

| | | | |
|-----------------------|--|--|--|
| Fagområde: | Geoteknikk | | |
| Stikkord: | Supplerende grunnundersøkelser Fundamenterings- og gravearbeider Resultat av undersøkelser | | |
| Oppdragsnr.: | 1 2 0 5 4 | | |
| Rapportnr.: | 1 | | |
| Oppdrags- giver: | BRYGGEN A/S | | |
| Oppdrag/ rapport: | SAS ROYAL HOTEL, BERGEN ----- GRUNNUNDERSØKELSER. GEOTEKNISK VURDERING FORPROSJEKT | | |
| Dato: | 27.april 1974 | | |
| Rapport-utdrag: | | | |
| Land/Fylke: Hordaland | Oppdragsansvarlig: T.F.Barbo | | |
| Kommune: Bergen | Saksbehandler: Ola Bruskeland/ikl | | |
| Sted: Bryggen | | | |
| Kartblad: 1115 I | UTM-koordinater: 32V 2975 67015 | | |



1 2 0 5 4

BRYGGEN A/S

SAS ROYAL HOTEL, BERGEN.

GRUNNUNDERSØKELSER. GEOTEKNISK VURDERING
FORPROSJEKT.

27.4.1974

NOTEBYInnhold:

| | |
|----------------------------------|--------|
| A. INNLEDNING | Side 3 |
| B. UTFØRTE UNDERSØKELSER | " 3 |
| C. TOMTENS FORHISTORIE. NABOBYGG | " 4 |
| D. GRUNNFORHOLD | " 5 |
| E. FUNDAMENTERING | " 8 |
| F. UTGRAVING | " 10 |
| G. DRENASJE | " 13 |

Tegninger:

| | | |
|-----------|---------------------|---------------|
| 12054 - 0 | Kart | |
| - 1 | Borplan | (løs i lomme) |
| - 2 | Fjellkotecart | (løs i lomme) |
| -10 | Prøveserie IV | |
| -41 | Kornfordeling | |
| -100 | Profil Akse 254-246 | |
| -101 | " 242-234 | |
| -102 | " 230-222 | |
| -103 | " 218-210 | |
| -104 | " 206-202 | |
| -105 | Profil A-A og B-B | |
| -106 | " C-C og D-D | |
| -107 | Arkeologisk profil | |
| 4000 - 1 | Geoteknisk bilag | |
| - 02 | " | |

Overing.: T.F. Barbo.

Saksbehandler: O. Bruskeland/ikl.

NOTEBY

A. INNLEDNING.

Bryggen A/S planlegger å oppføre et hotellbygg på branntomten mellom den bestående tyskebryggen og Dreggsalmenningen. Etter de foreliggende planer får bygget en grunnflate på ca. 5.5 da, med opp til 5 etasjer over terreng og 1 kjelleretasje.

Arkitekter er Arkitektene Aall og Løkeland, og Sivilingeniør Bjarne Instanes er rådgivende ingeniør i byggeteknikk. Vårt firma er engasjert som rådgivende ingeniører i geoteknikk.

I 1971 foretok vi en større grunnundersøkelse i området og utredet fundamenterings- og utgravingsforholdene ved flere alternative utnyttelser av tomten i vår rapport nr. 7076 "Bryggen, Bergen. Grunnundersøkelser. Grunnforhold. Geoteknisk vurdering", datert 9.juni 1971. På en del av det da undersøkte området oppføres nå Bryggens Museum.

For det aktuelle prosjekt har vi i år utført en supplerende grunnundersøkelse for primært å bestemme dybdene til fjell på selve hotelltomten.

Den foreliggende rapport inneholder resultatene av samtlige undersøkelser og en nærmere utredning vedrørende fundamenterings- og gravearbeidene for prosjektet. Det viser seg at forholdene bør klarlegges nærmere ved graveforsøk og prøvepeling.

B. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

Ved den første undersøkelsen i mars/april 1971 ble dybdene til fjell bestemt med fjellkontrollboringsutstyr i ialt 42 punkter. Det ble videre foretatt en rekke ramboringer for orientering om løsmassenes art og relative lagringsfasthet samt tatt opp 3 prøveserier med 54 mm prøvetaker for laboratoriebestemmelse av grunnens geotekniske data.

Den supplerende undersøkelsen for det aktuelle prosjekt ble utført i februar/mars 1974. Dybdene til fjell er bestemt med fjellkontrollboringsutstyr i ytterligere 30 punkter, og ved hjelp av ramborutstyr i 3 punkter. Det er videre tatt opp 1 prøveserie med 54 mm prøvetaker samt gravet

NOTEBY

1 prøvesjakt for observasjon av grunnvannsforholdene.

Det er foretatt en profilering av tomten etter et koordinatbestemt aksesystem.

Vi har videre innhentet nærmere opplysninger og erfaringer om grunnforholdene høstet ved de omfattende arkeologiske utgravingene på tomten fra 1955 og til i dag.

Grunnet de arkeologiske utgravingene samt arbeidene med Bryggens Museum har tomten ved begge undersøkelsene vært tildels vanskelig å trafikkere med borutstyr, og borpunktenes plassering er for en stor del blitt diktert av disse forhold.

Det vises til rapportens geotekniske bilag 4000-1 og -2 for beskrivelse av utstyr og undersøkelsesmetoder samt forklaring av opptegningen.

C. TOMTENS FORHISTORIE. NABOBYGG.

Omfanget av de arkeologiske utgravinger fremgår av borplanen, tegning nr. 12054-1.

Innenfor tomten for det aktuelle prosjekt er utgravinger foretatt over et areal på hele 3.5 da. Generelt er utgravingene søkt ført gjennom kulturlagene og ned mot opprinnelig terreng eller sjøbunn. På de dypeste partier mot Bredsgården ble det gravet helt ned til 8 m under terreng, dvs. kote -6.0.

Utgravingene har lokalisert den opprinnelige strandlinje til den nordre del av tomten nær akse 210. Det er her funnet bygningsrester som tidsmessig er ført tilbake til 1100-tallet.

Området er blitt utfylt gjennom århundrer, og bebyggelsen som brant i 1955 samt den resterende del av Bryggen øst for tomten fikk sin næværende form i begynnelsen av 1700-tallet.

Bugården og Bredsgården synes å være fundamentert på dype bolverk.

NOTEBY

Inne på tomten ligger det i dag et bryggemuseum i en provisorisk trebygning. Mellom bryggemuseet og Bryggen er det en bruktbilforhandler og dessuten to eldre hus med forretninger mot Bryggen.

I den sydlige del av Dreggsalmenningen på hjørnet mot Bryggen ligger administrasjonsbygningen til Det Nordenfjeldske Dampskibsselskap. Dette er en murbygning i ca. 5 etasjer som er oppført like før første verdenskrig. Det er opplyst at bygget skal være fundamentert på fjell.

Videre oppover Dreggsalmenningen er den eldre bebyggelse nå revet, og nye bygg er under oppførelse. På østsiden mot det prosjekterte hotellet bygges Bryggens Museum som fundamenteres til fjell. Tomten er i sin helhet gravet ut innenfor en stålsputtvegg forankret med skråstag til fjell.

St. Mariakirken er opprinnelig oppført på 1100-tallet, og er ombygget og påbygget en rekke ganger opp gjennom tidene. Kirken er fundamentert direkte på grunnen på såler.

Schøtstuene er oppført i tre i den samme tidsepoke som Bryggen forøvrig.

Kaien mot Vågen er oppført i sin nåværende form like før århundreskiftet. Vi har fått opplyst at det er en blokkmurskai med fri vanndybde 5-6 m.

I Dreggsalmenningen og Bryggen ligger det offentlige ledninger og kabler.

D. GRUNNFORHOLD.

Samtlige utførte boringer fremgår av borplanen, tegning nr. 12054-1. Resultatet av undersøkelsene fremgår videre i profil på tegning nr. 12054-100 til -106.

Grunnet de arkeologiske undersøkelsene som fremdeles pågår samt oppførelsen av Bryggens Museum, har terrenget vært avgravet siden 1971. Borplanens terrengkoter for boringer utført ved den første undersøkelsen vil derfor ikke alltid stemme med profilene.

NOTEBY

Terrenget på tomten varierer stort sett fra ca. kote +2.0 ved foten av arkeologens graveskråninger mot Schøtstuene til ca. kote +1.0 mot Bryggen. Innenfor de utgravede feltene ligger terrenget delvis noe under kote 0. Disse partiene var vannfylte ved profileringen. Dybdene er ikke sikkert bestemt, men antas å variere mellom kote -0.5 og -1.0.

