

Rv 820 Hp 10 Straume - Straumsnes

Omlegging ved Straume

- - - -

I forbindelse med planlagt omlegging av et kortere parti av rv 820 ved Straume, som bl.a. vil medføre ca. 150 meter fylling ut i Saltvatnet, er det utført en vannstands- og bølgeanalyse for dimensjonering av nødvendig plastring av fyllingen samt fare for overskylling.

Det er ikke utført målinger eller feltarbeider på stedet spesielt for formålet. Kartgrunnlaget er videre mangelfullt, idet bunnkotecart ikke finnes. Etterfølgende konklusjoner er derfor beheftet med usikkerhet.

Plan's flomvassberegning viser at maksimal flom i vatnet vil nå opp til kote 1,90 (kote 0 er middelvann i havet), beregnet ut fra kapasiteten til den prosjekterte kulvert i vegfyllingen. Da er det imidlertid ikke tatt hensyn til oppstuvningseffekten ved flo i havet. Spring høyvann (SHV) ligger på kote 1,60, høyeste høyvann (HHV) på kote 2,20, og høyeste observerte høyvann (HOV) på kote 2,82 meter. Dette vil medføre vannstandsheving i vatnet både ved at avrenningen akkumuleres, og ved at sjø trenger inn gjennom kulverten.

En vannstandsanalyse er utført for to kombinasjoner:

1. Flom kote 1,90 i vannet. HHV kote 2,20 i havet
2. Kote 1,25 i vannet. (Middelvannstand kote 0,7)
Stormflo kote 2,50 i havet

Kombinasjon 1 er den dimensjonerende. Den gir en beregningsmessig høyeste vannstand på kote 2,10 meter i vatnet.

Det er videre utført en bølgeanalyse i vatnet basert på følgende forutsetninger:

Flomvannstand kote 2,10.
Vindstyrke 12 Beaufort. (orkan)
Vindretning fra sørøst.

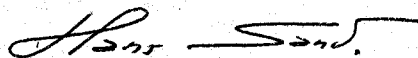
Dette vil sette opp en dypvannsbølge med bølgehøyde $H_0 = 0,80$ meter. (Målt fra bølgedal til etterfølgende bølgetopp). På veg mot grunnere vann og land vil bølgehøyden reduseres p.g.a. forskjellige effekter. I dette tilfelle opptrer grunnningseffekt, bunnfriksjon og refraksjon. Beregningen av disse forutsetter kjennskap til bunnforholdene, og da bunnkotecart ikke eksisterer, er beregningen også usikker. Vi er imidlertid kommet fram til en dimensjonerende bølgehøyde ved vegfyllingen mellom pel 21 og 35 på $H = 0,65$ meter.

Det vil fra pel 21 til 35 være behov for bølgebeskyttelse (plastring) av fyllingsskråningen. Nødvendig vekt av stein i plastringen er 35 kg, hvilket tilsvarer en diameter 300 mm for avrundete, noenlunde kubiske steinblokker. Dette kan enklest ordnes ved at fyllingsskråningen bygges opp av sams masse med minst 50 vektspersent med diameter lik eller større enn 300 mm ($d_{50} \geq 300$ mm). Det fylles til ca. 30 cm utafor profil. Bølgepågangen vil da selv med tiden vaske fram en plastringshud.

Oppskyllingshøyden vil være 2,95 meter, dvs. 15 cm over prosjektert topp fylling. Bølgene vil altså skylle innpå vegbanen. Imidlertid er den av beskjedent omfang (15 cm), og vil altså bare inntreffe ved sammentreff av orkan, spring høyvann og flom, hvilket ikke vil være årvisst. Ut fra dette mener vi at prosjektert fyllingshøyde er akseptabel.

Vi minner om faren for skader på bærelaget p.g.a. utvasking gjennom en evt. ^{3.4.79}Steinfylling. Utføres fyllingen åpen, bør bærelaget stabiliseres med bitumen eller cement; kfr. vegnormalene.

