

Rapport nr. 74

Massefortrengning av fyllinger under vann

Februar 1996

Veglaboratoriet

Massefortrengning av fyllinger under vann

Sammen drag

I forbindelse med omlegging av E18 ved Flekkefjord ble det bygget 2 større fyllinger i vann. Sålefundamentering av bru og kulverter i fyllingene stilte meget strenge krav til stabilitet og setninger i fyllingene. Det var nødvendig å fortrenge ustabile bløte masser i varierende tykkelse på sjøbunn. Fortrengningen ble utført ved sprengning etter en ny metode kalt "Flekkefjordmetoden".

Flekkefjordmetode I brukes ved utlegging av fyllingen. Det legges rør på fyllingsfronten som presses ned i slam/leire under/foran fyllingen. Deretter fylles rørene over ved at fyllingen føres f.eks. 5 m fram (gjerne med noe overhøyde), før lading/sprengning utføres. Metoden gir meget god fordemning og effektiv fortrengning. Metode I er alternativ til den etablerte metoden med rør rammet fra flåte.

Flekkefjordmetode II brukes ved ettersprengning av hele eller større deler av fyllingen. Ved denne metoden rammes/børes rør ned til u.k. fylling. Nedramming/nedboring av rør skjer med samme utstyr som brukes ved rekkverksmontering. Rørene består av korte seksjoner som skjøtes opp under nedramming. Metode II er et alternativ til den etablerte metode med nedboring av rør med Odex.

Sammenligning av kostnader ved Flekkefjordmetoden og de etablerte metodene, tyder på det ligger en betydelig besparelse i Flekkefjordmetodene. Spesielt gjelder dette metode II sammenlignet med Odex.

Foreliggende rapport beskriver Flekkefjordmetode I og II i detalj. Videre inneholder rapporten en kort prosjektbeskrivelse.

Emneord: *Massefortrengning*

Seksjon: *3520 Geologi- og geoteknikkontoret*
Saksbehandler: *John Pedersen, Vegkontoret i Vest-Agder*
Finn Frestad, Vegkontoret i Vest-Agder
Jon Brekke, Veglaboratoriet

Dato: *Februar 1996*

/TRA

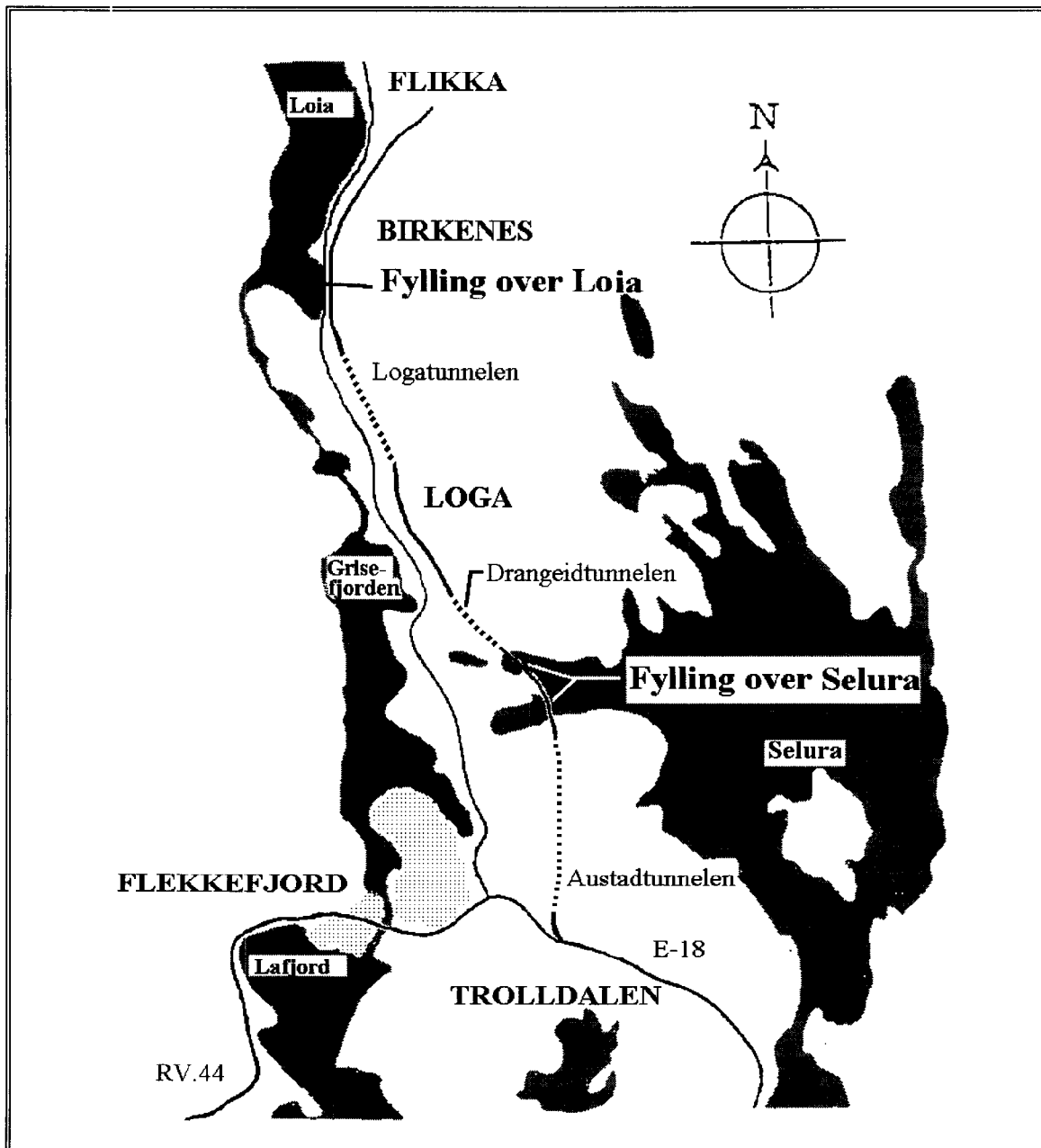
Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Rapporten kan fås ved henvendelse til Veglaboratoriet, Arkivet:
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo. Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44