Utenfor tomten stiger terrenget til mellom kote 6.0 og 7.0 foran Schøtstuene. Videre stiger terrenget noe fra Bryggen og frem til den nåværende kaifront.

Fjellets beliggenhet fremgår av det orienterende fjellkotecart, tegning nr. 12054-2 som er fremkommet ved interpolasjon mellom fjellkoten i de avmerkede borpunkter. Kartet viser at fjelloverflaten i store trekk faller fra ca. kote -1.0 ved Schøtstuene til ca. kote -15.0 i et renneformet lavparti syd i tomten, for så å stige igjen videre mot sjøen. Spesielt i vest mot Dreggsalmenningen der boringene ligger spredt, må det ventes lokale avvik fra kartet, og det kan forekomme vertikale sprang i fjelloverflaten.

Fjellet i området er grønnstein. På grunnlag av målt synk i fjell under fjellkontrollboringene synes fjellet jevnt over å være lite forvitret i overflaten. Dette bekreftes av erfaringene fra grunnarbeidene for Bryggens Museum der fjellet stort sett har vært fast og friskt.

Mellom den gamle strandlinjen og muren foran Schøtstuene ligger nå opprinnelig terreng stedvis i dagen. De arkeologiske utgravinger sommeren 1974 vil utvide dette partiet mot øst. Opprinnelig sjøbunn faller av sydover mot Bryggen hvor overgangen til naturlig grunn på det dypeste er påvist på ca. 10 m dybde på kote -9.0 i prøveserie IV. Kfr. tegning nr. 12054-10.

Fyllingens mektighet er ellers vanskelig å avgjøre nøyaktig på grunnlag av sonderboringene. Gjennomgående består de øvre 3 til 9 m av løst lagrede masser med tildels betydelige mengder massivt tømmer. Prøvene viser at fyllmassene er meget kompressible med et vanninnhold varierende fra 50 til 230 % og et betydelig innhold av organisk materiale i det massene har et glødetap på mellom 33 og 270 %.

Under fyllingen består grunnen hovedsakelig av løst lagrede og relativt

NOTEBY

kompressible sandmasser til fjell. Prøvene viser tildels relativt høye vanninnhold varierende fra 12 til 27 % og høy porøsitet. Enkelte steder er det påvist et tynt morenelag mot fjell. I de øvre deler av tomten mot Schøtstuene er det et noe mektigere lag av grusig morene med en del stein. Typiske kornfordelingskurver for massene fremgår av tegning nr. 12054-41.

Forholdene i fyllingen fremgår godt av de arkeologiske undersøkelser. I det utgravede området bestod grunnen over den opprinnelige sjøbunnen av bolverkskaier og bygningsfundamenter som vist på den arkeologiske snittegningen nr. 12054-107. Snittet er rent orienterende og ikke komplett med hensyn til omfanget av bolverket i grunnen. Tømmerkistene er fylt med brannrester, enkelte større stein, og sand og grusmasser med et stort innhold av treflis, torv, nøtter, lærrester etc. Noe utenfor den opprinnelige strandlinje er det påtruffet mindre steinkister, men denne konstruksjonsform synes ikke å ha vært benyttet lengre ute.

Ved utgravningen ble bolverket fjernet, men en del er senere benyttet ved tilbakefylling sammen med andre gravemasser slik at grunnen i det utgravede området fremdeles inneholder en del tømmer, men uten den systematiske oppbygging som vist på tegningen. Denne ventes imidlertid å være representativ for forholdene i feltet som ikke er undersøkt arkeologisk samt for fundamenteringen av den gjennstående del av bebyggelsen langs Bryggen.

Foran den gamle bebyggelsen har det vært en kai, men om kaikonstruksjonen er lik bolverkene under bygningene vites ikke.

Det er ikke nedsatt grunnvannstandsmålere på tomten. Ved den siste undersøkelsen ble vannstanden i enkelte borhull og oppgravede partier samt prøvesjakten i akse 254 observert på kote 0.1 til 0.4. Grunnvannsnivået må ventes å variere med årstid og nedbørsforhold. Det kan være betydelig tilsig fra høyereliggende områder utenfor tomten. Årlig maks. springflo varierer fra kote 1.0 til 1.3.

Permabilitetsforholdene er noe usikre. Bortsett fra i nedbørsrike perioder skal det ikke ha vært spesielle vansker med å holde de arkeologiske utgravningene tørre ved hjelp av monopumper. På de ytterste partier, kote -6.0, oppstod betydelig vanninnsig og begynnende hydraulisk grunnbrudd ved forsøk på dypere sjakting ned til de naturlige sandmasser.

NOTEBY

Utgravingen var da ført frem til 70 til 60 m fra eksisterende kaifront.

Prøvesjakten i akse 254 ca. 42 m fra kaifronten, ble ført til 3.7 m dybde, dvs. kote -2.7. Det viste seg av sjakten ble gravet midt i et gammelt bolverk med tømmer på alle sider og det var ikke praktisk mulig å grave dypere. Vanninnsiget ble målt til maks. ca. 600 l/time. Det var ikke tegn til direkte kommunikasjon med sjøen. På grunn av eiendoms- og plassforholdene på tomten var det ikke mulig å grave flere sjakter for å få bedre bilde av forholdene.

I alle borhull samt prøvesjakten merket man at det foregår en tildels betydelig gassutvikling i fyllmassene.

E. FUNDAMENTERING.

Det prosjekterte bygg er på maks. 5 etasjer og kjeller. Fundamentlastene er av størrelsesorden maks. 300 Mp. Overkant kjellergulv varierer fra kote -0.4 midt i bygget til kote -1.4 mot Bryggen i syd og mot Schøtstuene i nord. En må regne med et gravenivå ca. 1.2 m dypere.

På grunn av grunnens beskaffenhet må bygget i sin helhet fundamenteres til fjell.

Ved akse 202 vil hjørnene av bygget kunne settes direkte på utsprengt fjell. Mellom akse 202 og ca. akse 214 der løsmassedybden fra graveplanum er mindre enn 4 m, vil vi anbefale bruk av sjaktede pilarer. For resten av bygget vil vi anbefale bruk av rammede peler. Maks. pelengde antas å bli ca. 13 m under graveplanum.

Spesielt i området som ikke har vært gjennstand for arkeologiske undersøkelser må det ventes vanskelig rammeforhold p.g.a. bolverket i grunnen. Av samme grunn kan det ved pelerammingen oppstå betydelige vibrasjoner i grunnen.

Den mest aktuelle peletype antas å være spesielt bøyestive, prefabrikerte skjøtbare betongpeler med tverrsnitt ca. 600 til 900 cm². Stålpeler av kraftige bjelkeprofiler er også egnet og kan ha bedre rammeegenskaper der det er mye bolverk. En må regne med fordoring med en meiselformet ståldor i vanskelige områder.

NOTEBY

For å belyse rammeforholdene nærmere bør det foretas en prøvepeling med de aktuelle peletyper. Pelene bør ha inspeksjonskanaler for kontroll av rettheten og evt. skader etter ramming.

Pelingen må utføres med min. 4 Mp fallodd og til doren må det disponeres et kraftig opptrekslodd. Pelene skal ha fjellspiss av herdet stål og rammingen utføres etter en nærmere oppsatt instruks. Forutsatt en kontrollert utførelse av arbeidene kan en foreløpig regne med å kunne belaste betongpeler av tverrsnitt 600 og 900 cm² med henholdsvis 75 og 100 Mp. Skulle det vise seg ønskelig med bruk av stålpeler må korrosjonsproblemene vurderes nærmere.

Vi antar at pelearbeidet kan utføres fra avgravet nivå ved hjelp av et kraftig bærelag av grus eller pukk kombinert med kjørelemmer. Dette forhold bør også undersøkes nærmere ved prøvepelingen. Kfr. forøvrig avsnitt F, Utgraving.

Pilarsjaktene må forutsettes utført innenfor avstivede vegger av spunt, stålrør eller kumringer nedsatt i takt med gravingen. En må regne med vann-tilsig fra permeable lag og spesielt i de underliggende sandmasser mot fjell. Det kan bli nødvendig å utføre støpingen som dykket rørstøp i vannfylt sjakt. Der fjellet skulle vise seg brattere enn 1:2 må en regne med sprengning av pilarfot.

For fundamentvegger og pilarer kan en foreløpig regne med et tillatt grunntrykk mot fjell på 60 kp/cm². Det forutsettes at det renskes til friskt, fast (klink) fjell.