Nordland vegkontor
Laboratorieavdelingen
Bodø 6.2.79



Hans Sand

①

Rv 820 Hp 10 Km 0,4-0,7 Straume.

Bølgeanalyse.

—

Beregninger.

Vannstandsdata: (oppgitt av plan)

HOV = høyeste observerte vannstand (1949)	2,82 m.
høy observert vannstand 1975	2,65 m.
stormflo-observasjoner	2,50 m.
Flomvannstand i vannet (Beregnet ut fra avløp og utrenning)	1,90 m.
Normalvannstand i vannet	0,70 m.
MV = middelvann høy	0

Beregnete vannstandsdata:

Fra tidevannstallene: SHV (spring høyvann) og Z_0 for:

Bodø: SHV = 327 cm Z_0 = 155,5 cm

Tromsø: SHV = 308 cm Z_0 = 154,4

Ut fra dette anslås for Straume:

SHV = 160 cm (Z_0 = 0)

Høyeste høyvann HHV = SHV + 60 cm (Brødbok 001-04-03)

HHV = 2,20 m.

Dette gir samlede vannstandsdata:

HOV	høyeste observerte vannstand	2,82 m	(hav)
	tillikevendene stormflo	2,50 m	(hav)
HHV	høyeste høyvann	2,20 m	(hav)
SHV	spring høyvann	1,60 m	(hav)
MV	middelvann	0	(hav)

	høyeste flomvannstand	1,90 m.	(vann)
	normalvannstand	0,70 m.	(vann)

For bølgeanalysen er høyest mulige vannstand i vannet dimensjonerende.

Vannstand beregnes for to kombinasjoner:

- 1: Flom og høyeste høyvann.
- 2: Stormflo.

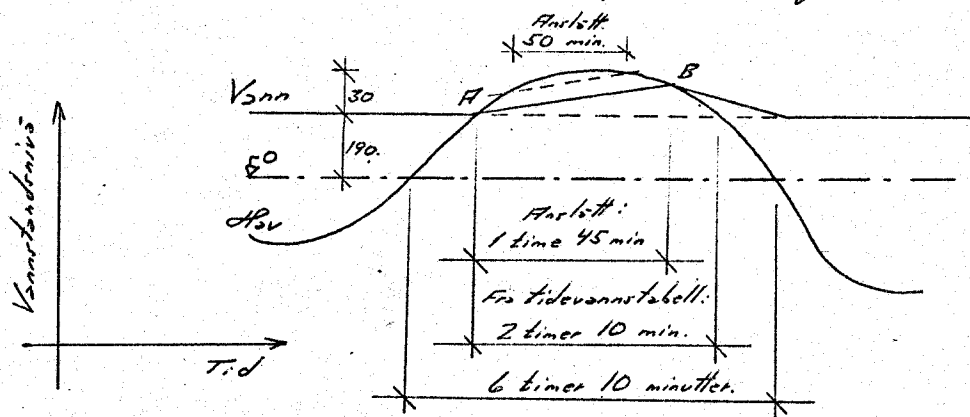
(2)

Flom og høyeste høyvann HHV = 2,20 m.

Vannføring ved flom (iflg. plan) = $22 \frac{m^3}{sek.} = 79.200 \frac{m^3}{time.}$

Vannets areal ca. $500 \cdot 1.800 m \approx 900.000 m^2$

Dersom intet utløp stiger vannet $8,8 cm/time$ ved flom.



