

Intern rapport nr. 1025

**Fylling over Leangbukta
Massefortrengning
Erfaringer**

April 1982

Veglaboratoriet

Intern rapport

nr. 1025

Gruppe: C

FYLLING OVER LEANGBUKTA
MASSEFORTRENGNING
ERFARINGER

Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Gaustadalleen 25, Postboks 8109 Dep., Oslo 1. Tlf. (02) 46 69 60



Veglaboratoriets Interne rapporter omfatter utredninger, forskningsresultater, studiebesøk, forslag til retningslinjer, foredrag og kurskompendier.

Rapportene er delt i to grupper:

- B: For bruk innen Statens Vegvesen
- C: For fri distribusjon

Innholdet eller deler av det må ikke publiseres videre uten tillatelse fra Veglaboratoriet.

prosjekt/oppdrag:

seksjon: 47 - Geoteknisk

saksbehandler: M.M.Babic, T.Tveit, K.Robson, K.Aarhus, N.Rygg /BN

dato: April 1982



VEGLABORATORIET

rapportsammendrag

INTERN RAPP. NR./OPPDRAG NR.

111	A	Rapportstatus*)	Seksjon	47	Prosjekt	Gruppe:	C	1025
-----	---	-----------------	---------	----	----------	---------	---	------

1 2 3 4 5 | 21 | 31 | 41 | 51 | 61 | 71

TITTEL	212	A	Fylling over Leangenbukta Massefortrengning Erfaringer					
--------	-----	---	--	--	--	--	--	--

SAKS- BEHANDLER	221	A	Navn M.M. Babic			Institusjon Babic A/S		
		B	Kjell Aarhus, Gunnar Tveit			Akershus vegkontor		
		C	Keith Robson Nils Rygg			Akersus vegkontor Veglaboratoriet		

RAPPORT DATA	421	A	Rapporttype**)		Dato				
		B	Totalt sidetall 24			Språk Norsk			
		C	Antall fotos	Ant. figurer	Ant. tabeller	Ant. litt.henv.			
		D	Sammendrag i andre språk				UTM ref.		

SAMMENDRAG	511	A	<p>Arbeidet med fylling over Leangenbukta har vist at massefortrengning av relativt tykke lag av bløte leirmasser er utført med godt resultat. En vil understreke behovet for en grundig planlegging slik at en velger riktig med hensyn til materialer og metoder. Det er meget viktig for å oppnå effektiv fortrengning at fyllmassene består av relativt grovsprengt stein, og at sprengning utføres planmessig etterhvert som fyllingsarbeidet går fram.</p> <p>Sprengning vil kunne forårsake skadelige rystelser i hus nær arbeidstedet. Erfaringer fra dette anlegget viser at det er svært vanskelig å forutbestemme nødvendig omfang av forhåndsbesiktigelse av eiendommer og behovet for rystelsesmålinger.</p> <p>Det synes å være god investering å utføre en grundig og gjennomtenkt kontroll av rystelsene slik at ladningsstørrelsen kan reguleres for å unngå at nærliggende hus blir skadet.</p> <p>Massefortrengningsarbeidene i Leangenbukta har gitt erfaringer som kan være til nytte når lignende arbeider skal planlegges.</p>					
------------	-----	---	---	--	--	--	--	--

IRRD kode

FAG- OMR.	611	A	Stabilitet og setninger				42.1
		B	Grunnforsterkning				42.4
		C	Masseflytning, planering				51.2

NØKKELORD	621	A	Leire				4177
		B	Massefortrengning				3611
		C	Steinfylling				3327
		D	Sprengning				5188
		E	Vibrasjon				5558
		F	Skade				1614
		G	Setninger				5792
		H					

*) 111A: N = ny
O = oppdatert

O = oppdrag

421A: FoU = forskning og utvikling
F = forskrifter/normaler

K = konferansebidrag
A = artikkel

5/79

1. ORIENTERING

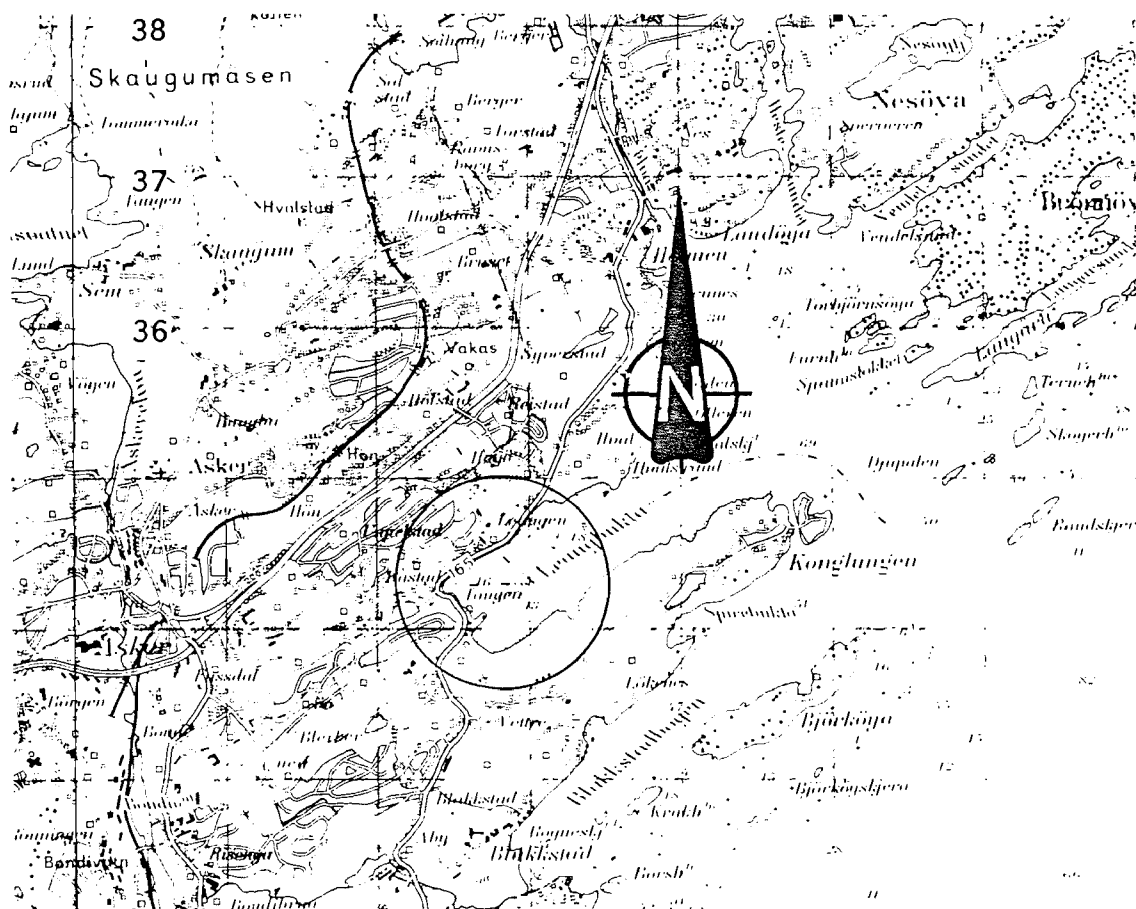
(K. Aarhus)

Rv. 165 (Slemmestadvegen) er hovedvegen fra Hurumlandet i Buskerud inn mot Oslo. I tillegg er den primærveg for Askers lokale vegnett i området langs Oslofjorden.

Trafikken, ikke minst weekend- og badetrafikk om sommeren, og den forventede vekst (ÅDT 1981 ca. 7000) har lenge tilsagt at det er nødvendig med omfattende utbedringer for å øke sikkerheten.

- Leangbukta er en fjordbukt som ligger ca. 2 mil syd-vest for Oslo, og riksvegens krappe horisontalkurvatur på dette stedet har gjort dette til et av de dårligste partiene på denne vegruten.