Fra Dreggsalmenningen skal det etableres en nedkjørsel til hotellets garasjeanlegg. Nedkjørslen bør dimensjoneres for en grunnvannstand tilsvarende springflo kote +1.3 som vil gi betydelig løftettrykk. Oppløftsforankring til fjell regnes å kunne unngås ved å gi konstruksjonen særlig tyngde.

NOTE BY

F. UTGRAVING.

Som det fremgår av tegningene er avstanden fra prosjektert byggelinje til eksisterende bebyggelse og gater liten. Det skal graves helt inn til Bryggens Museum (eksisterende spunt fjernes) og videre etableres en nedkjørsel fra Dreggsalmenningen i området foran muséet.

Det må regnes med gravenivå ca. 1.2 m under o.k. kjellergulv, dvs. ca. kote -1.6 i de sentrale deler av tomten og kote -2.6 mot Bryggen og Schøtstuene. Dette gir en skjæringshøyde på 3.5 til 4 m mot Bryggen og 8-9 m mot Schøtstuene. Videre ligger gravenivået opptil ca. 3 m under normal grunnvannstand. Mot nord skal det graves under opprinnelig terreng og midre deler av bygget kommer her på noe nedsprenget fjell. Syd for ca. akse 210 ligger graveplanet i sin helhet i oppfylte masser.

Skjæringen mot nord og den øvre del av østskjæringen til akse 210 må utføres vertikalt av hensyn til plassforholdene. Før gravingen må det derfor rammes stålsputt til fjell fra nåværende nivå. Spunten fordybles i foten og forankres med strekkstag til fjell utenfor tomten. For å få en tett vegg mot fjellet må det velges et robust spuntprofil som ikke deformeres ved rammingen gjennom morenen. Det kan foreløpig regnes med 2 stagnivåer.

På dette partiet skal det sprenges foran spuntfoten. Spunten må ikke plasseres nærmere skjæringslinjen enn 0.5 m. Før sprengningen sikres spuntfoten med skråbolter. Sprengningen må utføres etter en nærmere utarbeidet plan.

I øst går bolverksfundamentene til den gamle bebyggelsen tildels vesentlig dypere enn prosjektert gravenivå. På et parti ved akse 210 skal det imidlertid trolig graves dypere enn Bredsgårdens fundamenter.

De tidligere utførte arkeologiske utgravinger mot Bredsgården viser at det seksjonsvis er mulig å grave uten avstivninger til betydelig dybde mot fundamentene. P.g.a. grunnvannsenkingen og utvasking av masser førte imidlertid utgravningene til store og skadelige setninger på bebyggelsen. Selv om det prosjekterte gravenivå i de midtre deler av tomten ligger høyere enn de dypeste tidligere utgravinger, bør en

NOTEBY

nå sikre mot slike skader ved å ramme tett stålsput i hele skjæringslinjen mot øst.

Spunten avsluttes mot fjell eller kote -8.0 der fjellet ligger dypere. Fra akse 210 til 218 benyttes stagforankring til fjell. Videre til Bryggen avstives spunten trolig best innover i gropen, f.eks. mot pelegrupper eller spesielt støpte "reaksjonsklosser" i grunnen. En kan forutsette stiverne lagt på graveplanet. Systemet må vurderes nærmere sammen med fremdriftsplanene for fundamenterings- og gravearbeidene. Ønsker en å benytte stagforankringer til fjell på det dypeste partiene må stagene bores gjennom de gamle bolverksfundamentene. Enkelte spuntåler må videre føres til fjell eller spunten henges opp til fjell for å ta opp stagkreftenes vertikalkomponenter.

På hele partiet fra akse 210 til 242 der bolverket tidligere skal være fjernet, venter en ikke å treffe tømmer som har forbindelse med Bredsgårdens fundamenter. Spuntingen kan likevel gi kraftige vibrasjoner i grunnen og må utføres med forsiktighet. Langs Bugården ventes det vanskelige rammeforhold p.g.a. bolverk i grunnen. For å unngå skader på bygningen må en regne med forgraving og fjerning av tømmer. Viser grunnen seg lite permeabel kan spuntingen her evt. utføres fra utgravet nivå.

Mot Bryggen er avstanden til sjøen fra prosjektert kjellervegg ca. 40 m, og bare ca. 20 m i tomtens sydvestre hjørne. Gravelinjen ligger foran fronten av den tidligere bebyggelsen, men grunnen inneholder sannsynligvis omfattende bolverk fra gamle kaikonstruksjoner.

Valg av utførelsesmetode er avhengig av de endelige plassforhold mot gaten og grunnvannsforholdene. Gropen må sikres mot en springflo på kote +1.3.

Vi kjenner ikke til om grunnen er tett nok til å kunne tillate graving i åpen skjæring eller om det er mulig å ramme spunt uten omfattende forgraving og fjerning av tømmer. For den endelige prosjektering av arbeidene må grunnvannsforholdene klarlegges ved prøvegraving av sjakter til min. kote -3.0. Gravingen bør foretas i forbindelse med den anbefalte prøvepelingen slik at en også kan få undersøkt rammeforholdene for stålsput. Prøvegravingen kan ikke utføres før de offentlige

ledninger og kabler mot tomten er omlagt.

Vi vil anbefale at en foreløpig regner det nødvendig med ramming av stålsput for hele skjæringen mot Bryggen og til akse 246 i vest. Av hensyn til risiko for hydraulisk grunnbrudd bør spunt føres min. 3 m under bunn utgraving. Med denne rammedybde vil det kreves 2 avstivningsnivåer. Øverste avstivning kan trolig utføres ved hjelp av forankringer utenfor tomten, f.eks. wirestag til det gamle skinnelegemet i gaten. Nederste stiver føres innover i gropen mot ferdig støpte konstruksjoner. Dette vil betinge utgravinger i seksjoner og vil binde fremdriften av bygget. Overslagsberegninger viser at det ved å ramme spunt til kote -9.0 ikke vil være påkrevet med det nedre stiverlaget. En må da benytte kraftig spunt med motstandsmoment $W_x \geq 2500 \text{ cm}^3/\text{m}$.

I den vestre delen av tomten, utenfor det tidligere bebyggede området, kjenner vi ikke omfanget av gravearbeidene i detalj. Behovet for bruk av spunt må her igjen sees i sammenheng med de disponible areal mot gaten og grunnvannsforholdene, og må endelig vurderes på grunnlag av prøvesjaktingen. Erfaringene fra Bryggens Museum tyder imidlertid på at den nordre delen av området kan graves ut åpent.

Det vil være behov for utstrakt bruk av pumper for å holde byggegropen tørr ved utførelsen av arbeidene. Det må etableres avskjærende dren langs skjæringsfoten i nord. Det kan her videre ventes et betydelig tilslag av overvann som bør avskjæres utenfor tomten. Ved utgraving i åpen skjæring må det ved foten av graveskråningene etableres avskjærende drengrofter med avløp til pumpesumper. Grøftene fylles med fritt drenerende masser som grov grus eller pukk. For å hindre utvasking kan det videre bli behov for erosjonsbeskyttelse med grus av graveskråningene under grunnvannstanden, samt med et belte av filtergrus langs foten av skråningene dersom tendenser til hydraulisk koking skulle oppstå.

Utgravingen av tomten bør foretas med bakgraver fra nåværende terreng. Bruk av lemmer kan bli nødvendig. For å kunne trafikere graveplanet med tyngre maskinelt utstyr må en regne med bruk av et ca. 50 cm tykt bærelag av grus eller pukk som avrettes og gis en påstøp av magerbetong før selve gulvet støpes direkte på grunnen.

For å unngå unødig oppriving av åpne skjæringer og skader på konstruksjoner

NOTEBY

utenfor tomten må tømmer i endelige skjæringslinjer kappes og ikke rives løs. Slik kapping av tømmer må forutsettes ved forgraving for spunting og peling.

Før arbeidene tar til bør det foretas en besiktelse med beskrivelse av nabobebyggelsen. Dessuten bør det settes inn nivellementsbolter i de gamle nabobyggene i god tid før byggearbeidene settes i gang, for regelmessige setningsmålinger i byggetiden.

G. DRENASJE.

Kjellergulvenes overkant kote -0.4 og -1.4 blir liggende fra 1 til 2 m under dagens grunnvannstand. Fremtidig utvendig drenasje må legges så høyt som mulig for å unngå uttørking og forråtnelse av de gamle nabobygningers fundamenter. Kjelleren må derfor utføres vanntett. Gulvet bygges opp av en konstruktiv bunnplate med overliggende drencslag og armert dekke. Gulvets drencslag bør utføres med finpukk. På grunn av den sterke gassutviklingen i fyllmassene under bygget bør drencslaget luftes for å hindre dårlig lukt. Drencvannet føres til pumpekummer.