Ved A er havnivå lik vannnivå (kote 1,90). Vannstanden i vannet vil nå stige fra A til B p.g.a. to forhold:

Flomvann demmer opp: $8,8 \frac{cm}{time} \cdot 1 t. 45 min = 15,4 cm.$

Sjøvann trenger inn: Antar nivåforskjell 10 cm effektiv over 50 minutter.

$$Q = A \cdot M \cdot \sqrt[3]{R^2} \cdot \sqrt{I} \quad \text{hvor } M = 30$$

$$Q = 5 \cdot 1.90 \cdot 30 \cdot \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 1.90^2}{(5+2 \cdot 1.90)^2}} \cdot \sqrt{\frac{10}{5000}} = 13,4 \frac{m^3}{sek.}$$

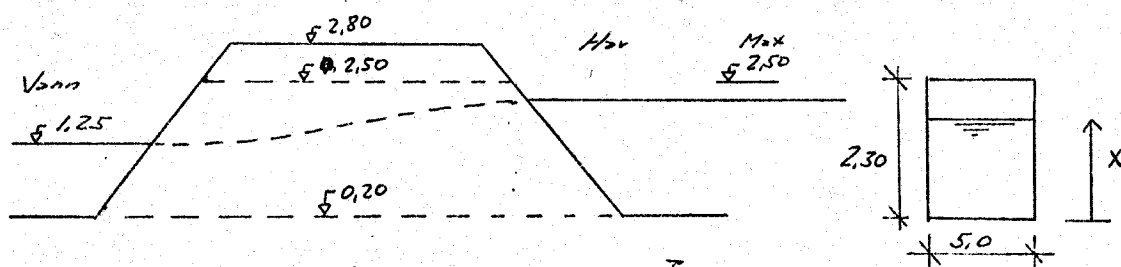
$$= 40.200 \frac{m^3}{50 minutter.} \quad \text{Vannet stiger } 4,5 cm.$$

$$\approx \underline{\underline{20 cm.}}$$

$$\text{Vannstand: } 1,90 + 0,20 = \underline{\underline{2,10 m.}}$$

Stormflo 2,50 m. Vannstand 1,25 m.

Havet går inn i vatnet. Hydraulisk beregning:



$$\text{Mannings formel } Q = A \cdot M \cdot \sqrt[3]{R^2} \cdot \sqrt{I}$$

$M = 30.$ (Betongkubert uten bunn. Brukshok 001-04-02)

$I:$ Hellning over 50 m. (Brukshok som over.)

③

Tid	Kote		Hav middel	D.H. Hav- Vann cm	X	$Q = F \cdot M \cdot \sqrt[3]{R^2} \cdot \sqrt{I}$ hvor $M=30$								Total vannmengde m^3	Vannet stiger cm	Ny kote vann
	Vann	Hav				F	R	R^2	$\sqrt[3]{R^2}$	I	$\sqrt{I}$	$\frac{Q}{m^3/s}$				
÷ 3.00	1,25	0	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
÷ 2.30	1,25	0,70	0,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
÷ 2.00	1,25	1,25	1,53	28	1,20	6,00	0,811	0,657	0,8695	0,0056	0,0748	11,7	21.073	2,3	1,273	
÷ 1.30	1,27	1,80	2,00	73	1,65	8,25	0,994	0,988	0,9960	0,0146	0,1208	29,8	53.601	6,0	1,333	
÷ 1.00	1,33	2,20	2,30	97	1,90	9,50	1,079	1,165	1,052	0,0194	0,1393	41,8	75.177	8,4	1,417	
÷ 0.30	1,42	2,40	2,45	103	2,00	10,00	1,111	1,234	1,074	0,0206	0,1435	46,2	83.224	9,2	1,509	
0	1,51	2,50	2,45	94	2,10	10,50	1,141	1,303	1,140	0,0188	0,1371	49,2	88.619	9,9	1,608	
+ 0.30	1,61	2,40	2,30	69	2,00	10,00	1,111	1,234	1,074	0,0138	0,1174	37,8	68.087	7,6	1,684	
+ 1.00	1,68	2,20	2,00	32	1,75	8,75	1,029	1,060	1,020	0,0064	0,080	21,4	38.556	4,3	1,727	
+ 1.30	1,73	1,80														

Ved stormflo 2,50 og vannstand 1,25 (0,55 m over normalvannstand)
stiger vannet til kote 1,75.

Dette betyr at HHV og HVM gir dimensjonerende vannstand.

Bølgeanalysen i vannet utføres for en vannstand lik
kote 2,10 m.