Oversikt i målestokk 1:50 000 er vist på fig. 1.



Figur 1. Oversikt

- Utredning av mulige alternativer for utbedring ved Leangbukta startet opp i slutten av 60-årene, og på grunnlag av utførte grunnundersøkelser ute i bukta ble man stående ved 3 mulige alternativer:
 - 1: Fylling til fjell ved fortrenkning av løsavleireingene ute i bukta.
 - 2: Bru på pilarer til fjell
 - 3: Tunnel i fjell på sydsiden av bukta.

- Detaljerte vurderinger av disse alternativene viste at fylling til fjell ved fortrenkning var å foretrekke både av hensyn til kostnader og regulering av området.

Asker kommune gikk også inn for dette alternativet, da det ga gode muligheter til småbåthavn med muligheter til parkering innenfor vegtracéen.

Fylling ved fortrenkning med så store vanddybder og tykkelse av løsavsetninger var tidligere ikke blitt utført her i landet, og denne rapporten tar sikte på å oppsummere erfaringene fra prosjektet.

2. GRUNNFORHOLD (N. Rygg)

Leangbukta er dannet ved en forkastning i fjellgrunnen. En dyprenne i forkastningene går i retning øst-vest midt i bukta. Dyprenna er fyllt av løsmasser av varierende tykkelser. Største tykkelse, 10 - 15 m, har løsavleiringene midt i dyprenna. Tykkelsen av løsavleiringene øker ytterligere utover fra den nye veglinja. Tykkelsen av løsavleiringene avtar mot land på begge sider av bukta og over vannstanden er det stedvis fjell i dagen langs og innenfor strandlinja. Nåværende veg rundt bukta går delvis i skjæring i fjell. Innerst i bukta ligger vegen på relativt mektige og bløte løsmasser.

Løsavleiringene ute i bukta består av meget bløt siltig leire under et ca. 1 m tykt gjørmelag. Leira er sensitiv, $S_t = 5 - 15$, og har relativt høyt vanninnhold, 40 - 70% av tørrvekt. Udrenert skjærfasthet i grunnen øker svakt med dybden, 5 - 15 kN/m². Det er ubetydelige tykkelser av faste masser over fjell.

Figur nr. 2 viser resultater av analyser av opptatte prøver av grunnen. Prøvene er tatt ca. midt i bukta.

Dyb de i m.	Materiale	Prøve	Vanninnhold %			Y kN/m ³	Skjærfasthet kN/m² kN/m ²					S _t
			20	40	60		10	20	30	40	50	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9	Terreng											
10	Dyng	01				182						7
11	Dyng	02				182						4
12	Gruskorn	03				177						
13	LEIRE SILTIG	04				174						5
14		05				177						8
15	Gruskorn	06				181						13
16		07				178						8
17												

Figur nr. 2 Resultater av analyser av uforstyrrede prøver tatt i veglinja ca. midt i bukta.

Terrenget stiger relativt bratt opp fra strandlinja. Fjellgrunnen som består av leirskifer og kalkstein ligger i dagen på store områder både syd og nord for bukta. Ellers er det leirige og siltige masser i grunnen. Stedvis, i større avstander fra Leangbukta, er det leirig morene og relativt bløt leire i varierende mektighet over fjell.

3. OPPLEGG FOR ARBEIDET (K. Aarhus, N. Rygg)

P r i n s i p p

Den valgte tracé er vist på tegn. -09. Stabiliteten av fyllingen sikres med en stein-jeté til fjell, mens fyllingen innenfor delvis ligger på løsavleiringene. Prinsippet er vist på tegn. -08.

Jetéen bygges opp av blokksprengt stein som fortrenger den bløte leira og sikres kontakt med fjell. Fortrengning av de bløte massene skjer ved en kombinasjon av vekt fra steinfyllingen og sjokkvirkning fra sprengning. For å sikre et brohode til land på nordsiden av bukta ville det være nødvendig med mudring på et avgrenset område. Stein-jetéen skulle ha en bredde på 9 m ved kote 0. Det ble tatt sikte på at steinfyllingen fikk kontakt med fjell i en bredde som begrenses av linjer med helning 1:1 fra kant fylling ved kote 0. Jetéen følger samme horisontalkurvtur som ny riksveg over bukta, og skulle dessuten danne fundament for gang/sykkelveg.

Lengde- og tverrprofiler med boringer og dybder er vist på tegn. -10 til -14.

Arbeidet ble planlagt utført etter følgende opplegg:

M u d r i n g

For å etablere et sikkert brohode til land på nordsiden av bukta ville det være nødvendig å mudre ut et avgrenset parti.

Det skal mudres til maksimalt 5 m løsmassedybder eller til steinfyllingens fot ved fjelloverflaten, der hvor leirlagets tykkelse er mindre enn 5 m.

Mudring skal starte ved områdets syd-vestre ende i en bredde på 15-20 m vinkelrett på strandlinjen og ut til 5 m løsmassedybde er nådd.

Utfylling av steinmasser må skje mest mulig kontinuerlig og i takt med mudringsarbeidet. Til tilbakefylling etter mudring kan det brukes masser innen steinfraksjonen med minimum steinstørrelse 60 mm.

Mudringsmasser skal fraktes bort og dumpes på anvist sted på sjøbunnen i maksimal 2 m tykkelse. Masser må ikke dumpes nærmere strandlinjen enn 20 m.

Hvis man får kraftig oppstuvning av løsmasser foran fyllingsfronten når utfyllingen nærmer seg land på sydsiden av bukta, kan det også bli nødvendig med noe mudring på dette partiet.

U t f ø r e l s e a v s t e i n f y l l i n g t i l f j e l l

Jetéen skal ha en bredde på 9 m ved kote 0, og det skal

brukes grovsprengte steinmasser til fyllingen. Steinjetéens ytre fyllingkant ved kote +1,0 skal følge den planlagte gangveg's horisontalkurvatur.

For å få størst mulig effekt av fortrenghningen skal det fylles med skrå front ut mot fjorden (ca. 45° med \bar{E}). Det skal sprenges foran fyllingsfronten etter følgende opplegg: For hver 5 m som er utfylt, skal det sprenges. Sprengladningene anbringes i stålrør som trykkes og rammes på skrå gjennom leirlaget og under fyllingsfronten. Det benyttes 3" gjengede stålrør som tettes i nedre ende.

Senteravstand mellom rørene skal være 4 m og det må påses at rør-rekken dekker hele bredden av fyllingen nede ved fjelloverflaten. (Se tegn. G-400 -08.)

Rørene settes til fjell og dybden til fjelloverflaten skal registreres. Rørene lades med 15-20 kg sprengstoff pr. rør. Over sprengstoffet fordemmes det med sand eller vann til topp rør. Sprengningen utføres med momenttennere.

Det understrekes at det kan bli nødvendig å endre dette sprengningsopplegget etter hvert som det høstes erfaring fra arbeidet.

Et godt resultat av fortrenghningen er avhengig av at det brukes tilstrekkelig grove masser. Massene må ligge innen stein- og blokkfraksjonen, $d_{50} \geq 600$ mm.

Massene tippes inn på fyllingen og skyves ut med bulldozer. Topp fylling skal være kote + 1,0 og før hver sprengning skal det være en overhøyde på 2 m ved fyllingsfront.

K o n t r o l l o p p l e g g

- a: Det skal føres kontinuerlig regnskap med tilførte fyllingsmasser.
- b: Før og etter sprengning skal fylling og sjøbunn profileres etter følgende opplegg: I fyllingens lengderetning skal det tas 3 profiler med senteravstand 20 m. Det midterste profilet skal ligge i stein-jetéens \bar{E} . Profilene skal strekke seg 15 m bakover fra topp fyllingsfront og 1,5 m ganger dybden til fjell framover.

Et profil legges vinkelrett på utfyllingen ved topp fyllingsfront. Dette profilet skal gå til 25 m utenfor fyllingsfot ved fjell på hver side.