Ut fra de fremtidige terreng og drencjeforholdene i passasjen mot Bredsgården må en spesielt vurdere faren for råteskader og behovet for omfundamentering av denne bygningen.

NOTEBY
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S



T.F. Barbo.


O. Bruskeland.

NOTEBYNORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S

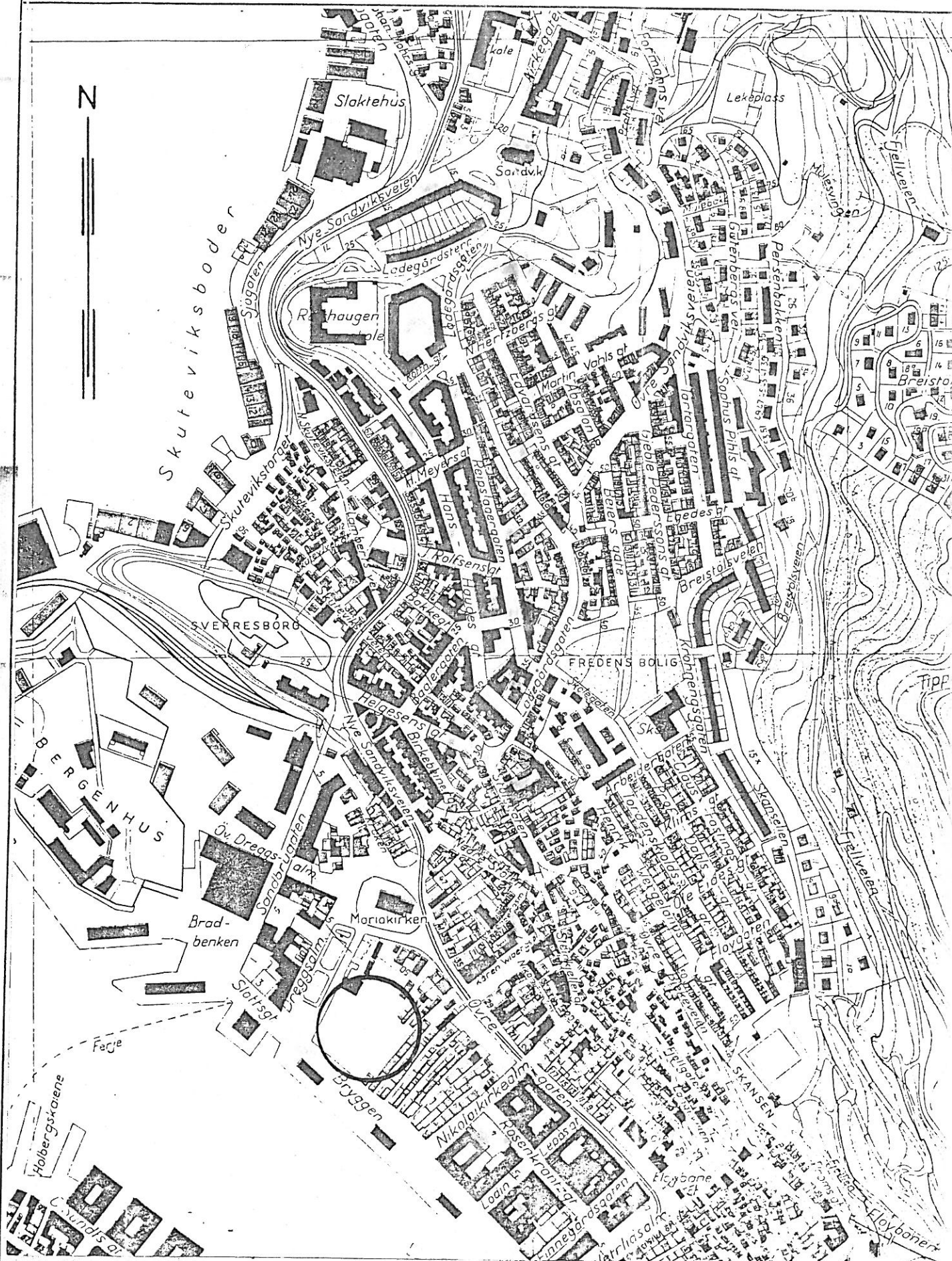
SAK:

BRYGGEN BERGEN

SIDE:

ANG.:

OVERSIKTSKART



BEREGN.

KONTR.

TEGNET

DATO

24. 4. 74

MÅL

1: 5000

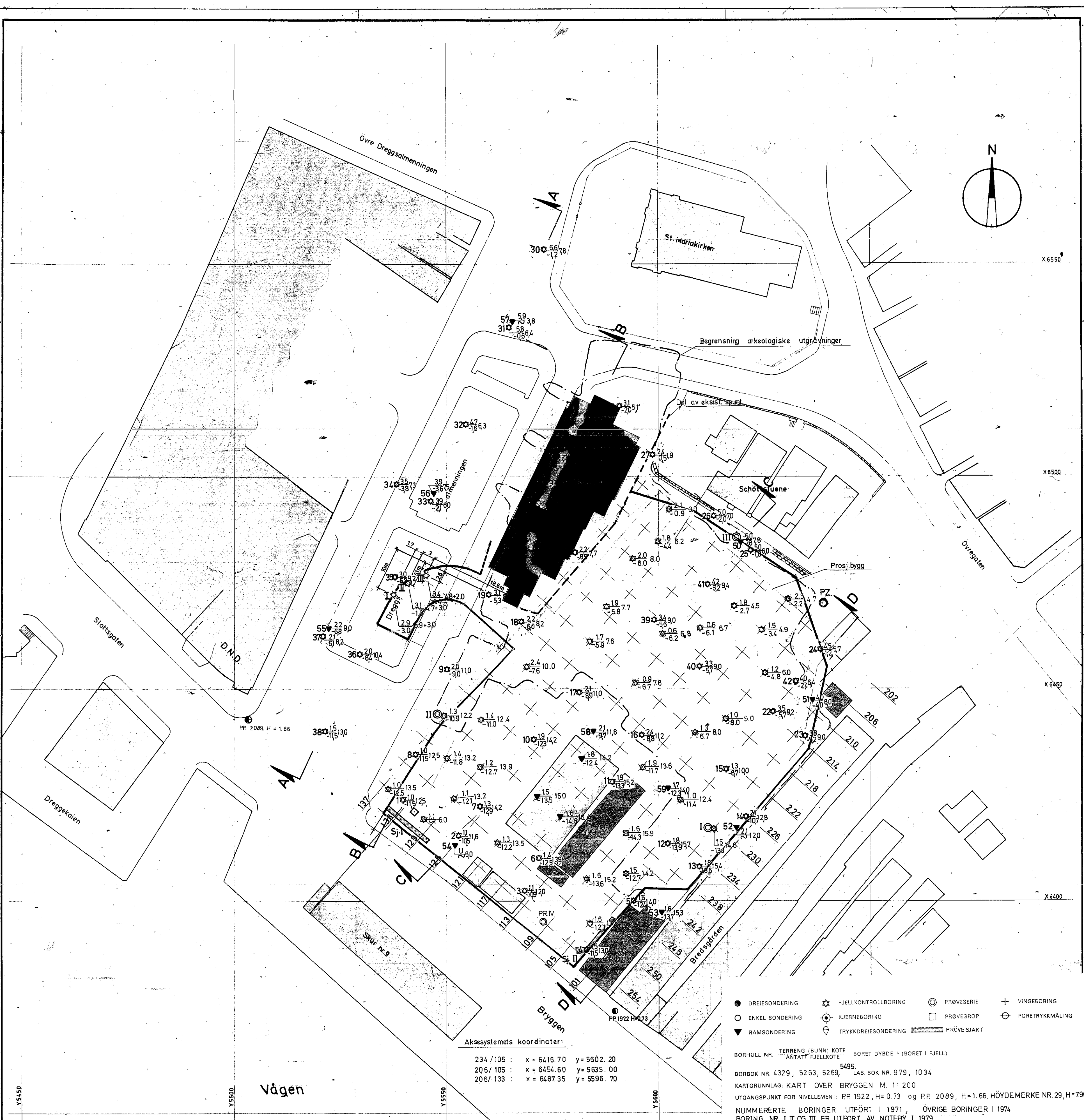
SAK NR

12054

TEGN. NR.

0

REV.