→

Dimensjonerende vind: Orkan, styrke 12 (Beaufort's skala)

Vindhastighet $U = 0,84 B^{3/2} = 0,84 \cdot 12^{3/2} = 35$ meter/sekund.

Strøk: Mot sørvest. Lengde ca. 1 km.

Signifikant bølgehøyde på dypt vann $H_0 = 0,8$ m. (diagram)

Bølgeperiode T_0 på dypt vann $T_0 = 3,0$ sek. (diagram)

Bølgelengden L_0 på dypt vann $L_0 = 1,56 T_0^2 = 14$ meter.

Bølgeanalysen utføres ved å bestemme:

Grunningsreflekt

Bunnfriksjon

Refleksjon

Diffraksjon

Refraksjon

Bryting

(4)

Grunningseffekt (grunningskoeffisienten k_s)

På dybde D er $L = L_0 \cdot \tanh D'$ hvor $D' = 2\pi \frac{D}{L_0}$

$$H = \sqrt{\frac{H_0^2 \cdot L_0}{L \cdot z}} \quad \text{hvor } z = 1 + \frac{2D'}{\sinh 2D'}$$

Ved vegfyltingen opptrer dyp på 1-2 meter.

D_m	D/L_0	D'	$\tanh D'$	L	$\sinh 2D'$	z	H	$k_s = H/H_0$
2,0	0,1429	1,115	0,8057	11,28	4,595	1,485	0,7314	0,9142
1,0	0,0714	0,7219	0,6181	8,65	2,000	1,722	0,7756	0,9695

$\therefore k_s = 0,91 - 0,97$ ved dyp varierende fra 2 til 1 meter.

Bunnfriksjon (friksjonskoeffisienten k_f)

Beregner for en vanndybde 2,5 meter. (D)

En vannpartikkel ved bunnen har

$$\text{hastighet } u_{\max} = \frac{H \cdot \frac{L}{T}}{2 \cdot D} = \frac{0,80 \cdot \frac{14}{3}}{2 \cdot 2,5} = 0,75 \text{ m/sek}$$

$$\text{amplituden } a = \frac{H \cdot T}{4 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{D}} = \frac{0,8 \cdot 3}{4 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{9,81}{2,5}} = 0,38$$

Bunnens ruhet k er ikke kjent. Antar $k = 0,01$.

$a/k = 38$ gir bølgefriksjonskoeffisienten $f_w = 0,035$ (tabell)

Energitap p.g.a. bunnfriksjon pr. periode og arealenhet av bunnen:

$$E_{\text{tap}} = 0,2 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot f_w \cdot u_{\max}^3 \cdot T = 0,2 \cdot \frac{1000}{9,81} \cdot 0,035 \cdot 0,75^3 \cdot 3 = 0,90 \text{ kp/m.}$$

Bølgens middelenergi, i arealenhet av bunnen:

$$E_{sp} = \frac{1}{8} \gamma H^2 = \frac{1}{8} \cdot 1000 \cdot 0,8^2 = 80 \text{ kp/m.}$$

Relativt energitap 1,1 % pr. periode. Neglisjerbart.

Beregner tilsvarende for vanndybde 1,5 meter.

$$u_{\max} = \frac{0,80 \cdot \frac{14}{3}}{2 \cdot 1,5} = 1,24 \quad a = \frac{0,8 \cdot 3}{4 \cdot \pi} \sqrt{\frac{9,81}{1,5}} = 0,49$$

$$a/k = 49. \quad f_w = 0,029$$

$$E_{\text{tap}} = 0,2 \cdot \frac{1000}{9,81} \cdot 0,029 \cdot 1,24^3 \cdot 3 = 3,38 \text{ kp/m.}$$

Relativt energitap 4,2 % pr. periode.

Over de grunneste partiene går bølgen ca. 10 bølgelengder.