Rapport

Massefortrengning av fyllinger under vann



E-18 Flekkefjord Parsell: Trolldalen-Birkeneset

Januar 1996



1. Innledning

Bakgrunn for denne rapporten er arbeidet med utvikling av metoder for massefortrengning av fyllinger under vann. Metodene er utviklet/utprøvd ved E-18 anlegget - Trøngsla-Birkenes (Flekkefjord). Det er utviklet/utprøvd to metoder, en metode for sprengning i forkant av fylling, og en metode for sprengning av hele eller store deler av fylling. Metodene har fått navnet Flekkefjordsmetodene (metode I og II) .

Metodene er utviklet da det ved anlegget har vært behov for å bygge to fyllinger med strenge krav til stabilitet og setninger. I den ene fyllingen er det bygget to kulverter, samt en bro hvor et brokar er støpt i fyllingen, og et brokar er støpt på fjell. Ved brokar i fylling er vanndybden til fast grunn ca. 20 m, vanndybden til topp slam er ca. 16 m. Denne fyllingen er i ettertid fulgt opp med nivellement og målingene viser 0 setning pr dato.

Fortrengning ved sprengning er en kjent metode, men selve utførelsen ved Flekkefjord-metoden er ny. Da begge metodene er lite utprøvd må en ta hensyn til dette, eventuelle brukere av metodene står derfor selv fritt til å tilpasse dem til sine spesifikke problemstillinger. Bruken av metodene, slik de blir presentert i denne rapporten, bygger på erfaringer og forsøk gjort ved vårt anlegg. Første gang metodene ble benyttet ved anlegget var i mai 1994. Veglaboratoriet har deltatt i testingen av metodene og gitt positive tilbakemeldinger.

Det gjøres oppmerksom på at ingen av tegningene i rapporten er tegnet i riktig målestokk. Målsettingen på tegningene er imidlertid riktig.



2. Prosjekt beskrivelse

I E18 Flekkefjord prosjektet er det to fyllinger i vann.

En av fyllingene går over innsjøen Selura. Fyllingen består av to deler. Fylling over Svinevika 300 m og fyllingen over Eidsvika 100 m.

Planeringsbredden er 8.5 m og max bredde i bunnen ca. 50 m.