Akssesystemets koordinater:
234 / 105 : x = 6416.70 y = 5602.20
206 / 105 : x = 6454.60 y = 5635.00
206 / 133 : x = 6487.35 y = 5596.70

● DREIESONDERING ☆ FJELLKONTROLLBORING ⊙ PRØVESERIE + VINGEBORING
○ ENKEL SONDERING ⊕ KJERNEBORING □ PRØVEGROP ⊗ PORETRYKKMÅLING
▼ RAMSONDERING ⊕ TRYKKDREIESONDERING ▬ PRØVESIAKT

BORHULL NR. TERRENG (BUNN) KOTE BORET DYBDE + (BORET I FJELL)
ANTATT FJELLKOTE 5495

BORBOX NR. 4329, 5263, 5269, LAB. BOX NR. 979, 1034

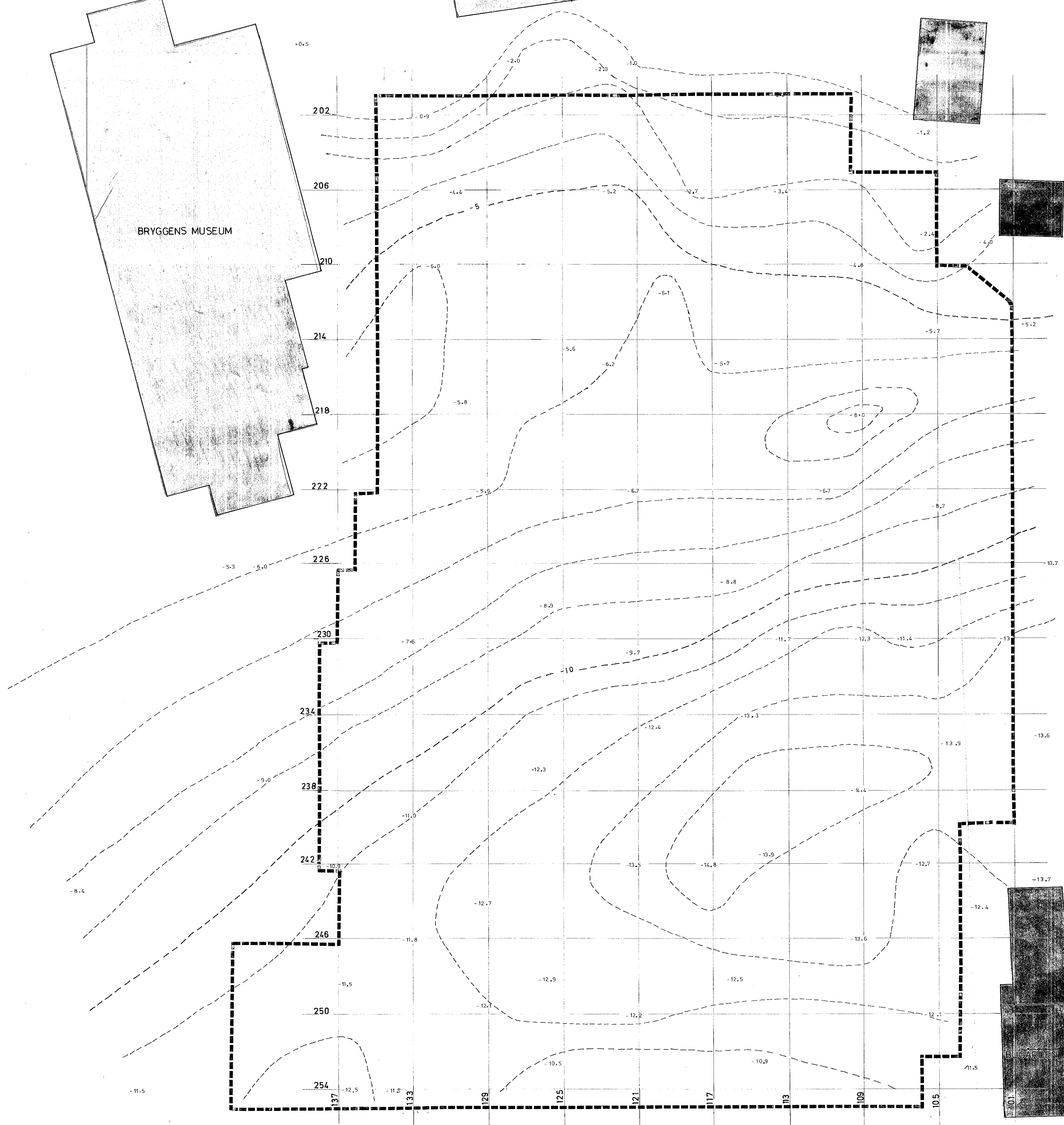
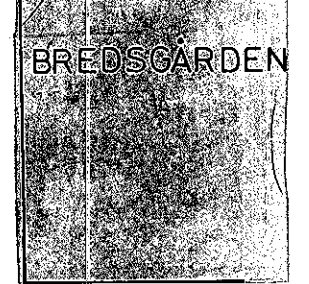
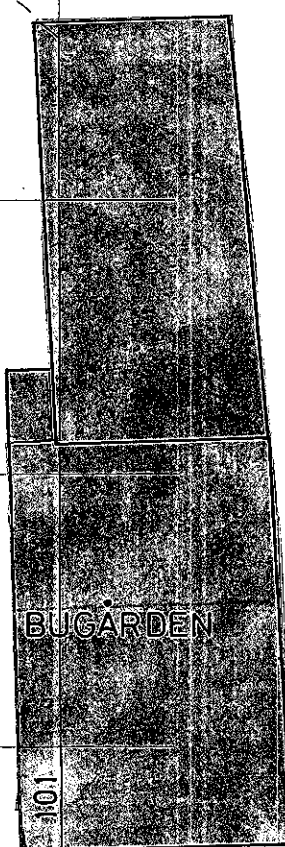
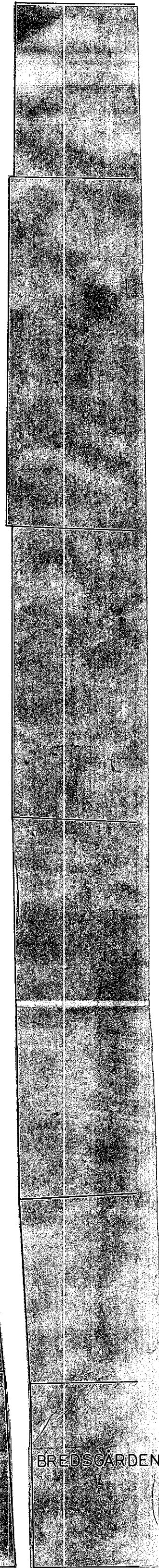
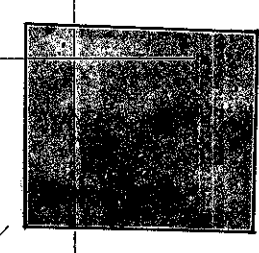
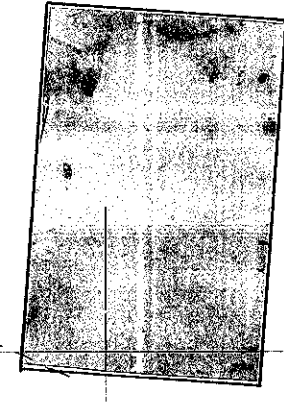
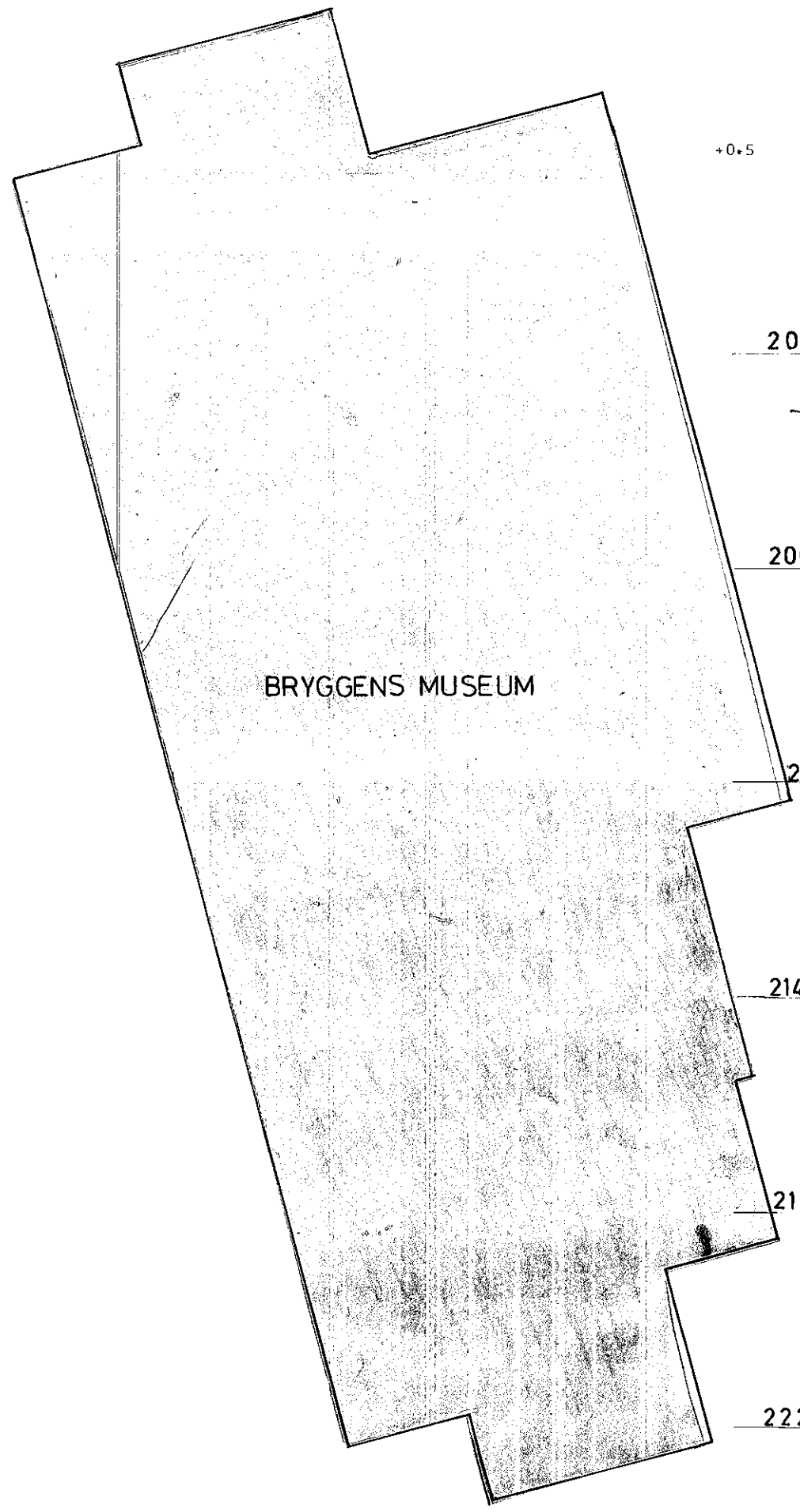
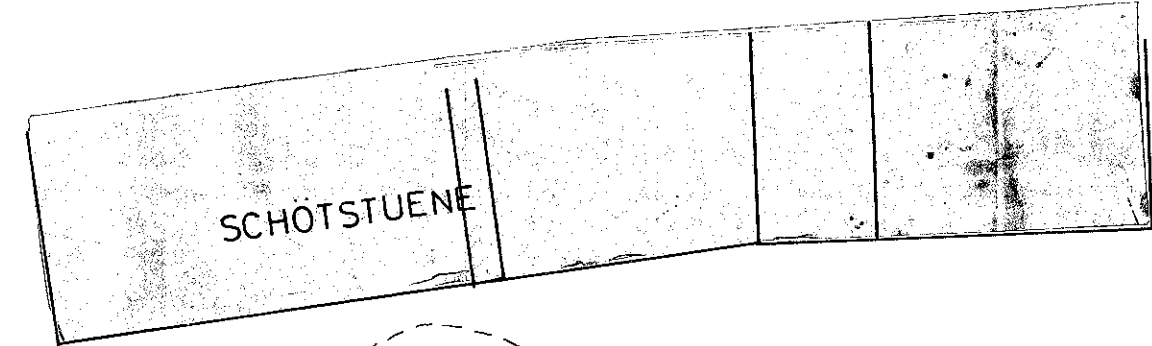
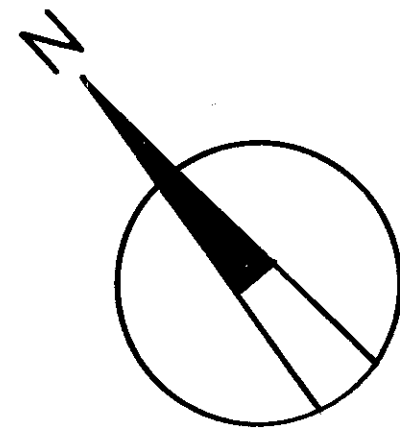
KARTGRUNNLAG: KART OVER BRYGGEN M. 1: 200

UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: PP 1922, H=0.73 og P.P. 2089, H=1.66, HÖYDEMERKE NR. 29, H=790.

NUMMERERTE BORINGER UTFÖRT I 1971, ÖVRIGE BORINGER I 1974

BORING NR. I, II OG III ER UTFÖRT AV NOTEBY I 1979.

| | | | | | |
|--------|----------|---------|-------------------------|-----------|------|
| C | M | 13.7.79 | BORPLAN | | |
| b | 2.9.74. | | BRYGGEN A/S | | |
| a | 7.6.74 | | SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | |
| REV. | SIGN. | DATO | | | |
| TEGNET | 24/4.74. | | | | |
| KONTR. | O. 27. | | | | |
| MÅL | 1: 500 | | | | |
| DATO | 29.3.74 | | | | |
| | | | NOTEBY | | |
| | | | NORSK TEKNISK | | |
| | | | BYGGEKONTROLL A.S. | | |
| | | | SAK NR. | TEGN. NR. | REV. |
| | | | 12054 | 1 | C |



| | | | |
|----------------------------|---------|---------|----------|
| ORIENTERENDE FJELLKOTEKART | | | |
| BRYGGEN A/S | | | |
| SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | | |
| REV. | SIGN. | DATO | |
| TEGNET | 1:200 | | |
| KONTR. | O. Br. | | |
| MÅL | 1:200 | | |
| DATO | 29.3.74 | | |
| NOTEBY | | SAK.NR. | TEGN.NR. |
| NORSK TEKNISK | | 12054 | 2 |
| BYGGEKONTROLL A.S | | | |

NOTEBY

NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S

BRYGGEN A/S

SAS ROYAL HOTEL , BERGEN

PR. IV

BORING NR. PR. IV
BORET DATO 19.2.74

GEOTEKNISKE DATA

BORPLAN

TERRENGKOTE 1.2
BUNNKOTEDYBDE I
PRØVEVANNINNHOLD OG
KONSISTENSGRENSER %

n

O_{na}

Y

SKJÆRFESTHET

S_u (Mp/m²)

20 30 40 50

%

%

m³

1

2

3

4

5

GRUNNVANNSTAND 0.4

SAND M/ TRERESTER ETC.

FINSAND M/ ORG. MATR.

SILT M/ TRERESTER

TORVLAG

VESENTLIG
ORGANISK MATERIALE

NØTTER OG TRERESTER

SILT M/ ORG. MATR

FINSAND M/ SKJELLRESTER
OG GRUSLAG

MORENE

1

2

3

4

5

60

>30

1.69

59

27

1.71

68.7

61

1.49

74.0

60

1.42

O_g = 33.4

14.0

23.0

22.7

13.5

O_g = 36.4

37

0.5

2.10

35

0

2.10

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING• NATURLIG VANNINNHOLD
— (W_F) FINHETSTALL ELLER
(W_L) FLYTEGRENSE
— (W_p) UTRULLINGSGRENSE
ELLER (W) KONUSGRENSEn = PORØSITET
O_{na} HUMUSINNHOLD
(NATRONLUTMET.)
Y = TOTAL ROMVEKT
Y_d TØRR ROMVEKT
O_g HUMUSINNHOLD
(GLØDEMET.)▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-0-5 DEFORMASJON VED BRUD
10
+ VINGEBORING
• OMRØRT SKJÆRFESTHET
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TRIAKSIALFORSØK

4000-515

KONTR.
O. Br.TEGNET
E.Ö/LK.LDATO
21.3.74MÅL
1:100SAK NR.
12054TEGN.
NR. 10

REV.