Sårløst energitap ca. 30 %. (antakende geometrisk rekke)

$$\text{Redusert bølgehøyde } H_{\text{red}} = H \cdot \sqrt{70\%} = H \cdot 0,84$$

$\therefore k_f = 1,0 - 0,84$ ved dyp varierende fra 2 til 1 meter.

(5)

Refleksjon antar neglisjerbar. Dette er tilfelle ifall bunnens hellning er liten og jevn innen bølgeintervallet $\frac{L}{2} = 5-7$ meter.

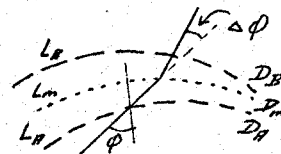
Diffraksjon opptrer ikke i dette tilfellet.

Refraksjon (refraksjonskoeffisienten k_r)

Bunnkotene er ikke kjent. De er lagt inn på kartet på skjønn.

Bryting av ortogonalene er beregnet etter

$$\Delta\phi = \frac{\Delta L}{L_m} \cdot \tan\phi$$



D	L_0	$\frac{D}{L_0}$	$\tanh D'$	$L = L_0 \tanh D'$	$\Delta L = L_R - L_B$	$L_m = \frac{1}{2}(L_R + L_B)$
4	14	0,286	0,9545	13,36		
3	14	0,214	0,9034	12,65	0,71	13,00
2	14	0,143	0,8056	11,28	1,37	11,96

Ortogonalene konstrueres på kartet ved måling av innfalls- og utfalls vinkler, og ved beregninger av $\Delta\phi$.

Konstruksjonen viser at avstanden B mellom ortogonalene øker, varierende fra 1,07 B til 1,83 B.

Meget usikkert, da bunnkoter er lagt inn på skjønn!!

Velger å regne med en øking på 1,0 B til 1,4 B.

Mellom ortogonalene er den transporterte energi konstant

$$E_{tr} \cdot B = \frac{1}{16} \gamma H^2 L \cdot B = \text{konstant}$$

$$\text{Dette gir for } 1,4 B: H = H_0 \sqrt{\frac{B}{1,4 B}} = 0,85 H_0$$

$\therefore k_r = 0,85 - 1,0$ ved dyp varierende fra 2 til 1 meter.

Bryting av bølgefronten

Inntre ved $D \approx 1,0 - 1,3 H$. Vil ikke skje her.

Sårløst bølgekoeffisient:

$$\text{På 2 m. dyp: } k = k_s \cdot k_j \cdot k_r = 0,91 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,77$$

$$\text{På 1 m. dyp: } k = k_s \cdot k_j \cdot k_r = 0,97 \cdot 0,84 \cdot 1,0 = 0,81$$

Regner felter bølgekoeffisient langs hele fyllingen

$$k = 0,80$$

Dimensjonerende bølge ved fyllingen

$$H = k \cdot H_0 = 0,80 \cdot 0,80 = \underline{0,65 \text{ meter.}}$$

(6)

Dimensjonering av plastring

$$Q_{\text{pddv}} = \frac{\gamma_s \cdot H^3}{k_d \cdot \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} + 1\right)^3 \cdot \cot \alpha} \quad (\text{Hudson's formel})$$

hvor γ_s = spesifikk vekt av plastringsmater = 2,65

γ_w = spesifikk vekt av vann = 1.

α = skrånings vinkel (1:1,5 gir 34°)

k_d = Hudson's konstant = 3,2 for avrundete kubiske natursteinsblokker.

$$Q_{\text{pddv}} = \frac{2,65 \cdot 0,65^3}{3,2 \cdot \left(\frac{2,65}{1,00} + 1\right)^3 \cdot \cot 34^\circ} = 0,034 \text{ tonn} = 34 \text{ kg.}$$

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \gamma_s = 0,034 \quad \therefore r \approx 0,15 \text{ meter.}$$

Det stiller etter dette følgende krav:

1: Nødvendig vekt av stein i plastring er 35 kg.

Alternativt

2: Fyllingsskråningen utføres av sams mørre hvor minst 50 vektprosent skal ha diameter lik 300 mm eller større. ($d_{50} \geq 300 \text{ mm}$)

Oppskyllingshøyde.