Max dybde fra vannspeilet til fast fjell er ca. 20 m i Svinevika og max løsmasse over fjell er vel 7 m.

Øverste del av løsmassene består av et max 4 m slamlag over morene.

I fyllinga er det plassert to stk. kulvertbruer med lysåpning 7.5 m Sålefundamentene til disse konstruksjonene stilte meget strenge krav til stabilitet og setninger av fyllingen.

Dybdene i Eidsvika er noe større, og løsmasselaget er max 11 m. Slamlaget er her ca 5 m På fyllingen er det plassert et brufundament.

Til sammen hadde fyllingene et volum på 110.000 m³

Den andre fyllingen går over Loia som er en del av Flekkefjorden.

Fyllingen er ca 400 m lang . Planeringsbredden er 6.5 m og bunnbredden er max 55 m.

Fyllingsvolumet er ca 150.000 m³.

Løsmasselaget over fjell er max 14 m, massene består av et 2 -7 m lag av leire/ siltig leire.

Resten av massene består av løse morenemasser og fast bunnmorene.

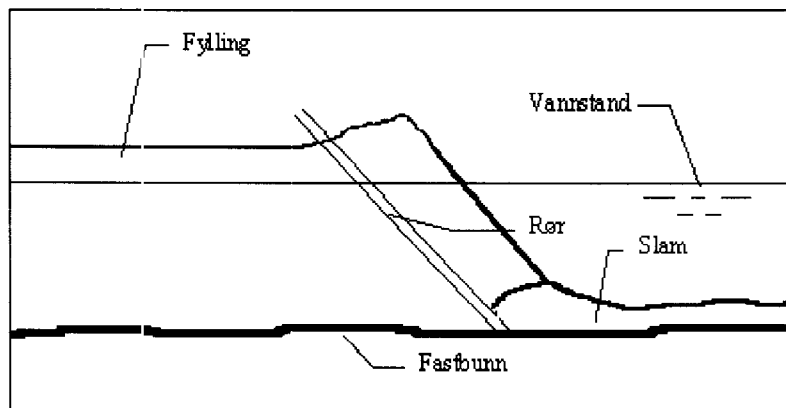
Samlet medgikk det mindre masser enn først antatt. Alle fyllmasser under vann på begge fyllingene består av relativt finsprengte tunnelmasser.

3. Beskrivelse av metodene

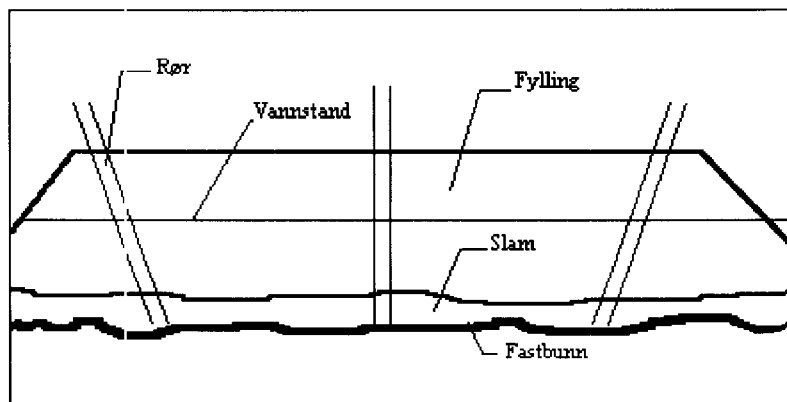
Metode I

Metoden går ut på å legge ned rør i vifteform på fyllingsfronten. Disse rørene blir fylt over med masse ca. 5 m fremover i fyllingen. Rørene fylles så med dynamitt og sprengning utføres. Dette gjentas for ca. hver 5 m under utlegging av fylling (kan tilpasses til det spesifikke problemet). Rørene fylles med max 10 kg dynamitt. Hvis fyllingshøyden er lavere enn 10 m benyttes det 1 kg for hver meter. Mengde dynamitt må også tilpasses omgivelsene og krav til rystelser. For å lage de lange rørene benyttes det flere korte rør som sveises sammen. Bunnen på det lange røret bankes og sveises tett for at det ikke skal komme inn slam eller leire. Ved bruk av denne metoden oppnås det god fordemning over hele fyllingsbredden under sprengning.

