

Rapport 17. mars 1982

Saksbehandler: o.ing. Eivind Hagen

MØRE OG ROMSDAL GISKE
KAP 1342 POST 30.5 ÅLESUND LUFTHAVN VIGRA
NYTT EKSPEDISJONSBYGG GRAVE OG PUMPEFORSØK

1. BAKGRUNN FOR FORSØKET

Det er utført en grunnundersøkelse for ekspedisjonsbygget av Møre og Romsdal Materialprøveanstalt. Resultatene er gitt i rapport, datert 10. mars 1981.

Undersøkelsen viser at det er gode fundamenteringsforhold. Prøver som er tatt opp er hovedsaklig middels til grov sand med endel steininnhold. I østre del av tomte er det noe mer ensgradert sand. Massene er fast lagret. De mineralske jordartene er dekket av et 1-1,5 m tykt lag med myr. I vestre halvdel av byggetomte er myrmassene og endel sand fjærnet i forbindelse med massetak.

Det skal bygges kjeller under en del av bygningen, og bunn av byggegropa vil ligge anslagsvis 2 m under nåværende grunnvannstand. Vi ønsket derfor å se hvordan jordarten oppfører seg ved graving under grunnvannstand, og har fått utført et grave-/pumpeforsøk.

Spørsmålene som vi ønsket å få svar på kan oppsummeres slik:

- Stabil graveskråning i de forskjellige materialer?
- Risiko for at oppadrettet hydraulisk gradient kan gjøre bunnen ustabil (koking)?
- Størrelse på vanntilstrømningen?
- Gravbarhet av faste masser?

2. GJENNOMFØRING AV FORSØKET

Inne i området for den framtidige kjelleren ble det gravd opp ei prøvegrop, størrelse ca 6 x 6 m og med dybde omtrent tilsvarende den nødvendige gravedybde for kjelleren. Se skisse av gropa i bilag 3. Samtidig ble det gravd opp tre mindre hull for observasjon av grunnvannstand, i avstandene ca 20, 40 og 60 m fra senter av prøvegropa. Observasjons-hullene ble lagt langs et profil i østlig retning fra prøvegropa og ligger alle utenfor den framtidige bygningen. Se forøvrig kartskisse i bilag 1 og snitt gjennom de fire gropene i bilag 2.

I de etterfølgende tabeller og bilag er det gjennomført følgende betegnelser på de fire gropene: Prøvegropa er kalt grop 1, og de tre observasjonshullene er kalt grop 2, 3 og 4, i rekkefølge fra prøvegropa og utover.

Gravingen ble utført 16. februar 1982. Etter oppgraving fylte gropene seg med vann i løpet av noen dager. For de tre observasjonsgropene antas vannspeilet å tilsvare grunnvannstanden i bakken umiddelbart rundt den enkelte grop. På grunn av størrelsen er prøvegropa sannsynligvis ikke fylt helt opp til opprinnelig grunnvannstand før pumpeforsøket startet.

Prøvegropa ble pumpet tom for vann første gang fredag 19. februar, deretter mandag 22. februar og senere en gang hver arbeidsdag i de påfølgende tre uker. Vannet ble ledet gjennom ei åpen grøft i myrmassene ut til en kum i overvannssystemet slik at det ikke gikk tilbake til grunnvannet. Om natten og i helgene ble pumpa stoppet og vannet kom tilbake i prøvegropa, men aldri så høyt som utgangshøyden. Dette framgår detaljert av målingene vist i bilag 3.

Vannspeilet i de tre observasjonsgropene ble kontrollert med daglige nivellement av høydene. Målingen ble gjort delvis før, delvis etter den daglige pumpingen. Målinger både før og etter pumping viser så liten forskjell at vi har valgt å presentere bare en måling pr dag. De dagene målingen er gjort før pumping er vannspeilet i prøvegropa også målt, og vi ser derved hvor mye vann som er kommet tilbake i løpet av en natt, eller en helg.

I det tidligere massetaket ca 30 m vest for prøvegropa er terrenget senket så mye at det har dannet seg en liten dam. Vannspeilet i denne dammen er også målt inn noen av dagene.

Som utgangspunkt for nivellementet ble brukt et hjelpefastmerke i porten på vegen inn mot brannstasjon og hangar. Fastmerket er opprettet av A/S Geotex under deres målearbeider på flyplassen og merket 500. Høyden er av Geotex oppgitt til kote 21,32.