- c: Ekstra sprengning kan bli aktuelt avhengig av resultatet fra profilering.
- d: Etter fyllingen er ferdig utlagt skal det etter-sprenges etter følgende opplegg: Langs fyllingsfot på sjøsiden (østre side) settes stålrør med senteravstand 8-10 m i heile fyllingens lengde. Hvert rør lades og sprengladningenes størrelse avtales på grunnlag av erfaringer fra utfyllingen.

Før og etter kontrollsprengning skal det tas 3 lengdeprofiler av topp steinfylling. Profilene legges etter \bar{E} og høyre og venstre fyllingskant.

- e: I startfasen og senere enkelte ganger under arbeidets gang vil det bli målt rystelser i forbindelse med sprengning. Dersom sprengning fører til skadelige og/eller generende rystelser i området, kan en ut fra resultater av rystelsesmålinger revurdere ladningsstørrelser og sprengningsplanen forøvrig.

4. ERFARINGER

4.1. M a s s e r, f y l l i n g, s p r e n g n i n g, k o n t r o l l

(G. Tveit, Robson)

Anleggsavdelingen kom forholdsvis sent inn i prosjekteringen. Det var undersøkt flere alternativ og det var undersøkt mulighet for å skaffe stein. Det viste seg å være vanskelig å skaffe så stor stein som forutsatt.

Steinmassene ble skaffet fra flere steder, men det meste kom fra Holmen idrettsanlegg og fra en vegskjæring på Ringeriksvegen mellom Brenna og Skoglund.

Steinen ble tippet inne på fyllingen og skjøvet ut med en hjulskovel. Ofte ble massene likevel tippet nokså nære kanten og det oppsto farlige situasjoner da det ofte gikk ukontrollerte ras. Problemet var den store steinen som hopet seg opp på forskjellige steder i fyllings-skråningen, ofte under skittent vann hvor en ikke kunne se.

Siv.ing. Johansen ved Dyno konsult ble rådspurt. Han foreslo at vi skulle kaste ut småpakker med sprengstoff på fyllingsfronten. Det ble brukt fra $\frac{1}{2}$ kg og oppover. Vi har vært oppe i max. 2,5 kg. Denne fremgangsmåten gjorde at vi kunne bestemme rasene selv. Uten denne enkle metoden ville vi helt sikkert hatt uhell.

Virkningen av sprengningen med rør var av og til noe anderledes enn forutsatt. Fyllingen gled ut på et lag som syntes å være nokså hardt. Fra begynnelsen gjorde dette det litt vanskelig å få satt ned nye rør. Vi benyttet da såkalte rettede ladninger. (Stålbeholder med konisk bunn fylt med 12,5 kg sprengstoff.) Disse er

forholdsvis dyre, men de syntes å ha en god virkning. I mange tilfeller kan de erstatte rørsprengningen.

Mudring ble utført med en 60 tonn Rapier ICK (AJax) kran med en 2,25 m³ grabb. Kranen var montert på en flåte av 7 stk. flexiflåte-pontonger.

Nedsetting av rørende ble utført fra mudderfartøyet med et lett luft-lodd montert på et stativ med helning på 20° på vertikalen.

Fyllingsarbeidet ble utført i tidsrommet januar - juni 1980. Området ble holdt isfritt med et "boble"-system som brukte en Ama kompressor type AFTL 78 og 900 lm plastrør. Systemet fungerte dårlig p.g.a. lange perioder med kulde, p.g.a. det store området som skulle være isfritt og at rørene ble ødelagt av sprengningsarbeidet. Over 100 000 kr. kostet det å holde anlegget i gang.

Stein til fyllingsarbeidet var sprengt stein fra veganleggene på E-68 Ringeriksvn. og Rv. 165 Slemmestadvn. Entreprenøren som utførte masseflytting hadde også sprengningsentreprisen.

Mudring og fylling av sprengt stein ble utført som beskrevet i Veglaboratoriets rapport.

Steinfyllingen fløt ut over sjøbunnen og gjorde nedsetting av stålrør i nærheten av fyllingsfot vanskelig. Rettede ladninger ble da brukt for å få fyllingen ned til fjell. Videre fortrenning kunne utføres ved å plassere rør på skrå inntil fyllingsfot, som beskrevet i Veglaboratoriets rapport. Av og til var det vanskelig å få ned rørene p.g.a. siging i fylling. Da brukte vi også rettede ladninger.

De store rystelser fra de første sprengningene gjorde at man måtte prøve seg forsiktig fram med ladningsstørrelse og antall rør. Fire rør med intervaltennere ladet med 11,5 kg sprengstoff pr. rør viste seg å bli den normale salve. Det var vanlig med en salve pr. dag. Noen ganger kunne vi bruke rør som ble stående igjen etter sprengning til en ekstra salve. Rørene ble plassert fra ytterste kant av fyllingen og innover på en rad som dekket hele fyllingsfoten. Totalt ble det utført sprengning i 6 rader og tilsammen 61 salver, når man ikke regner med annen gangs sprengning i rørene (se også avsn. 5).

Fyllingsarbeid pågikk samtidig som nedsetting av rør, dog ikke på samme plass i fyllingsfronten. Fyllingsfronten ble holdt på en vinkel av 45° med jetéen E. Lokal oppstuvning i fyllings-skråningen ble unngått ved å kaste ut pakker (0,5 - 2,5 kg) med sprengstoff, dette gjorde arbeidet like ved fyllingskanten en del mindre risikabelt.

Det var ca. 10 m tykk oppstuvning av leirmasse foran og ved siden av fyllingen, og det var nødvendig med mudring ved søndre enden av fyllingen.

Kontroll
(Robson)

Tilkjørte fyllmasse ble målt på bilene og totalt massevolum ble sammenlignet med massevolum regnet ut fra lengdeprofil og tverrprofiler som ble tatt ca. 1 gang i uken. Andre tverrprofileringer gjorde at vi kunne få et grovt bilde av hvordan fyllingen gikk fram. men en nøyaktig kontroll som beskrevet i Veglaboratoriets rapport viste

seg å ikke være praktisk gjennomførilig, hovedsaklig p.g.a. av løpende sprengningsarbeid og løpende fyllingsarbeid. Profilerings ble utført med lodd og snor som var mye mere praktisk enn et ekkolodd som ble prøvet. Blant annet var det mye lettere å kjenne omkretsen av fyllingsfoten med lodd.

Plassering av salvene ble registrert på 1:1000 kart og plassering av jeteen ble kontrollert fra faste punkter på land.

Sprengningsprotokoll ble utført for hver salve (kopi vedl.).

Masser

Fyllmasser - sprengt stein	96 000 tfm ³
Mudring	14 780 m ³ á kr. 26,-
Sprengning	6000 m 3" rør á kr. 60,-
	4800 kg sprengstoff á kr. 12,00
	28 stk. rettede ladning á kr. 1600,-

Med hensyn til prisene opplyses at arbeidet ble utført i 1980.

4.2. S e t n i n g e r (N. Rygg)

Etter at det meste av fyllingene var lagt ut i mai 1980, ble det satt igang setningsobservasjoner av fylling. Stålstengninger ble sveiset til stårlplater som ble gravd ned i fyllingen, slik at stålstengene stakk opp og kunne

nivelleres. I løpet av mai og juni 1980 ble det fyllet opp videre for ny veg opp til ca. kote +5. Det ble da nødvendig å innstallere nye målepunkter, samtidig med at enkelte av de opprinnelige punktene ble beskyttet med kumringer.

Setningsmålinger er vist på tidsdiagram på fig. 3. Målingene viser at fyllingene satte seg betydelig, 1,0 - 2,3 m, i løpet av mai måned 1980. Senere har setningshastigheten avtatt vesentlig. Fra juli 80 til juli 81 har de forskjellige målepunktene satt seg 10 - 15 cm. Setningshastigheten er avtakende, men noe ujevn, 1 - 2 cm pr. måned.