Figur 1 og 2 viser fyllingen sett fra siden og fronten med rør nedlagt. Det er her lagt ut tre rør i bredden med vifteform. Antall rør må tilpasses fyllingens bredde. Vifteform benyttes for at lastebiler skal kunne kjøre mellom rørene ved utkjøring av masse. Antall rør, samt plassering og lengde på rør, må tilpasses etter fyllingens bredde og høyde.



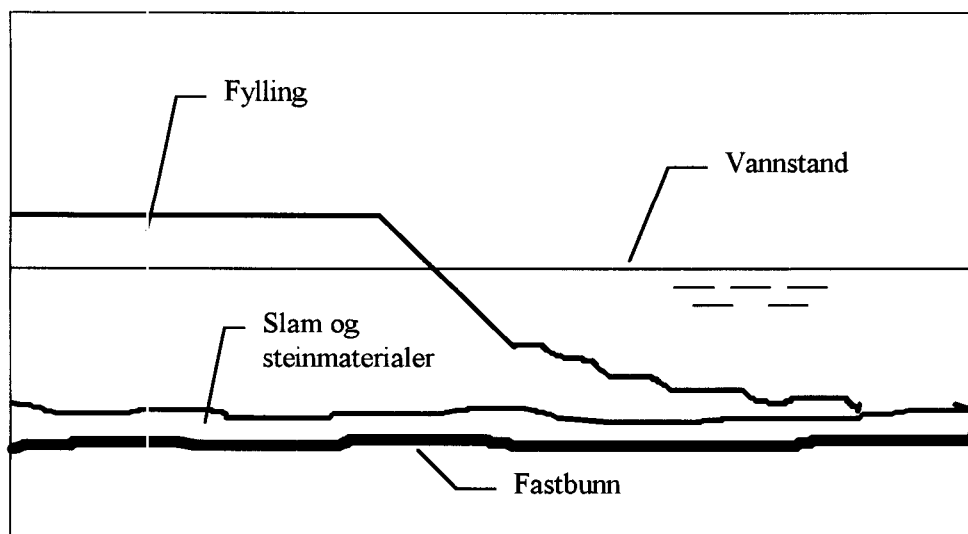
Figur 1. Figuren viser fylling sett fra siden med rør lagt ut langs fyllingsfront.



Figur 2. Figuren viser fylling sett fra fronten med rør nedsatt.

Tidligere har det vært vanlig å benytte flåte for å sette ned rør langs fyllingskanten. Rørene slippes rett ned fra flåten til de treffer slambunn, det benyttes så en slaghammer for å ramme rørene videre ned gjennom slammene. Ved bruk av den nye metoden er en ikke avhengig av å benytte flåte og slaghammer. Rørene slippes ned på skrå langs fyllingskanten, når rørene treffer slambunnen benyttes det en gravemaskin for å skyve dem gjennom slammene. Videre blir rørene fylt over med masse, og det oppnås en «fordemning» som en ikke får ved bruk av «flåtemetoden». Fordemningen fører til et bedre resultat av sprengningen.

En ulempe med metoden er at det kan oppstå problemer under utlegging av rør hvis slambunnen inneholder betydelige mengder steinmaterialer. Under sprengning i fronten av fyllingen vil en da kunne risikere at massen bare forskyver seg fremover istedenfor å sige ned. Neste gang det skal legges ned rør vil en ikke få disse til bunns da de vil støte på massen som er seget fremover. Figur 3 illustrerer problemstillingen.