Ved vanlig dekket permeabel skråning kan vi anta:

$$\begin{aligned} \text{Oppskyllingshøyden} &= \text{dimensjonerende vannstand} + 1,3 \cdot H \\ &= 2,10 \text{ m} + 1,3 \cdot 0,65 = \underline{2,95 \text{ m}} \end{aligned}$$

$\therefore$ Dimensjonerende bølge vil skylle over projisert planushøyde = 2,80.

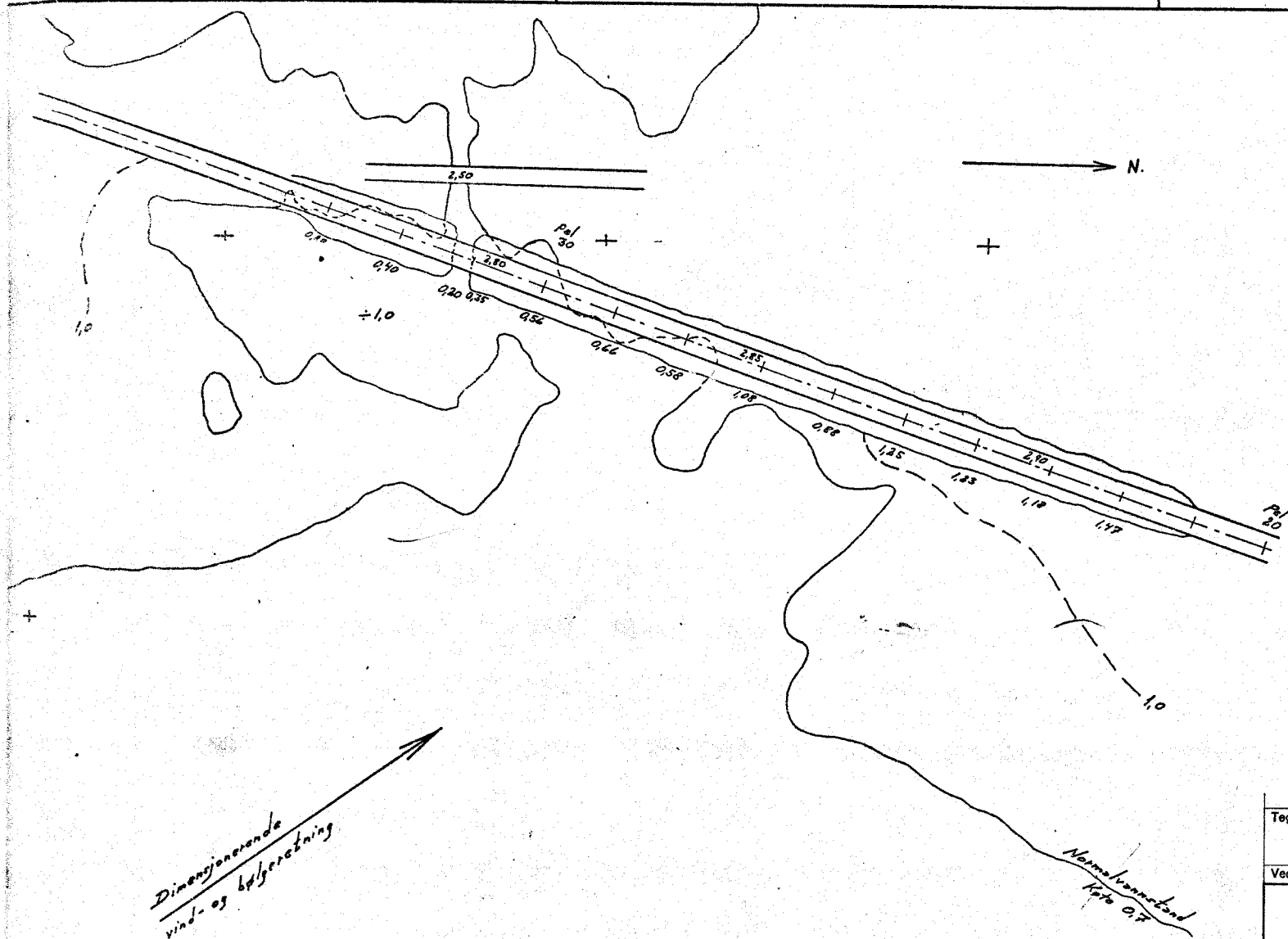
Overskyllingen vil være av beskjedent omfang, og vil vel kunne aksepteres. Den opptrer ved sammenheng av orkan, spring høyvann og flom, hvilket ikke vil være sjvst. Antatt hyppighet hvert 5-10 år.