Den praktiske delen av forsøket med administrasjon av gravingen og senere den daglige gjennomføringen av pumping og målinger ble gjort av teknisk leder Sevrin Synnes ved lufthavnadministrasjonen for Vigra. O.ing. Eivind Hagen ved Statens bygge- og eiendomsdirektorat var tilstede på Vigra ved pumpingen 22. februar og gjorde den geotekniske vurdering av forholdene.

3. MÅLINGER OG OBSERVASJONER

3.1 Gravbarhet

Gravingen ble utført med en beltegående gravemaskin av type Åkermann H 12 B. Nøyaktig tidsforbruk på oppgravingen av prøvegropa ble ikke registrert, men det fortelles at maskinen ikke hadde noen problemer med gravingen. Det ble sagt at "maskinen fikk full skuffe hver gang".

Det skal imidlertid tilføyes at det synes å være langt større gravemotstand i vestre ende av tomte. Dette kan sees av massene i bunnen av massetaket, og er dessuten påpekt i rapporten om grunnundersøkelsene fra Møre og Romsdal Materialprøveanstalt.

3.2 Vanntilstrømning

Hver gang prøvegropa var tømt for vann ble pumpa stående en stund og pumpe ut det vannet som strømmet til. Vannmengden ble målt en del av dagene ved å ta tiden på fylling av et spann med volum 20 l. Målingene er vist i tabellen nedenfor.

Som vi kunne vente avtar vanntilstrømningen etter at vi har pumpet i flere dager etter hverandre, fordi grunnvannspeilet rundt prøvegropa stadig blir senket og vannets gradient inn mot gropa avtar. Av samme grunn stiger tilstrømningen igjen etter en helg, da grunnvannsnivået rundt gropa har fått tid til å stige høyere enn på en natt.

Målt vanntilstrømning:

Dato	22.2	26.2	1.3	3.3	5.3	3.3	10.3	12.3
Tid fra forrige tømning, døgn	3	1	3	1	1	3	1	1
Vannmengde l/min.	28	19	24	17	17	23	18	16

3.3 Stabil graveskråning

Etter tømning av prøvegropa 22. februar ble det gjort en vurdering av stabiliteten av skråningen og bunnen.

Det var et betydelig grunnvannsinnsig i skråningen fra en kote 19,2 og ned til bunnen av gropa. Dette bevirket at den ensgraderte sanden i skråningen ble transportert ned mot bunnen. Sammen med noe nedrasning av laget over fører dette til at prøvegropa får det profilet som er vist på bilag 2, med tilnærmet vertikal skråning nærmest ovenfor kote 19,3, og helning ca 1:1,7 under kote 19,3.

Den ensgraderte sanden i 1:1,7-skråningen var tydeligvis i likevekt med grunnvannsgradienten og lot seg ikke trafikkere. Når vi forsøkte å gå i skråningen sank støvlene umiddelbart 20-30 cm ned i massen.

På den flate bunnen av gravegropa var det derimot ikke noe tegn til nedsatt fasthet. Dette må skyldes at grunnvanns-innsiget kommer inn fra sidene og i liten grad nedenfra, noe som kan forklares ved at det sannsynligvis er liten dybde ned til tett leirig morene. Det blir opplyst av Synnes at en delvis kom ned på leirig morene under utgraving for driftsbygningen, som ligger 150 m vestenfor.

3.4 Grunnvannsenkning

Grunnvannsenkingen under pumpeforsøket er kontrollert ved nivellement av vannspeilet i de tre observasjonsgropene og på vanddammen i det gamle massetaket. Målingene er vist i bilag 3.

Det er litt stor variasjon i målingene fra dag til dag. Vi antar at dette i første rekke skyldes at det var vanskelig å sette an nivellerstanga nøyaktig i vannspeilet, feil på noen få cm kan oppstå her. Stigning av vannstanden i grop 3 og 4 de første dagene forklares ved at gropene ikke kan ha vært fylt helt opp igjen til opprinnelig grunnvannstand før pumpeforsøket begynte. Stigning i vannstanden den 10. mars skyldes antagelig lett nedbør, men det har ellers vært stabilt tørt vær mens forsøket har pågått.

Målingene viser likevel at det er en langsom senking av grunnvannstanden i området, men uten at en er nådd en ny stasjonær situasjon på de tre ukene forsøket pågikk.