Konklusjon setninger:

Det var grunn til å vente at fyllingene fikk store setninger mens utfylling og fortrenkning pågikk fram til juni 1980. I løpet av det året som er gått fram til juli 1981 har det vært jevnt avtakende setninger. En venter at setningene vil opphøre i løpet av vinteren 1981-82.

En kan konstatere at det vil ta mindre enn 2 år fra fyllingsarbeidene er avsluttet til setningene sannsynligvis er opphørt. Når en tenker på at fyllingen totalt er ca. 30 m høy og at inntil ca. 15 m tykt leirlag er fortrenget, mener en at resultatet med hensyn til setninger er tilfredsstillende.

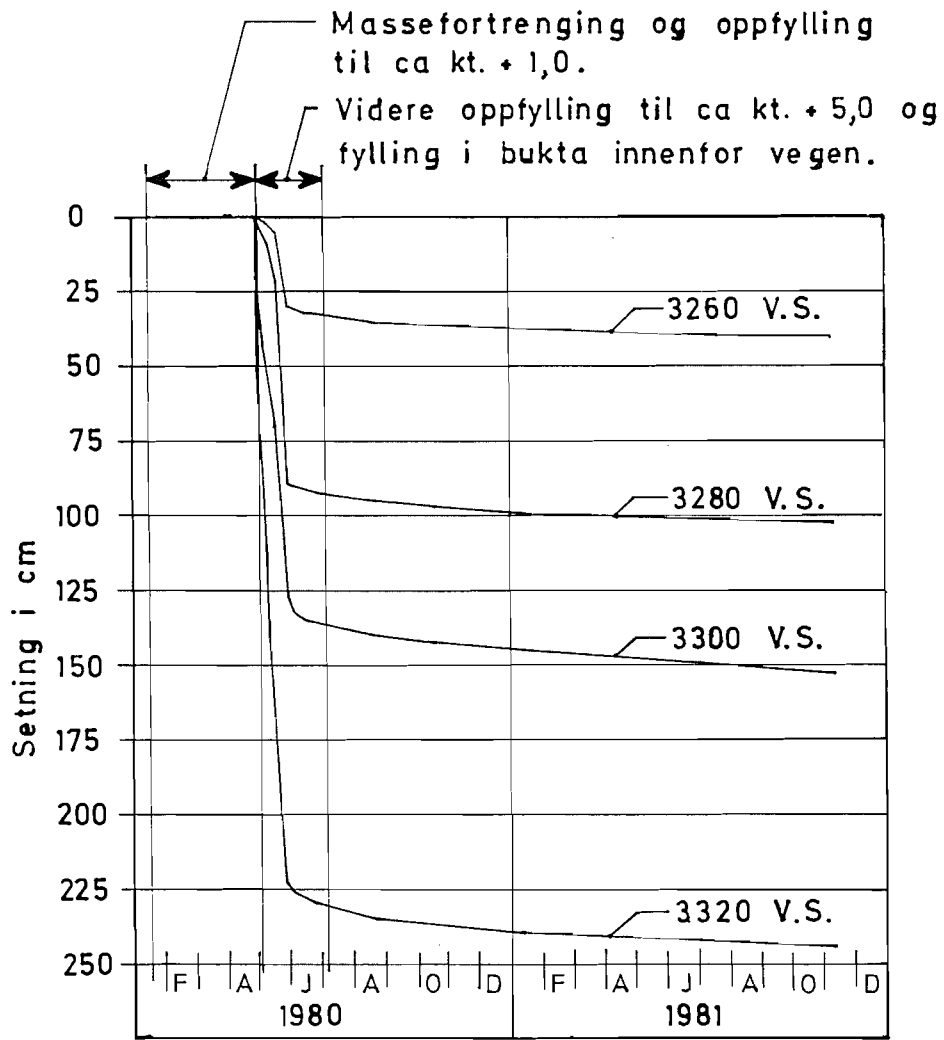
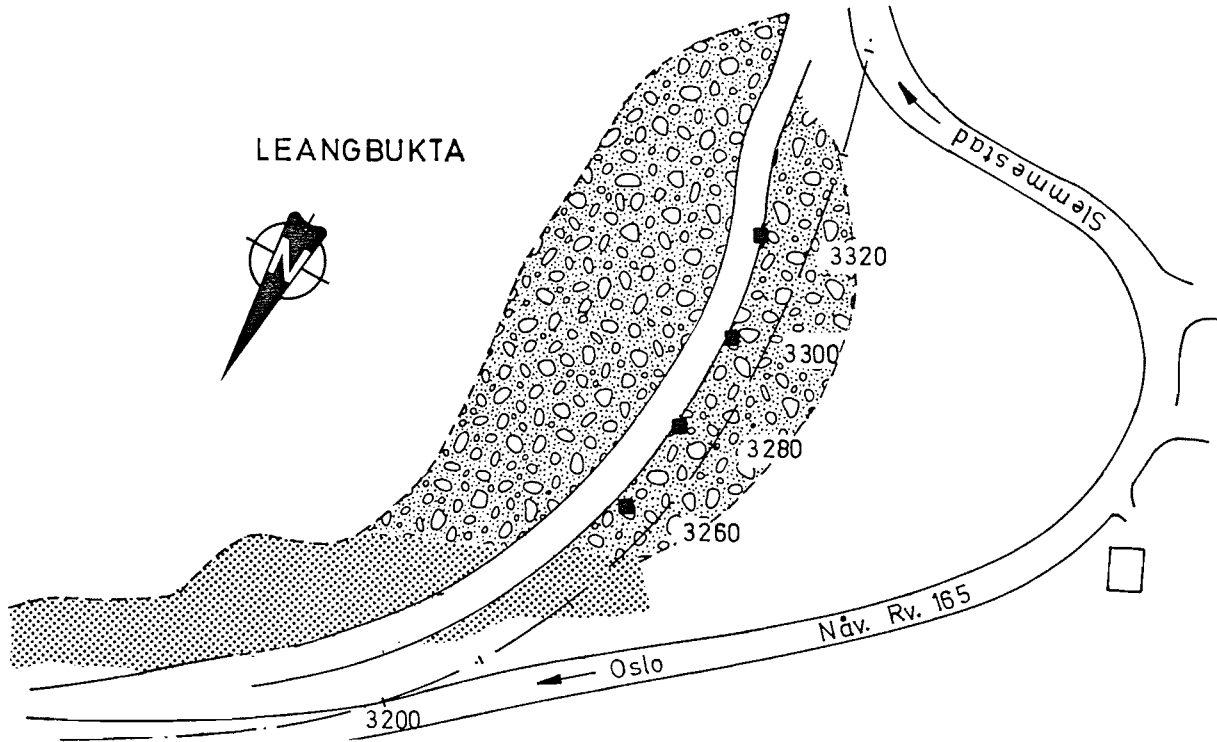


Fig. 3. Setningsobservasjoner

5. RYSTELSER FRA SPRENGNING I BUKTA
(Babic)

I forbindelse med undervannssprengningen ble siv.ing. Babic av anleggskontoret engasjert til husbesiktigelser og rystelsesmålinger i de nærmestliggende eiendommene til Leangbukta, d.v.s. Slemmestadvegen nr. 123 - objekt nr. 6 Strand - og Dalebakken 1 - objekt nr. 7. Johansen.

Foran fronten av steinfyllingen ble 3" rør presset inn i leirmassen til variert dybde fra 20 til 27 - 28 m under havflaten, d.v.s. 15 - 20 m under leiroverflaten. Rørene ble ladet med ca. 11,5 kg dynamitt og detonert med millisekundserie. Etter den første sprengningen med rørladning - i tabellen avmerket "Rør I", kunne de samme rørene lades på nytt (Rør II) og enkelte ganger kunne de lades for tredje gang (Rør III).

Rørene kunne ikke lades om igjen hvis de ble forskjøvet fra steinfyllingen.