—

Norstand Vegkontor.
Laboratorieavdelingen.

4. 2. 1979.

J. S. S.



Tegningsgrunnlag:

Vedlegg til rapport:

Rv 820 H_p 10 Km. 0,4-0,7
Strøms.

Målestokk	Boret
1:1000	Tegn.: <i>HS</i>
	Saksbeh.: <i>HS</i>

GRUNNUNDERSØKELSE:

Bølgeanalyse

Tegning nr.

NORDLAND VEGKONTOR — DISTRIKTLABORATORIET

Lok. avd.

Rv. 820 KRÅNBERGET - STRØMSNES FK.

Parall 10. Fjærvollisen - Straume.

Ønsker å få antydning hvor stor bølgehøyde en kan forvente fra sydvest på strukningen fra jul 21 - 32 på vedlagte karter.

Vedlagte flomvassberegninger viser at en kan regne med at vannet vil stå ca 1.70m over bunnsiva ved brustidet ved maksimal flom. Bunnsivaet er på kote 0.2m.

Etter lokale iakttagelser sto vannet i vårflommen i fjor ved kote ca 1.8m. Flomperiodene vår og høst har hver en varighet på ca. 14 dager.

Høyeste måling på spring flo for dette området ble foretatt i 1949 ved Statens Havnevesen i Kabelvåg, da sto sjøen opp til kote 2.82m, kote 0 på vedlagte karter er middelvann.

Det er senere notert flere målinger opp mot dette nivå, senest i 1995, da gikk spring flo opp til kote 2.65m. På lokalt hold er det opplyst at spring flo har gått over eksisterende bru, profil 4450, som ligger på kote 2.5m. Z₀ for området er på kote 1.3m.

Ved normalvannstand, som framgår av bildet, ligger vannet på kote 0.7m. Er det nødvendig med spesiell plassering av skråninger fra jul 21 - 32.²