Den langsomme senkingen av grunnvannspeilet, sammen med de beskjedne vannmengder som er målt under pumping viser imidlertid at det ikke skal være vanskelig å lense den framtidige byggegropa for vann.

4. ANBEFALINGER

På grunnlag av de data som er kommet fram i grave-/pumpeforsøket samt i den tidligere grunnundersøkelsen, vil vi nedenfor gi endel råd for etablering av byggegrop og utførelse av fundamenteringen.

4.1 Skråningsutforming

Graveskråningen for byggegropa bør utformes i noenlunde likhet med skråningene i prøvegropa. Vi anbefaler derfor at det fra terreng og ned til kote 19,5 beskrives skråning 2:1, mens det under kote 19,5 brukes skråning 1:2. Fra skråningsfot til kant av konstruksjoner bør det være normal avstand ca 0,75 m for om nødvendig å gi noe plass til innsig av sand fra skråningen.

4.2 Vannlensing

For å holde bunnen av byggegropa tørr er det ønskelig å senke grunnvannet lokalt ca 0,5 m dypere enn graveplanet. Dette kan gjøres ved forskjellige metoder, og vi vil her beskrive en, basert på pumpebrønner.

Det benyttes 1 meters kumringer som graves ned 1 m under graveplanet. I bunnen av hullet legges et stykke fiberduk som kumringen settes oppå. Kummene fylles umiddelbart halveis opp (0,5 m) med pukk eller singel og pumpa settes ned på dette laget. I første omgang settes det ned en kum i hvert hjørne av byggegropa og en midt på hver langside, tilsammen 6 stk. Det må settes en pumpe i hver brønn, og pumping må pågå kontinuerlig.

Hvis dette ikke skulle være nok til å holde grunnvannsnivået under sålenivå må systemet utvides ved å fylle ut med flere pumpebrønner, men det kan også legges en dremsledning mellom pumpebrønnene, f.eks. av en pukkstreng innpakket i fiberduk. Strengen bør legges ca 0,5 m under sålenivå og tilslutning til kummene bør ordnes ved at kumringenes sider perforeres.

4.3 Fundamentering, enkeltfundamenter

Som en vil se av snittet gjennom prøvegropa i bilag 3 består grunnen på dette stedet av følgende jordarter regnet ovenfra og nedover:

- myrjord og torv
- ensgradert sand, noe humusholdig
- fin grus
- ensgradert sand

Grunnundersøkelsen som er gjort tidligere bekrefter også dette jordartsprofilet, og vi vil sannsynligvis finne igjen omtrent denne lagdelingen i hele den østre delen av byggegropa, selv om tykkelser og høyder på lagene vil variere.

Laget av myrjord/torv må fjernes helt.

Laget av humusholdig sand vil kunne gi setninger og må fjernes under alle fundamenter. Enkeltfundamentene må derfor føres ned til overgangen mellom dette laget og det 0,5 m tykke gruslaget, som i prøvegropa ligger i kote 19,8. Jordarten i bunnen av hver enkelt fundamentgrop må kontrolleres etter utgraving, og fundamentdybden må eventuelt justeres slik at fundamentet kommer ned på gruslaget.

I det gamle massetaket er terrenget i et lite område senket ned under kote 19,8. Fundamentene må her senkes for å komme ned i uforstyrret fast grunn og ikke legges på oppfylte masser.

4.4 Gulv på grunnen

Under gulv på grunnen er det sannsynligvis ikke nødvendig å fjerne hele det humusholdige sandlaget. En må imidlertid regne med å fjerne det som er mest forurensset, dvs. det som ligger nærmest opp til myrjordlaget. Vi vil anbefale at en regner med masseutskifting ned til kote 20,5, og at massene under dette nivået vurderes nærmere når de er avdekket.

Grus og ren sand fra byggegropa for kjelleren kan brukes ved oppfylling under gulvet. Ensgradert sand må ikke brukes høyere opp enn 0,4 m under underkant av gulvisolasjon. På de øvre 0,4 m må det brukes et godt drenerende og ikke telefarlig lag av sprengstein, pukk eller grov naturgrus. Til naturgrus stilles følgende krav:

- Finstoffinnhold, dvs. materiale $< 0,02$ mm må være mindre enn 2%, regnet av det materialet som går gjennom 19 mm-siktet.
- Graderingstallet $C_u = d_{60}/d_{10}$ skal være 10 eller større.
- Største steinstørrelse maks 150 mm.
- Ikke humusholdig.