Som supplement til denne form for sprengning ble én eller flere stålbeholdere med konisk bunn og høybrisant sprengstoff 12,5 kg senket i fronten av fyllingen - i tabellen beskrevet som "rettede ladninger".

Mangel på erfaring fra slikt arbeid og almen restriktiv holdning resulterte i at til å begynne med ble det anvendt svært beskjedne sprengstoffmengder og momenttennere. Rystelsesmåler ble plassert i Slemmestadvegen 123, Strand.

De aller første sprengningene ga bestemt inntrykk av at vi her hadde med helt andre rystelsesformer å gjøre enn vi i sprengningsteknikken er vant med ved ordinære sprengninger i skjæringer. De første uvanlige observasjoner var at det

oppsto to rystelsesbølger. Den første nærmest som longitudinal, rett forplantning gjennom leiren og fjellet under grunnen, og den andre en slags sekundære rystelser av forplantning når detonasjons"boblen" kom til overflaten og forplantet seg på overflaten først i vannet og etterpå i bakken til målestedet.

Rystelsene målt i Slemmestadvegen 123 var meget sjenerende ved de aller første sprengningene. De var dog på ingen måte skadelige etter de nåværende retningslinjer og bedømmelsen av slike.

Etter tilråding av konsulenten ble det valgt å akseptere rystelsesamplitude opp til 250μ ($1/4$ mm). Denne grensen ble dog aldri nådd og de totale skader på dette objektet var minimal og helt i samsvar med det forventede.

Ettersom undervannsprengningen skred frem, innløp flere og flere klager, fra nær og fjerntliggende eiendommer. Vi ble konfrontert med en situasjon som ingen hadde kunnet forvente. For flere objekters vedkommende kunne det ikke tenkes at rystelser av så sjenerende art virkelig kunne opptre i en så stor avstand.

Litt etterhvert ble det klart at helt vanlige sprengningstekniske premisser ikke kunne legges til grunn ved valget av sprengstoffmengder og salvestørrelser.

Av vedlagte tabell, tegn. nr. C-400-15 fremgår at sprengstoffmengde pr. tennerinterval og totalt, var så beskjedne at ingen rystelse kunne forventes på slike avstander.

Ettersom klagen innløp, måtte vi foreta noe grundigere undersøkelse av forholdene i høyereliggende områder i stor avstand fra Leangbukta. Det ble konstatert at bunnmorenen lå delvis helt opp i dagen og stedvis var det marineavleiringer av leire på kambrosilurisk kalkfjell.

Hele området er sterkt vannmettet, og det er meget høy grunnvannstand. Denne kombinasjonen førte til at rystelsene ble mer eller mindre regionalt forplantet. Det er sannsynlig at rystelsene gikk over fra ordinære sprengningsrystelser til harmoniske svingninger der utbredelsen fikk stort omfang. På tabellen sees at rystelsesamplityden kunne være opp til 100μ i en avstand av flere hundre meter. Til det finnes ingen rimelig forklaring, heller ingen formel for beregning av rystelsesintensitet.

Noen av de innkomne klager kunne ikke verifiseres fordi rystelsesintensiteten objektivt sett var svært liten og bare såvidt registrérbar, d.v.s. amplitydestørrelse under 5μ - avmerket som "hakk" i tabellen. Subjektivt sett var de fleste rystelsene svært ubehagelige, spesielt når de kom helt uventet. Rystelsene var så lavfrekvente at klirring i vinduer m.m. ga følsomme mennesker stort ubehag.

5.1 Måleinstrument - radiostyrt (Babic)

Kort tid etter påbegynt sprengning ble vi nødt til å utvide rystelsesmålingene ganske betraktelig. Instrumentene var en Combigratype som er et mekanisk instrument. Dette gir en kontinuerlig registrering og amplitydestørrelse på den ene enheten. Den andre instrumentheten startes umiddelbart før sprengningen og registrerer hele utsvingningskurvens form, størrelse, frekventivitet og kan beregne svingehastigheten for bedømmelse av risiko for skader av rystelser etter sprengning.

Da antall måleinstrumenter økte, var det praktisk talt umulig å få startet alle umiddelbart før avfyringen av salven. Enkelte huseiere forlangte også å bli varslet telefonisk. Dette resulterte i at den siste halvtimen før avfyring ble svært hektisk.

Problemet ble løst ved å konstruere en felles startenheter med fjernstyring. Med hjelp av radiosender ble en servomotor startet via en mottager. Til servomotoren ble koblet en 220V strømbryter, slik at vi fikk startet både instrument, varsellampe, ringeklokke eller hva ønskes umiddelbart før avfyringen og på så mange instrumenter vi ville i den rimelig avstand, avhengig av radiosenderens rekkevidde.

Utstyret ble godkjent av Sprengsroffinspeksjonen for slik anvendelse og da vi etterhvert fikk vår radiofrekvens, viste det seg at vi hadde fått et godt hjelpemiddel.

En god del praktiske problemer er løst ved dette:

1. Sprengningsbasen, eller den som avsperrer området, starter måleinstrumentene samtidig som varsellampe tennes og gir beskjed til de impliserte at sprengningsområdet er avsperrret og avfyring av salven kan foregå i mer betryggende forhold.
2. Studieutstyr, foto, film, video, tilkobles instrumentet og startes med fjernstyringen uten at operatøren kommer for nær sprengningsstedet, f.eks. i utslagsretningen for salven.
3. Ved montering av ringeklokke parallelt med måleinstrumentet i hus med spesielt følsomme mennesker, har vi registrert at den mest ubehagelige effekten av sprengning, smell og rystelser, ble nesten eliminert. Det faktum at varsellampe eller ringe-

klokke startes kort tid før sprengningen, gjør at slike mennesker ikke får tid til å bli redde (angstfølelse) og de opplever sprengning og rystelse på en mer avslappet måte. Dette er et psykologisk moment av stor verdi ved sprengning i tettbebyggelse.

4. Anleggslederens engasjement i forbindelse med sprengning, starting av instrument, varsling etc. blir vesentlig redusert og den hektiske tiden umiddelbart før sprengningen kunne unngås, dernest stressmoment, samt redusert bemanning.

5.2. Sluttbetraktninger - rystelser (Babic)

Erfaringen fra dette anlegget viser at det er svært vanskelig å forutbestemme nødvendig omfang av forhåndsbesiktigelse av eiendommer og behovet for rystelsesmåling.

6. BESIKTIGELSER, SKADER, ERSTATNING (G. Tveit, K. Aarhus)

Som vanlig er ved sprengningsarbeider ble det foretatt forhåndsbesiktigelse av nærliggende bebyggelse. I dette tilfellet ble 3 bygninger forhåndsbesiktet.

Under arbeidets gang kom det imidlertid inn klager på rystelser og påstand om skader fra ialt 47 huseiere i et område mye større enn det var mulig å forutse før anlegget startet.

Som en følge av dette engasjerte vegkontoret to frittstående sakkyndige, siv.ing. Babic og siv.ing. Johansen, til å registrere og vurdere de påståtte skader (se kap. 5).

Etter denne registreringen frafalt 20 huseiere krav om erstatning.

Av de resterende 27 erstatningskrav har vegkontoret etter konsulentens vurderinger avvist erstatningskrav fra 11 huseiere og erkjent erstatningsansvar for ialt 16 skadetilfeller. For de erkjente skader har vegkontoret tilbudt totalt 22500 kr. i erstatninger.

Fra 3 båteiere er det reist krav om erstatning for påførte skader p.g.a. rystelser på ialt 56 000 kr., men disse kravene er også avvist av vegkontoret.

Hva det endelige resultatet vil bli for disse erstatnings-sakene er uvisst, da ingen av sakene er endelig avgjort.