Marvin Johnsen

Saltvannet →

KR 0,5

KR 1,0

KR 0,0

011.12

***** PROGRAM V A N N - JANUAR 1976 *****

PROSJEKT : BRU RV 820
BEREGNET : DEN 08/30/78 KL. 13.15

VANNFORING = 21.9 M³/S
KULV.LENGDE= 99.0 M

***** REKTANGELFORMET KULVERT *****
MANNINGSTALL= 30.1 HELN= 1.0 %
BREDE= 5.0 M

KRITISK DYBDE= 1.30 M - TILHØRENDE HASTIGHET= 3.37 M/S
NORMAL DYBDE= 1.55 M - TILHØRENDE HASTIGHET= 2.83 M/S

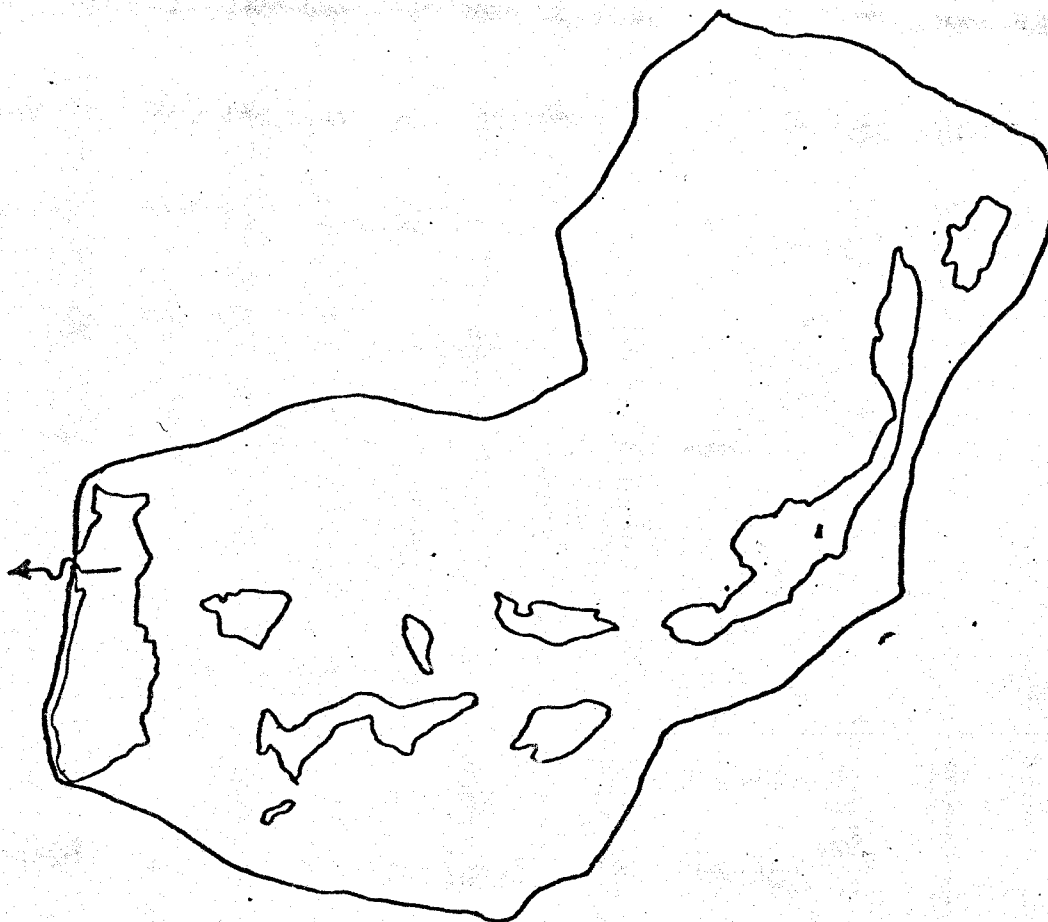
UTLOPSKONTROLL
MED M= 30. OG KI= 0.30
ENERGIHOYDE I INNLOPET = 2.02

● VANNDYBDENS VARIASJON GJENNOM KULVERTEN:

DYBDE	PROFIL	HASTIGHET	ENERGIH.
1.75	-10.24	2.50	2.07
1.70	0.	2.58	2.04
1.65	12.03	2.65	2.01
1.60	27.55	2.74	1.98

● RESULTAT

INNLOPSVANNSTAND= 1.70 M - INNLOPSHASTIGHET= 2.58 M/S
UTLOPSVANNSTAND= 1.55 M - UTLOPSHASTIGHET= 2.83 M/S



Gjennomsnittlig årsavløp: $S = 45 \text{ l/s. km}^2$

Feltets areal: $A = 19,5 \text{ km}^2$

Sjøprosent: $P = \frac{2,7}{19,5} \cdot 100 = 14 \%$

Vannløpslengde $L = 7 \text{ km}$

Maksimal vannføring: $Q = 0,73 \cdot \frac{\sqrt{S} - \sqrt{L \cdot P}}{\sqrt{L}} \cdot A = 21,9 \text{ m}^3/\text{s}$

Rev.	Beskrivelse	Dato	Sign.
	FLOMVASSBEREGNING		MÅLESTOKK 1:50000
	VEGKONTORET I NORDLAND-FYLKE		Sign. F. J.
			Dato 30. 8. 78
			Saksb.
			Sign.