Sand, grus eller pukk legges ut lagvis og komprimeres etter komprimeringsklasse 2 i NS 3420, kap F5 tabell 15.

Laget av humusholdig sand må ikke brukes til tilbakefylling inne i bygningen, men kan brukes utenfor hvis ikke andre hensyn krever bedre materialer.

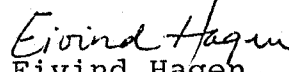
4.5 Eventuell drenering av kjelleren

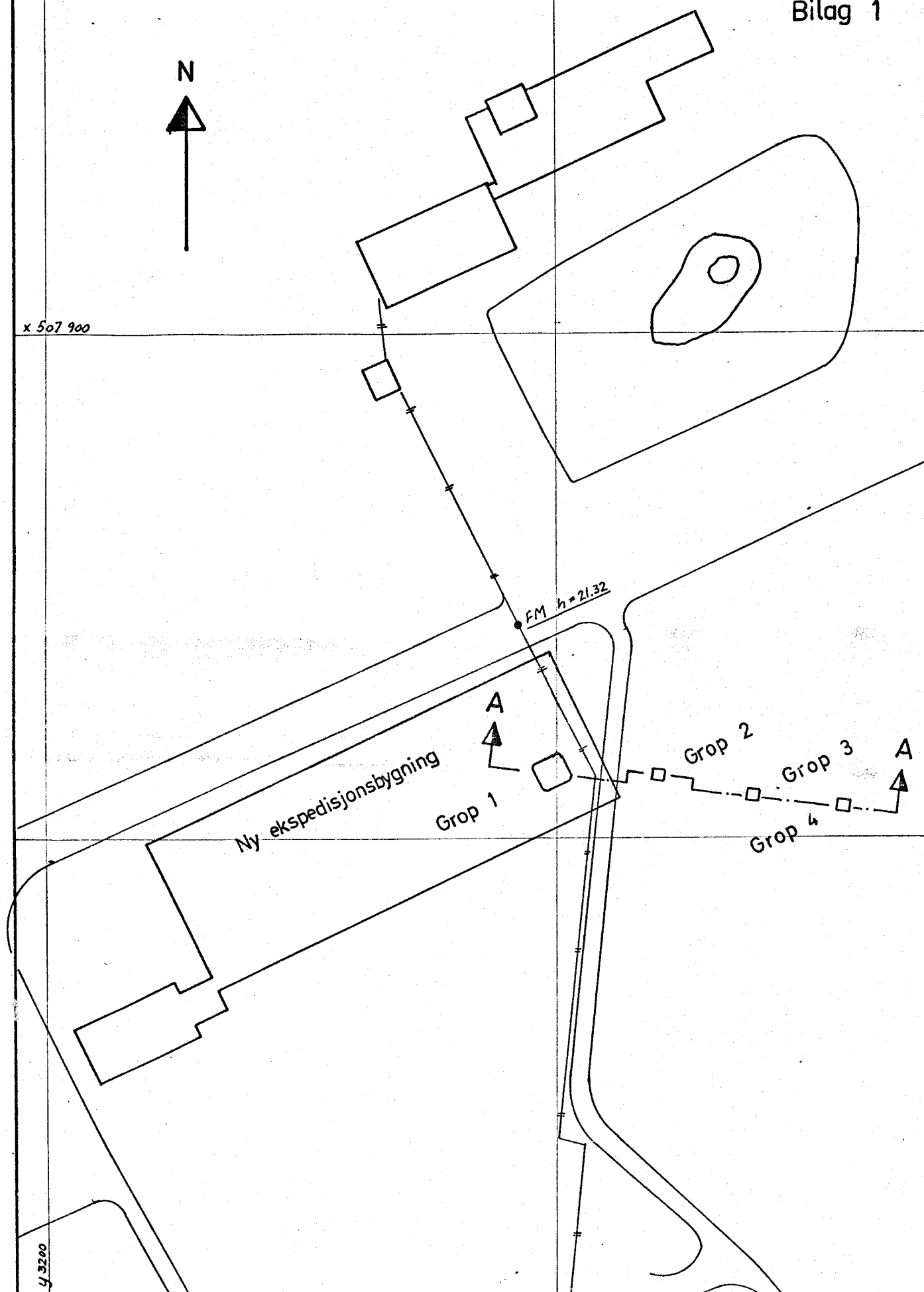
Pumpeforsøket viser at materialene i grunnen er mindre permable for vanngjennomstrømming enn det en tidligere har antatt. Dette vises ved at en greier å senke grunnvannet lokalt i prøvegropa uten at det umiddelbart synker til samme nivå over et større område.