Regelmessige rystelsesmålinger, tilpassing sprengning/rystelesresultater, regelmessig inspeksjon av eksisterende sprekker (kfr. vedlagte skisse av sprekkemåler), gir et viktig supplement til forhåndsbesiktigelsesprotokollen. Merkostnadene er i realiteten beskjedne tatt i betraktning erstatningssaker og engasjement av et større antall personer og avdelinger.

7. KONKLUSJON

(N. Rygg)

Arbeidet med fylling over Leangenbukta har vist at massefortrengning av relativt tykke lag av bløte leirmasser er utført med godt resultat. En vil understreke behovet for en grundig planlegging slik at en velger riktig med hensyn til materialer og metoder. Det er meget viktig for å oppnå

effektiv fortrenning at fyllmassene består av relativt grovsprengt stein, og at sprengstein utføres planmessig etterhvert som fyllingsarbeidet går fram.

Sprengning vil kunne forårsake skadelige rystelser i hus nær arbeidsstedet. Erfaringer fra dette anlegget viser at det er svært vanskelig å forutbestemme nødvendig omfang av forhåndsbesiktigelse av eiendommer og behov for rystelsesmålinger.


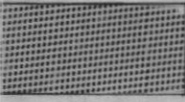

Det synes å være god investering å utføre en grundig og gjennomtenkt kontroll av rystelsene slik at ladningsstørrelse kan reguleres for å unngå at nærliggende hus blir skadet.

Massefortrenningsarbeidene i Leangenbukta har gitt erfaringer som kan være til nytte når lignende arbeider skal planlegges.

Intern Rapp 1025. Vedlegg

VEDLEGG:

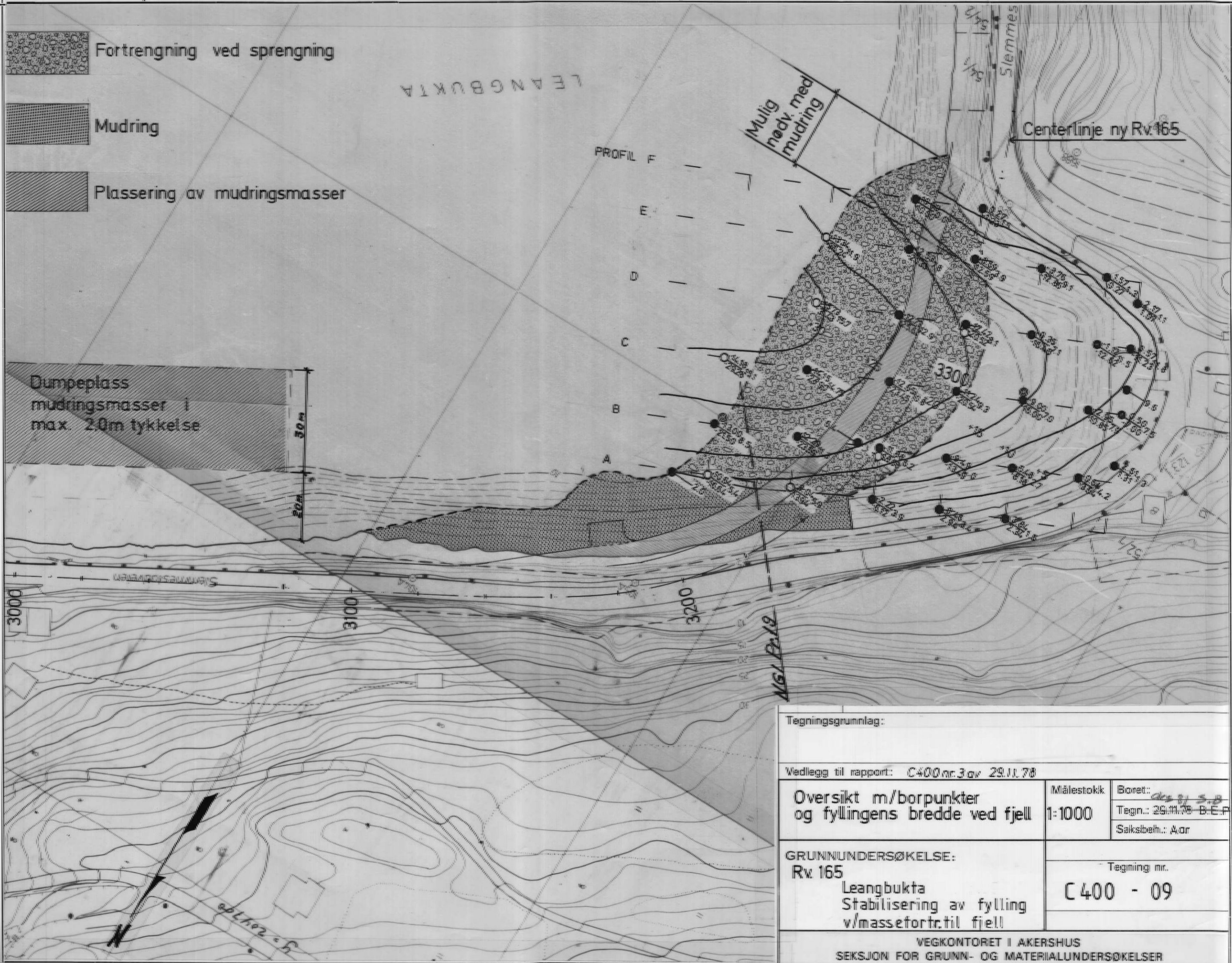
Tegn. nr.	C-400	-08:	12-1A-97	Prinsipp steinsjeté
"	"	-09:	11-3B-79	Oversiktskart
"	"	-10:	11-3B-80	Lengdeprofil
"	"	-11:	12-9B-99	Tverrprofiler profil A og B
"	"	-12:	12-3A-32	" profil C
"	"	-13:	12-3A-33	" profil D
"	"	-14:	12-3A-34	" profil E og F
"	"	-15:	12-3A-35	Oversikt over sprengstoffmengde og rystelser

-  Fortrengning ved sprengning
-  Mudring
-  Plassering av mudringsmasser

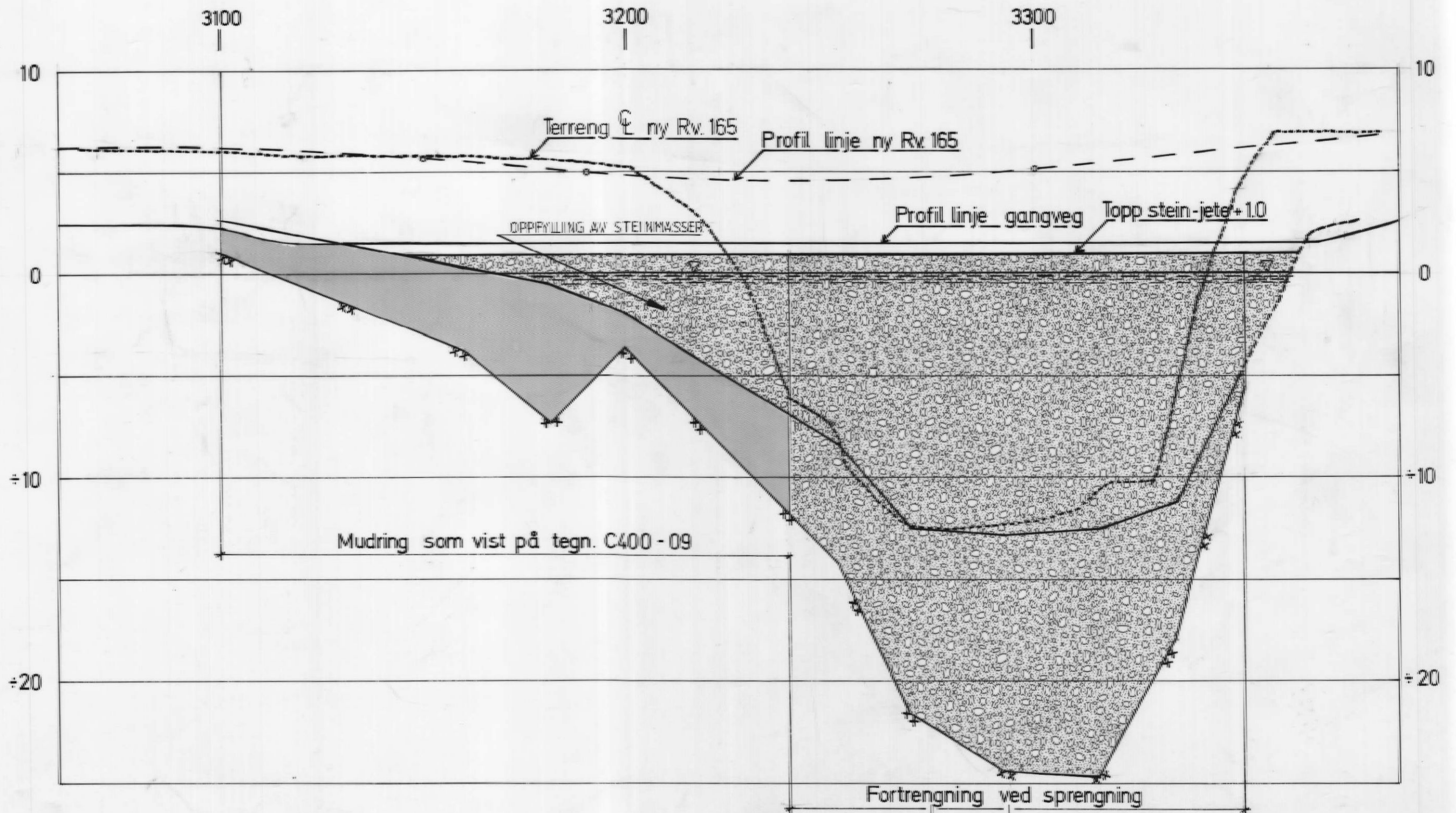
Dumpeplass
mudringsmasser i
max. 2.0m tykkelse