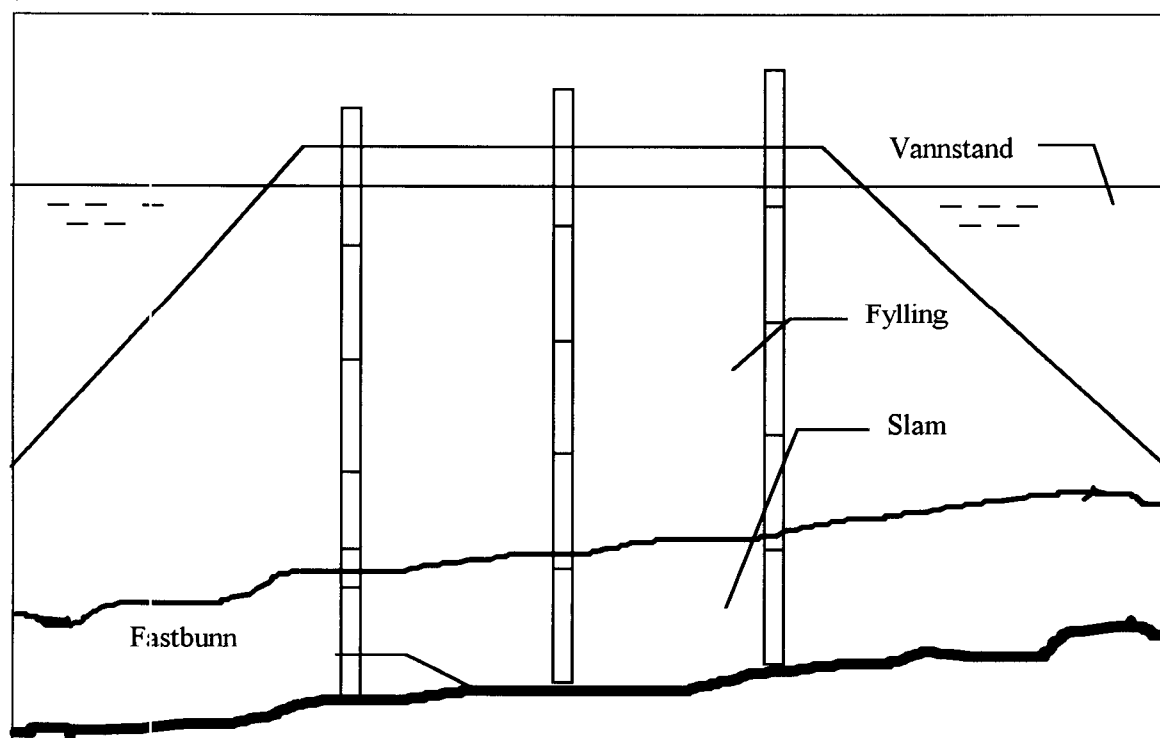


Figur 3. Figuren viser problemstillingen med masse som forskyver seg fremover.

Metode II

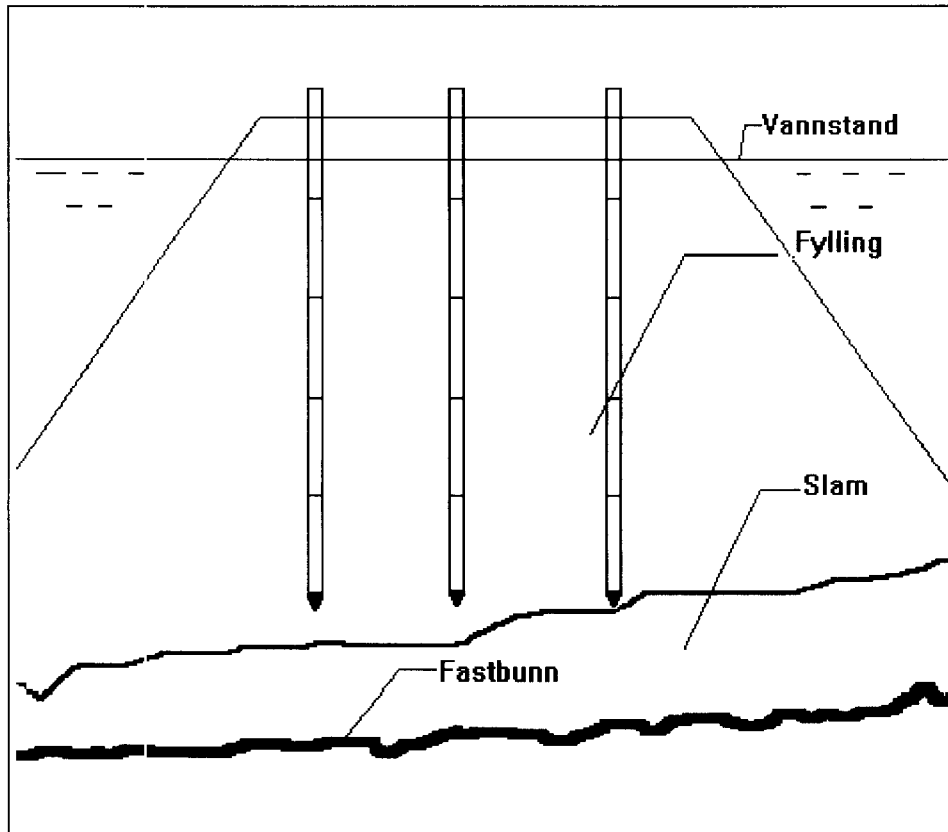
Metoden går ut på å bore/ramme ned rør i fyllingen med samme utstyr som benyttes ved montering av autovern eller tilsvarende. Antall rør i bredden må tilpasses etter fyllingens bredde. Ved våre fyllinger er det benyttet 3-4 rør. Radene med rør settes ned med ca. 7-10 m mellomrom langs fyllingen. Rørene fylles så med dynamitt, og sprengning utføres. Mengde dynamitt er som for metode I. Tennerne ble seriekoblet med intervallnummer fra 1 til 20. På grunn av fare for rystelser, ble det kun sprengt et hull pr tennernummer. Det kan også benyttes en ønsket overhøyde ved kritiske punkt, en sveiser da rør på de nedrammede rørene og fyller rundt med masse ved hjelp av gravemaskin. Bruk av metode I i kombinasjon med metode II gir optimale resultater.