Utfra dette mener vi at det vil være teknisk mulig å drenere kjelleren under gulvnivå slik at vanntett kjellerkonstruksjon med dobbelt gulv ikke nødvendigvis må bygges. Løsningen vil føre til en gradvis grunnvannssenkning over et større område, men vi kan ikke se at dette skulle kunne ha skadelige konsekvenser på annen bebyggelse med de grunnforholdene vi her har. Løsningen krever imidlertid et omfattende drens-anlegg.

Vi anbefaler prosjekteringsgruppen å vurdere spørsmålet.


Arvid Kielland


Eivind Hagen



ANLEGG Ålesund lufthavn-Vigra
BYGNING Nytt ekspedisjonsbygg

Grave- og pumpeforsøk

ARKIV NR.

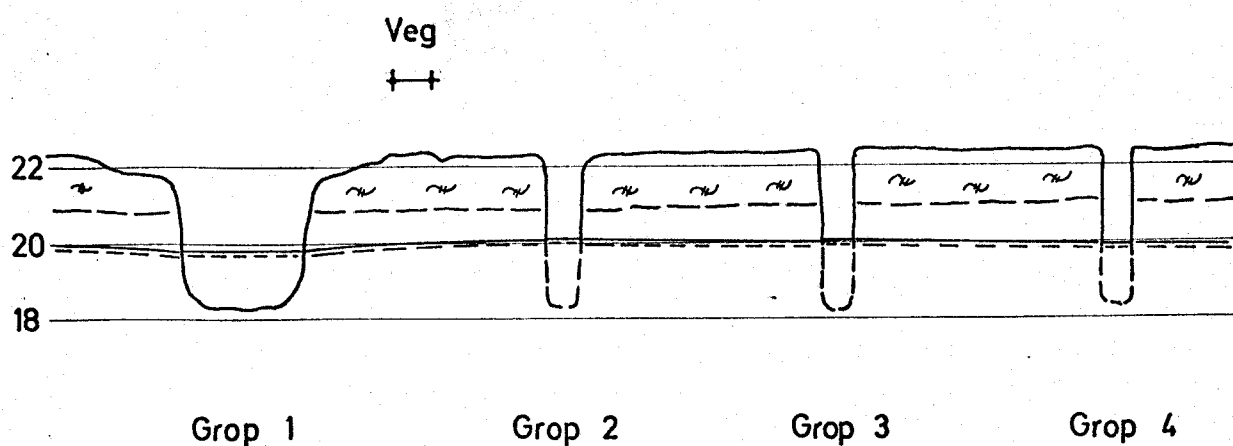
TEGNING NR.
P.L.

DATUM
17.3.82

MÅL: 1:1000

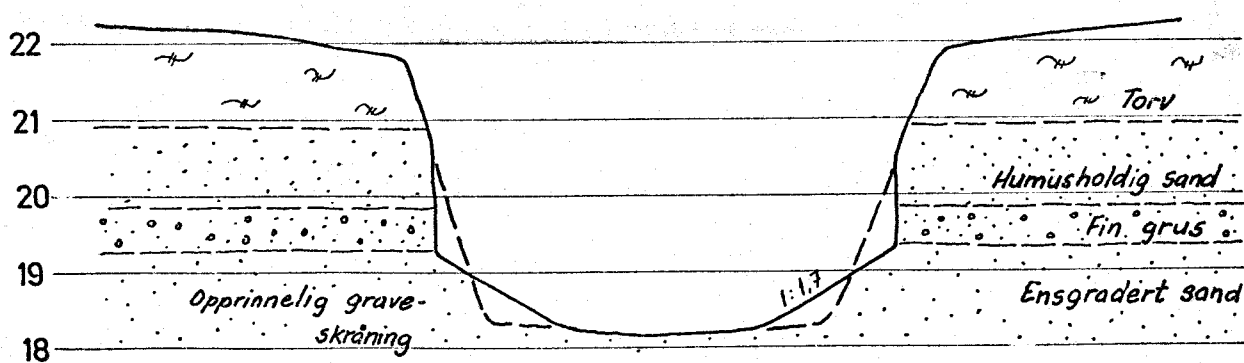
TEGNET AV E.H.