30m

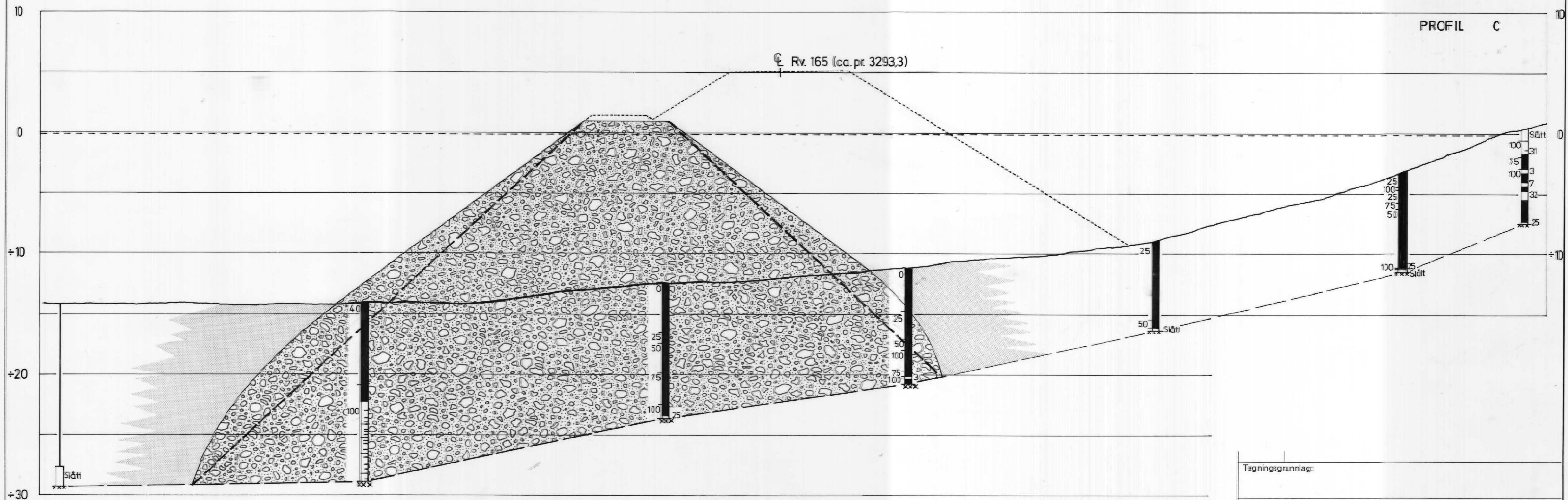
20m



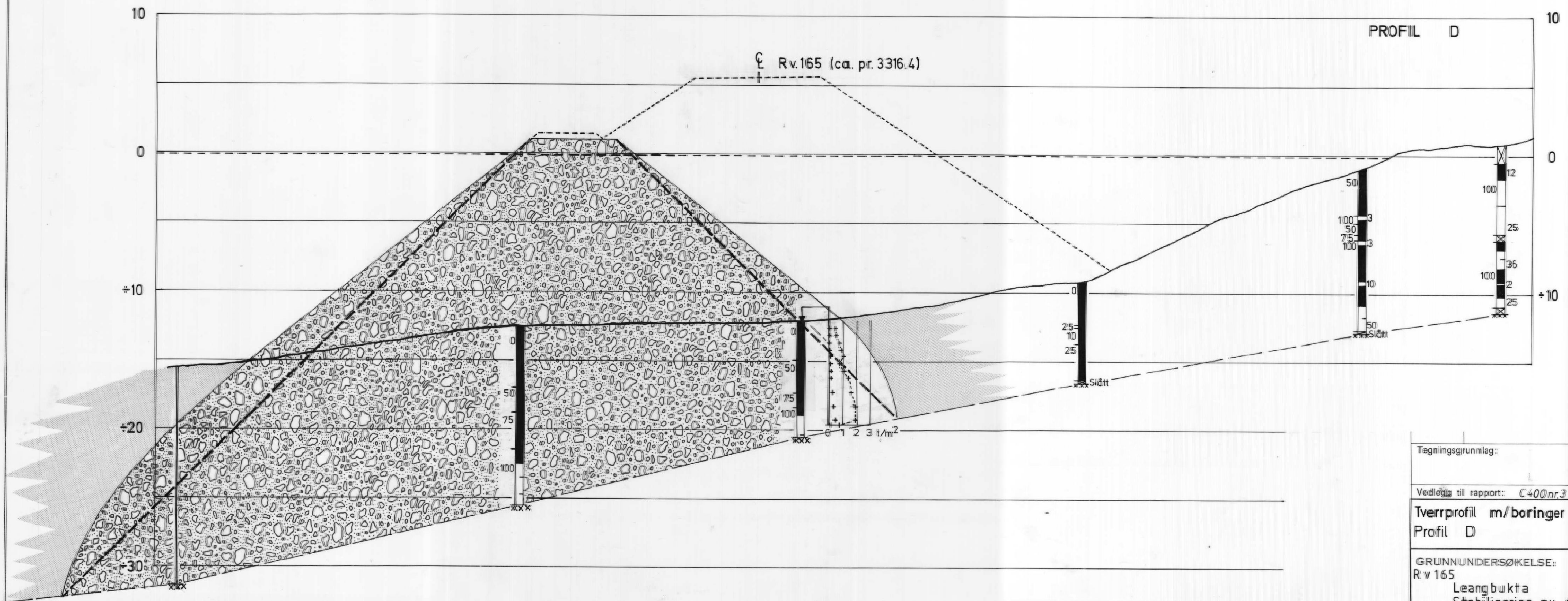
Tegningsgrunnlag:	
Wedlegg til rapport: C400 nr. 3 av 29.11.78	
Oversikt m/borpunkter og fyllingens bredde ved fjell	Målestokk: 1:1000
	Boret: <i>[Signature]</i> Tegn.: 29.11.78 B.E.F. Saksbeh.: A/or
GRUNNUNDERSØKELSE: Rv. 165 Leangbukta Stabilisering av fylling w/massetortr.til fjell	Tegning nr. C400 - 09
	VEGKONTORET I AKERSHUS SEKSJON FOR GRUNN- OG MATERIALUNDERSØKELSER