Metode II er vesentlig rimeligere (ca 1/2 prisen) enn Odex boring som har vært benyttet tidligere. Ved bruk av metode II slipper en kostnader med tilrigging/tilkjøring av spesialrigg o.l. Til rammingen er det brukt korte rør (1.5 m), dette skyldes at pelmaskinen som ble benyttet ikke klarer å håndtere lengre rør. Rørene skjøtes sammen med skjøtemuffer etterhvert som de rammes ned. På det første røret blir det sveiset en spiss av massivt stål for at det skal bli lettere å ramme ned. Skjøtemuffen sveises fast på det øverste røret slik at dette blir trædd inn på røret som er pelt ned før pelingen fortsetter. Det benyttes også en hylse dreid av massivt stål som tilpasses pelhammerens hode. Denne tres på toppen av røret som til enhver tid rammes. Under rammingen av rørene viste det seg ofte nødvendig å bore et hull med større diameter enn stålrøret før rammingen ble utført. Firmaer som utfører ramming har vanligvis utstyr for boring tilgjengelig på samme bil som benyttes til ramming. Se figur 7 for beskrivelse og mål på rør, skjøtemuffe og spiss av massivt stål. Figur 4, 5 og 6 illustrerer metode II. Figur 8, 9, 10 og 11 viser foto før, under og etter sprengning av fylling i Svinevika