☐ B.S.
☐ AST
☐ DIN

4000 - 501

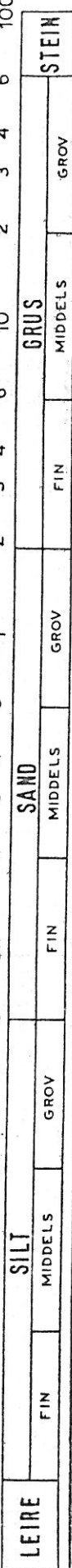
O. Br.

iel

25.474

12054

49



ANMERKNING

METHOD

| | |
|-------|--|
| HYDR. | |
|-------|--|

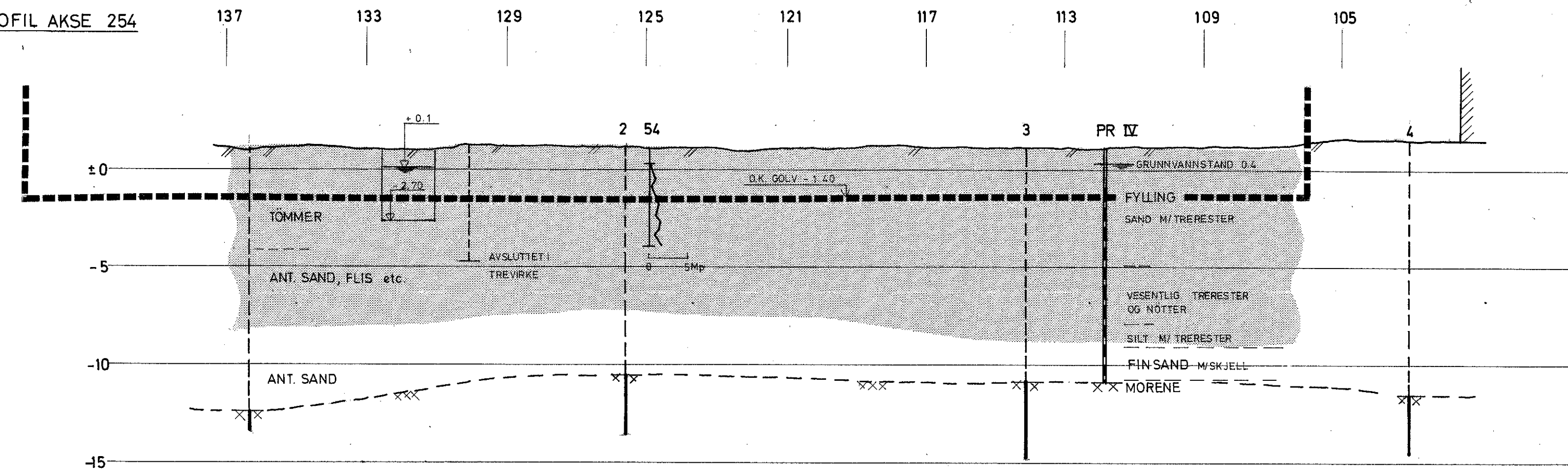
BYRON

NORSK TEKNISK

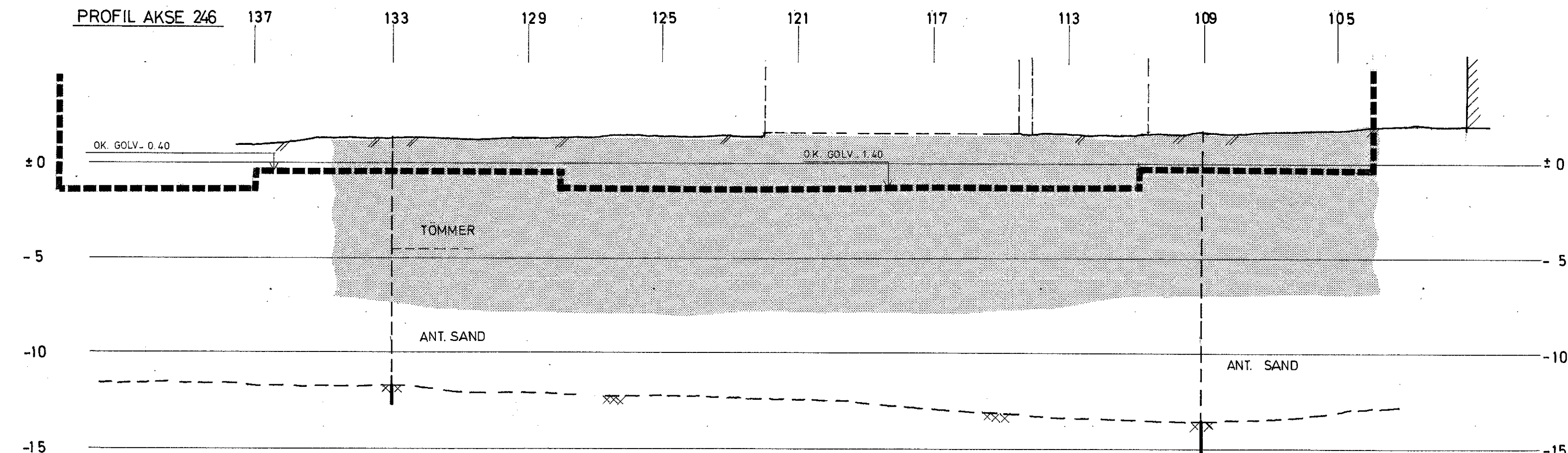
BRYGGEN A/S

THE
COLUMBIA
UNIVERSITY

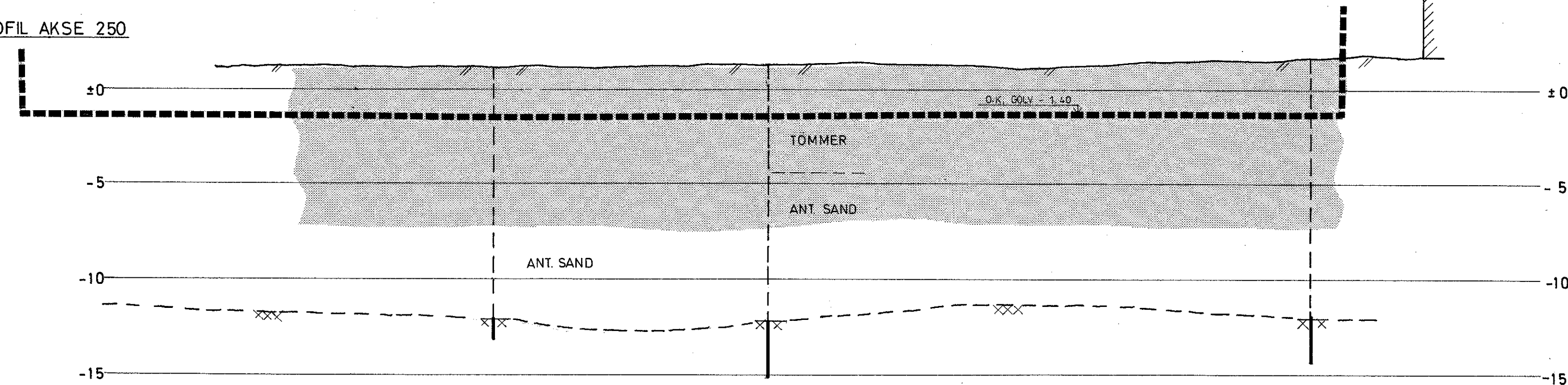
PROFIL AKSE 254



PROFIL AKSE 246



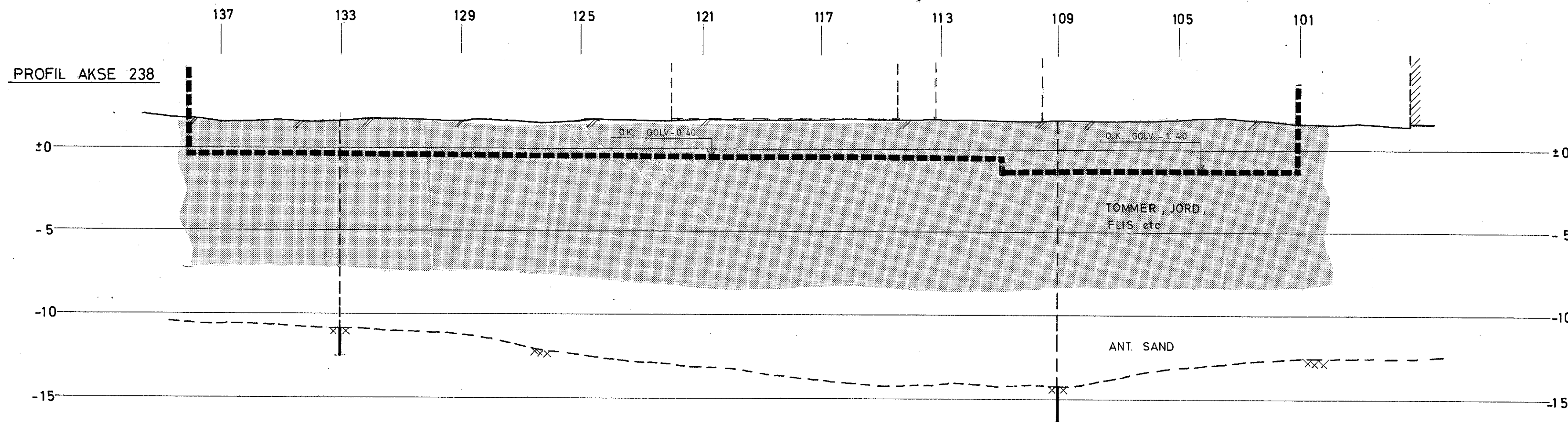
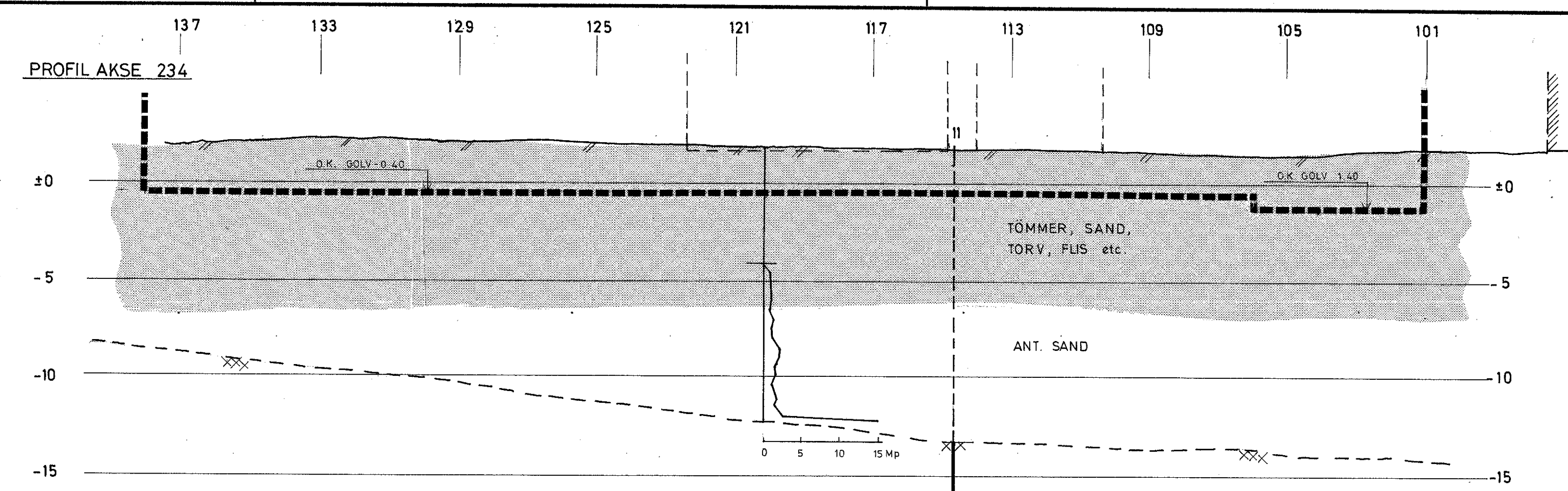
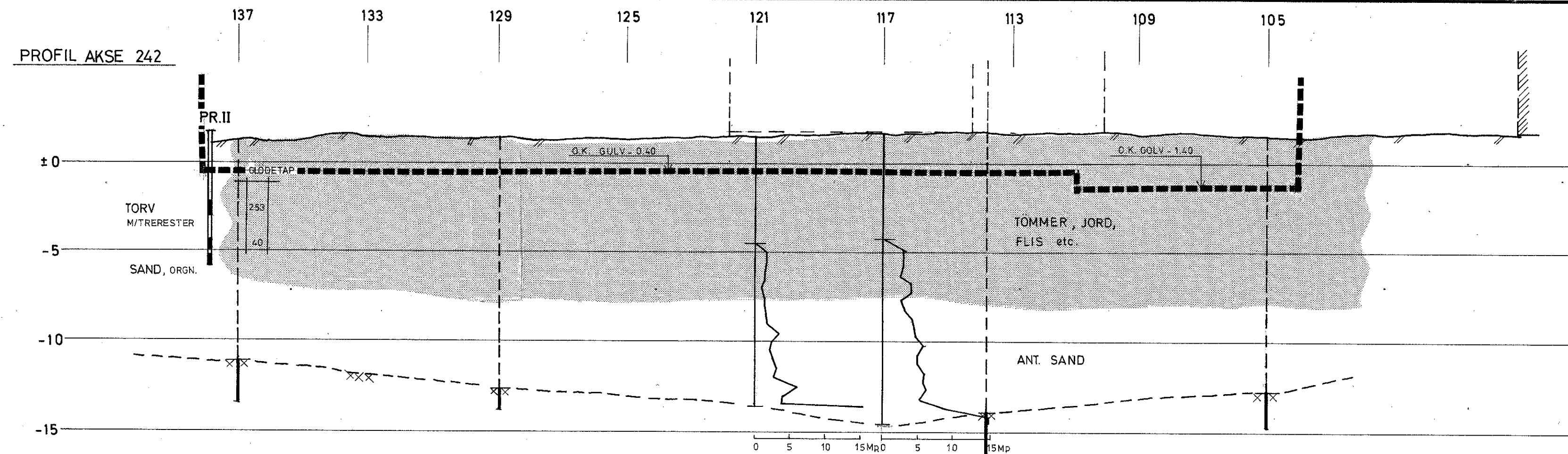
