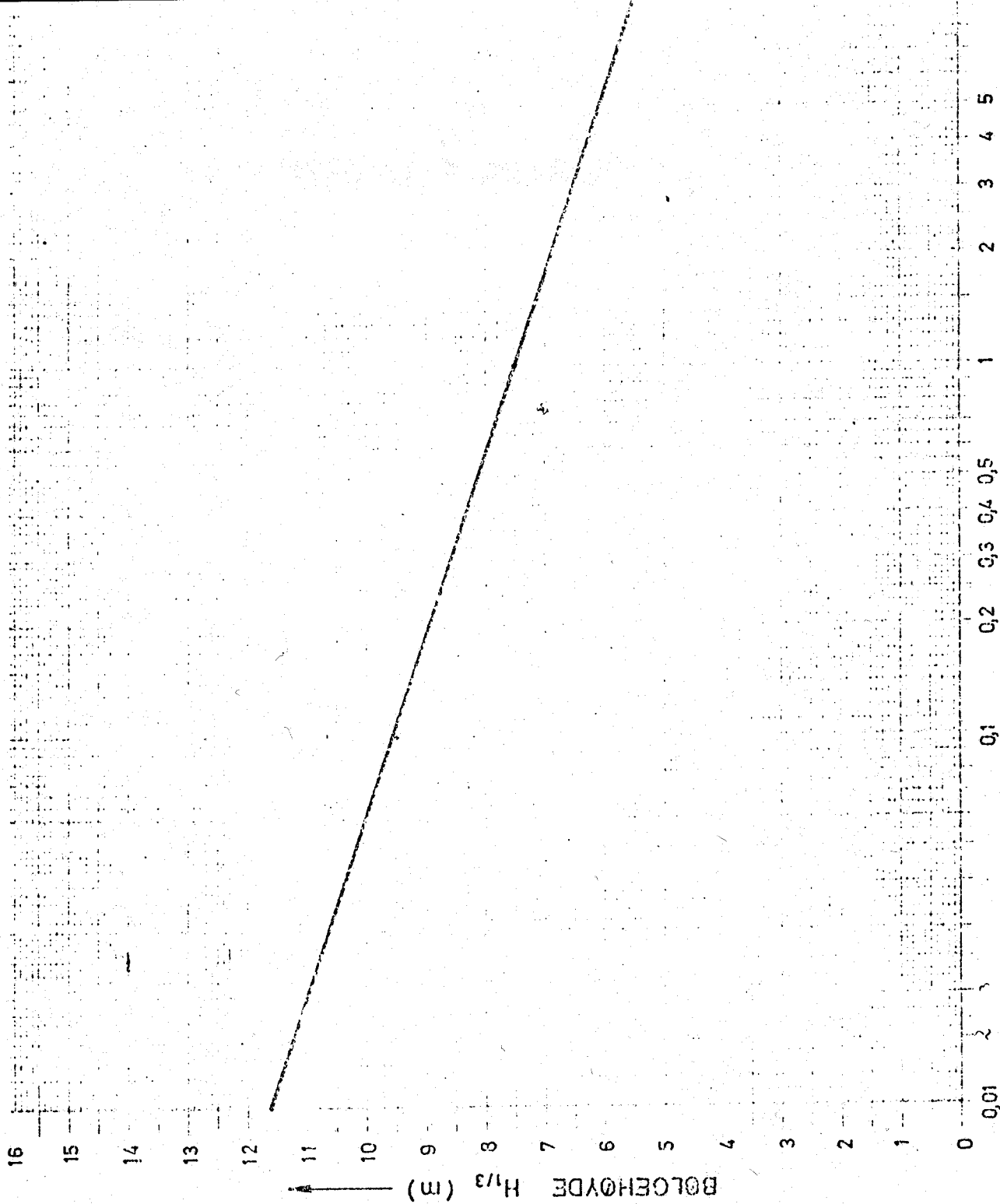
⊕  
PUNKT 2  
69,5° N 14' O



MÅLESTOKK: 1 : 2 250 000

FIG. 1

Figur 1



BØLGESTATISTIKK DYPT VANN VED LAUKVIK

FIG. 2

Fig 2.