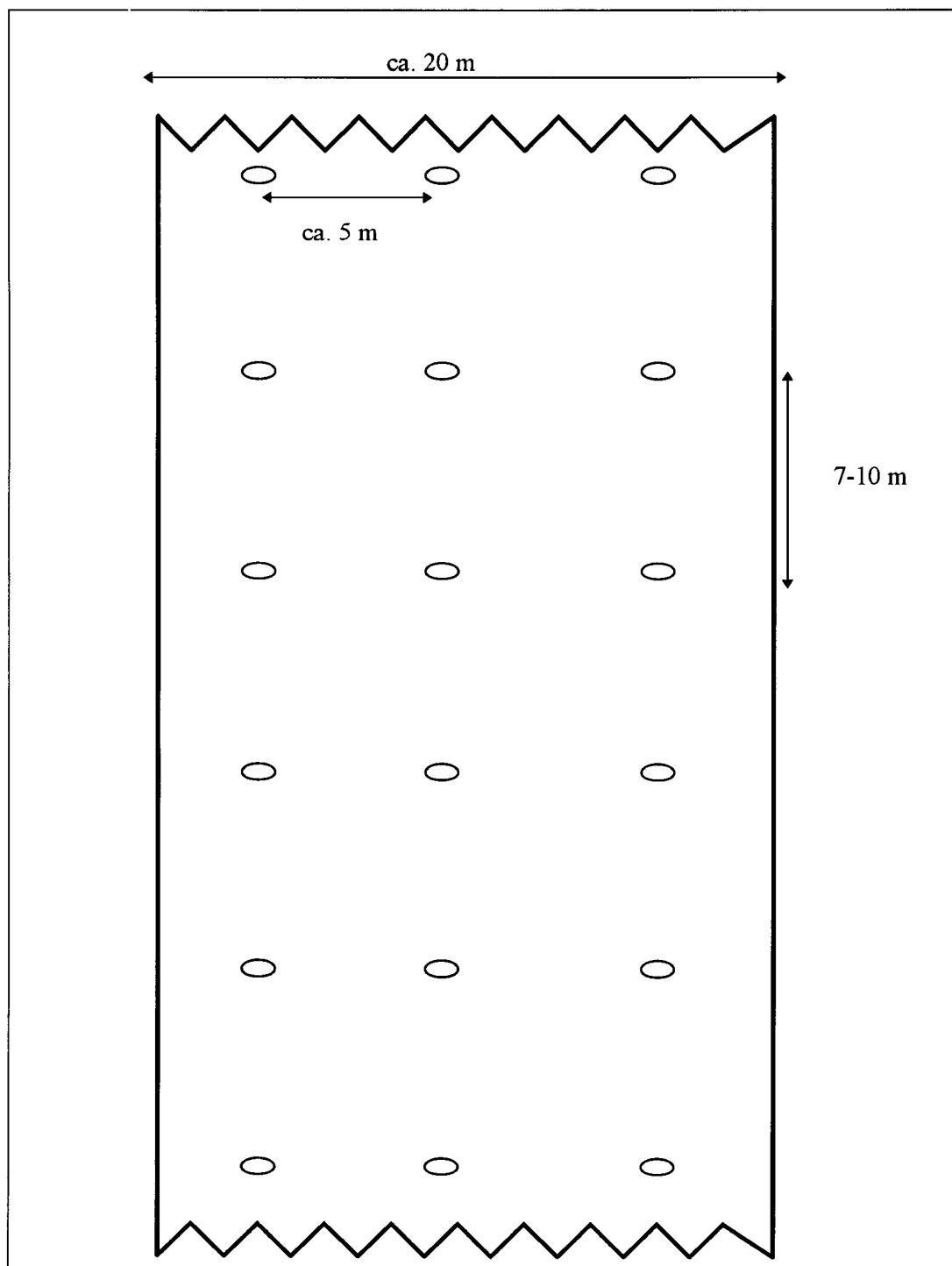
Figur 4. Figuren viser snitt av fylling med rør som når ned til bunnen.

Det har vist seg vanskelig å bore/ramme ned rør dypere enn 15 m med den type utstyr som vi har benyttet. Resultater av sprengninger på større dyp har imidlertid blitt vellykket på grunn av den overtyngden som oppnås. Boring/ramming i fyllinger som er høyere enn ca. 1 m over vannflaten har også vist seg å være vanskelig p.g.a. friksjonskrefter, en kan imidlertid unngå dette problemet ved å sprøyte vann ned i hullet rundt røret samtidig som det rammes.