STATENS BYGGE- OG EIENDOMSDIREKTORAT



Snitt A-A (fra bilag 1)

Målestokk
Horisontalt 1:500 Vertikalt 1:200



Snitt gjennom grop 1

M = 1:100

ANLEGG Ålesund lufthavn Vigra
BYGNING Nytt ekspedisjonsbygg

Grave- og pumpeforsøk

ARKIV NR.

TEGNING NR.

DATUM 17.3.82

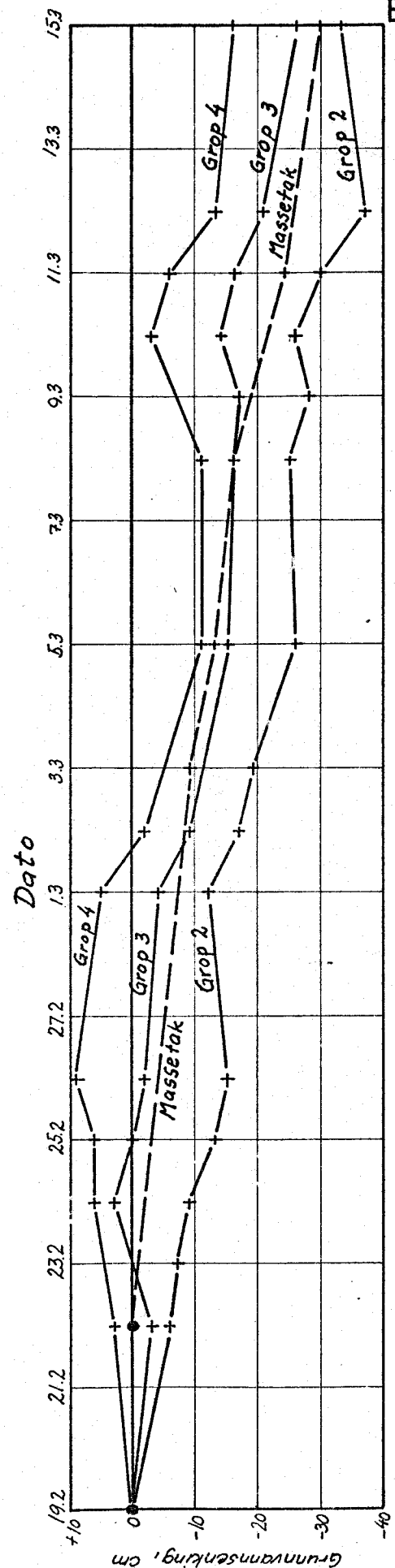
MAL:

TEGNET AV

EH

STATENS BYGGE- OG EIENDOMSDIREKTORAT

Kotehøyde for fritt vannspeil																			
Dato	Uke 8					Uke 9					Uke 10								
	19.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	8.3	9.3	10.3	11.3	12.3	15.3		
Grop 1	19.72		19.19	19.17			19.65				19.17	19.59			18.81		19.47		
Grop 2	20.06	20.00	19.99	19.97	19.93	19.91	19.94	19.89	19.87	-	19.80	19.81	19.78	19.80	19.76	19.69	19.73		
Grop 3	19.99	19.96	-	20.02	19.99	19.97	19.95	19.90	(19.94)	-	19.84	19.83	19.82	19.85	19.83	19.78	19.73		
Grop 4	19.84	19.87	-	19.90	19.90	19.93	19.89	19.82	(19.87)	-	19.73	19.73	19.74	19.81	19.78	19.71	19.68		
Massetak		20.12							20.03		19.99	19.96			19.88		19.82		



Grunnvannsenkning under pumpeforsøket

ANLEGG

Ålesund lufthavn Vigra

BYGNING

Nytt ekspedisjonsbygg

Grave - og pumpeforsøk

ARKIV NR.

TEGNING NR.

DATUM 17.3.82

MÅL:

TEGNET AV

EH

STATENS BYGGE- OG EIENDOMSDIREKTORAT