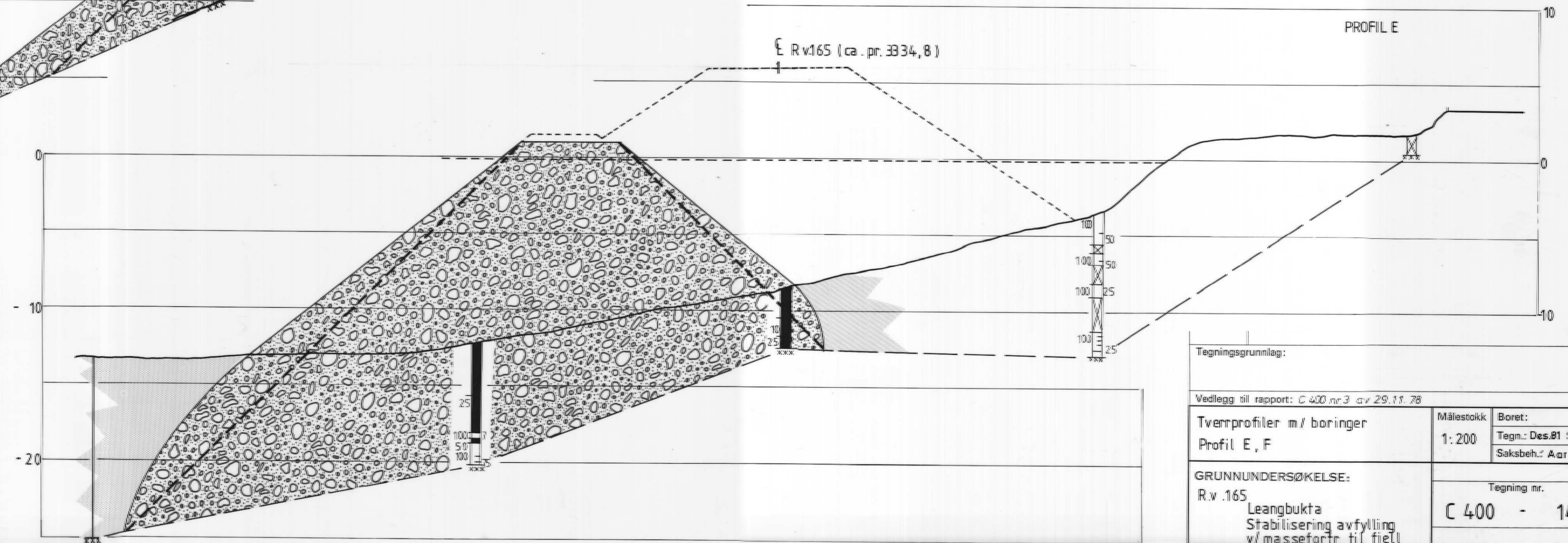
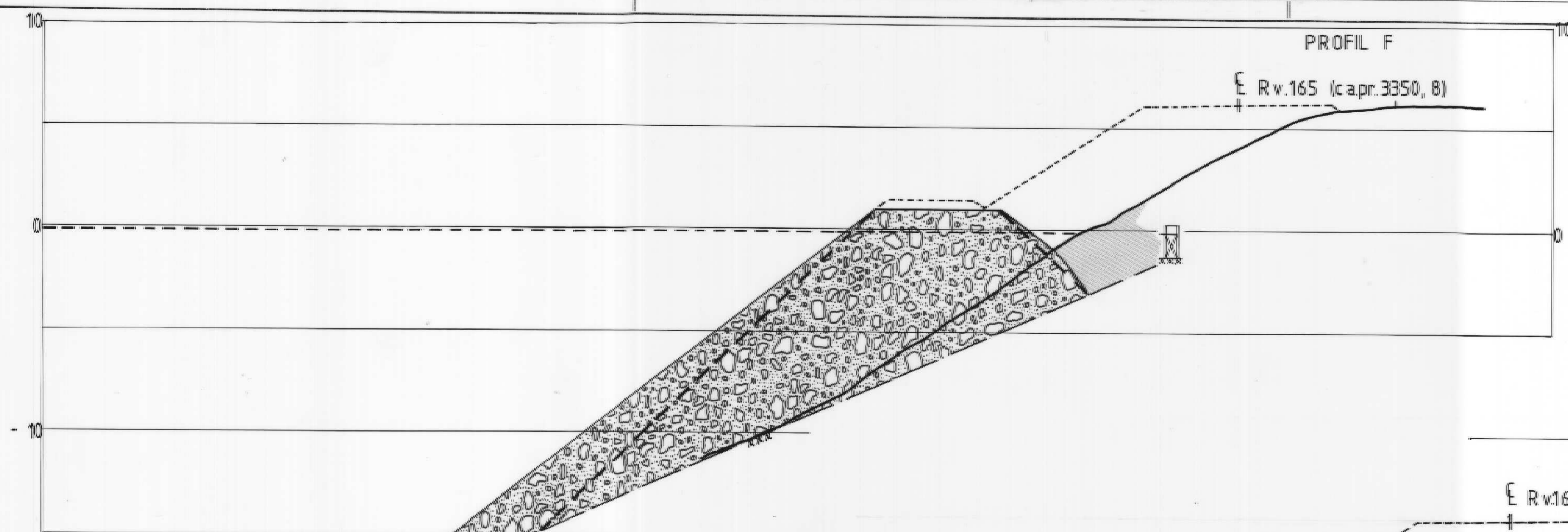
Tegningsgrunnlag:	
Wedlegg til rapport: C400 nr. 3 av 29.11.78	
Lengdeprofil E steinjete Pr. 3060 - 3390	Målestokk: Boret: 1: 200 1: 1000 Tegn.: 29.11.78 B.E.P. Saksbeh.: Avr
GRUNNUNDERSØKELSE: R v 165 Leangbukta Stabilisering av fylling w/ massefortr. til fjell	Tegning nr. C 400 - 10
VEGKONTORET I AKERSHUS SEKSJON FOR GRUNN- OG MATERIALUNDERSØKELSER	



Tegningsgrunnlag:	
Wedlegg til rapport: C400 nr. 3 av 29.11.78	
Tverrprofil m/boringer Profil C	Målestokk: 1: 200 Boret: Tegnr.: 22.11.78 B.E.P. Saksbeh.: J.G.P.
GRUNNUNDERSØKELSE: Rv165 Leangbukta Stabilisering av fylling w/ massefortr. til fjell	Tegning nr. C 400 - 12
VEGKONTORET I AKERSHUS SEKSJON FOR GRUNN- OG MATERIALUNDERSØKELSER	



Tegningsgrunnlag:	
Vedlegg til rapport: C400nr3 av 29.11.78	
Tverrprofil m/boringer Profil D	Målestokk: 1: 200 Boret: Tegn.: 22.11.78 B.E.P. Saksbeh.: Jor
GRUNNUNDERSØKELSE: Rv 165 Leangbukta Stabilisering av fylling v/massefortr. til fjell	Tegning nr. C 400 - 13
VEGKONTORET I AKERSHUS SEKSJON FOR GRUNN- OG MATERIALUNDERSØKELSER	



Tegningsgrunnlag:		
Vedlegg til rapport: C 400 nr.3 av 29.11.78		
Tverrprofiler m/ boringer Profil E, F	Målestokk 1:200	Boret: Tegn.: Des.Ø1 S.B. Saksbeh.: A.gr
GRUNNUNDERSØKELSE: R.w.165 Leangbukta Stabilisering avfylling w/massetortr. til fjell	Tegning nr. C 400 - 14	
VEGKONTORET I AKERSHUS SEKSJON FOR GRUNN- OG MATERIALUNDERSØKELSER		