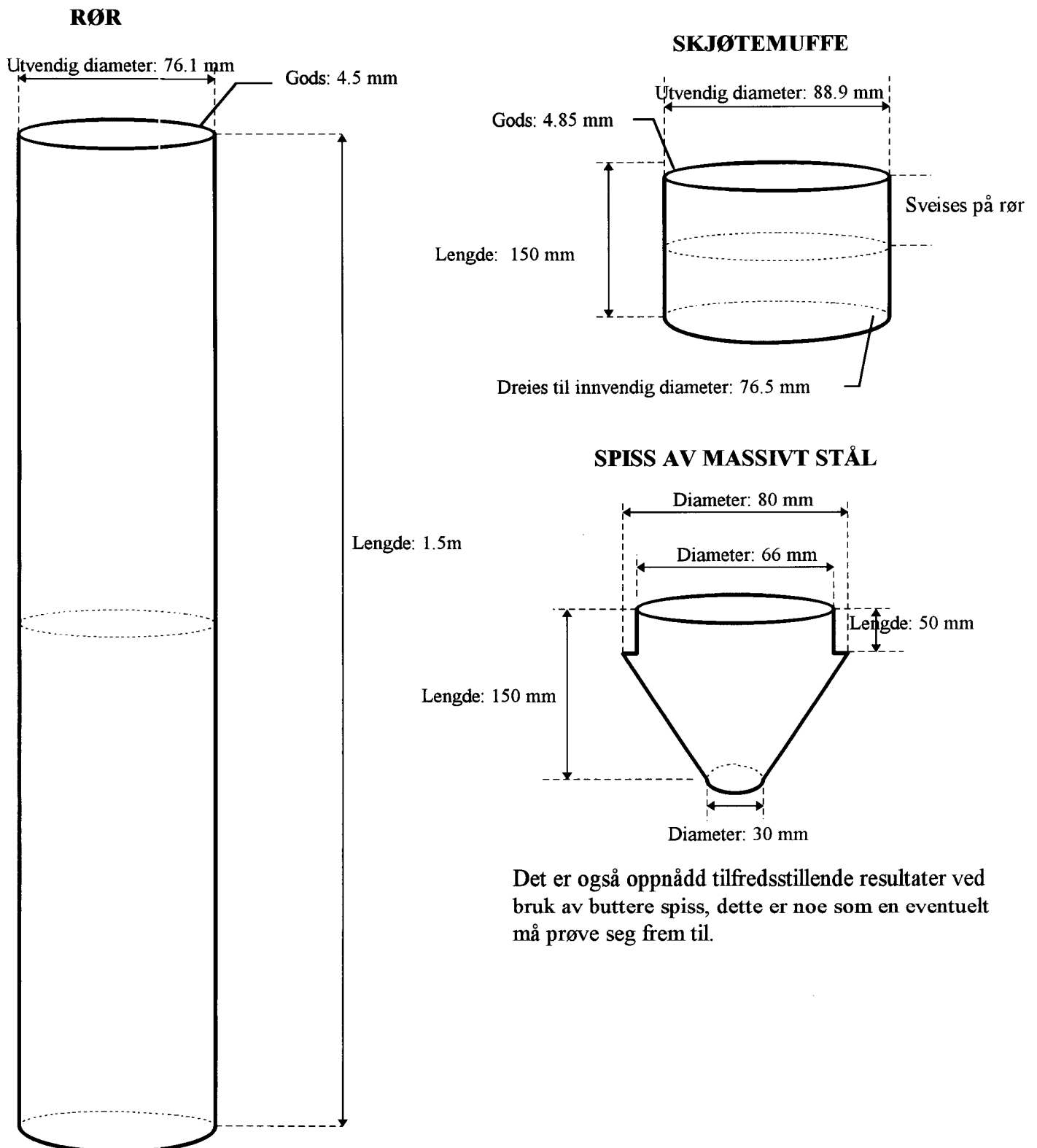


Figur 5. Figuren viser snitt av fylling med rør som ikke når ned til bunnen.

For å måle effekten av sprengningene er tverrprofil for hver 10 m av fyllingen oppmålt før og etter sprengning. For selve pelingen kan det også benyttes en ordinær borerigg og pelemaskin.



Figur 6. Figuren viser fylling sett ovenfra med rør rammet ned i fyllingen.



Det er også oppnådd tilfredsstillende resultater ved bruk av buttere spiss, dette er noe som en eventuelt må prøve seg frem til.

Figur 7. Figuren viser de forskjellige delene som benyttes ved nedramming av rør.



Figur 8.
Rørene er satt ned og fyllingen er klar for sprengning.
Rørene langs venstre fyllingskant er godt synlige.
(Foto: Frestad/Pedersen, Statens vegvesen Vest-Agder)



Figur 9.
Sprengningsøyeblikket. For å redusere rystelser ble
det brukt millisekundtennere og 1 rør pr. tennernr.
(Foto: Frestad/Pedersen, Statens vegvesen Vest-Agder)



Figur 10.
Umiddelbart etter sprengning. Midtre del av fyllingen har sunket 1-2 m og ligger omtrent i vann-nivå. På grunn av skråningsutslaking har den sunket noe mer på sidene.
(Foto: Frestad/Pedersen, Statens vegvesen Vest-Agder)



Figur 11.
Inspeksjon av fyllingen. Det er ikke registrert setninger i fyllingen etter sprengningen.
(Foto: Frestad/Pedersen, Statens vegvesen Vest-Agder)