PROFIL AKSE 250



ANT. FJELLPROFIL

ANT. UTFYLTE MASSER

| PROFIL AKSE 254, 250 OG 246 | | | |
|---------------------------------|---------|----------|-----------|
| BRYGGEN A/S | | | |
| SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | | |
| REV. | SIGN. | DATO | |
| TEGNET | del | | |
| KONTR. | O. Pr. | | |
| MAL | 1:200 | | |
| DATO | 24.4.74 | | |
| NOTEBY | | SAK. NR. | TEGN. NR. |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S | | 12054 | 100 |

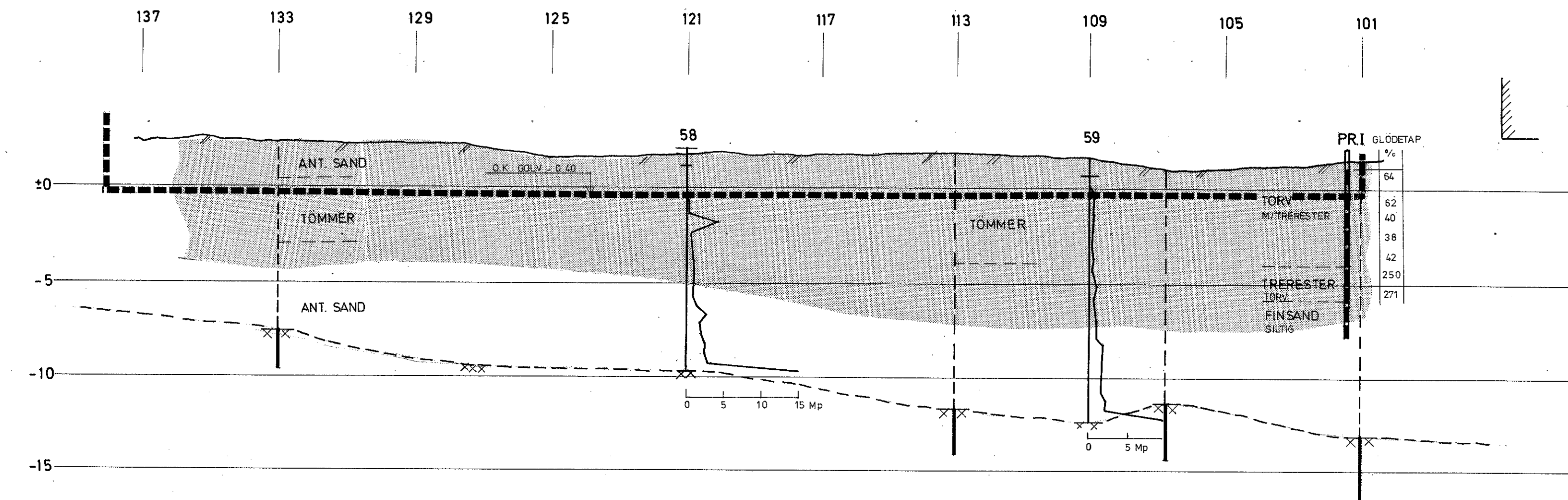


ANT. FJELLPROFIL

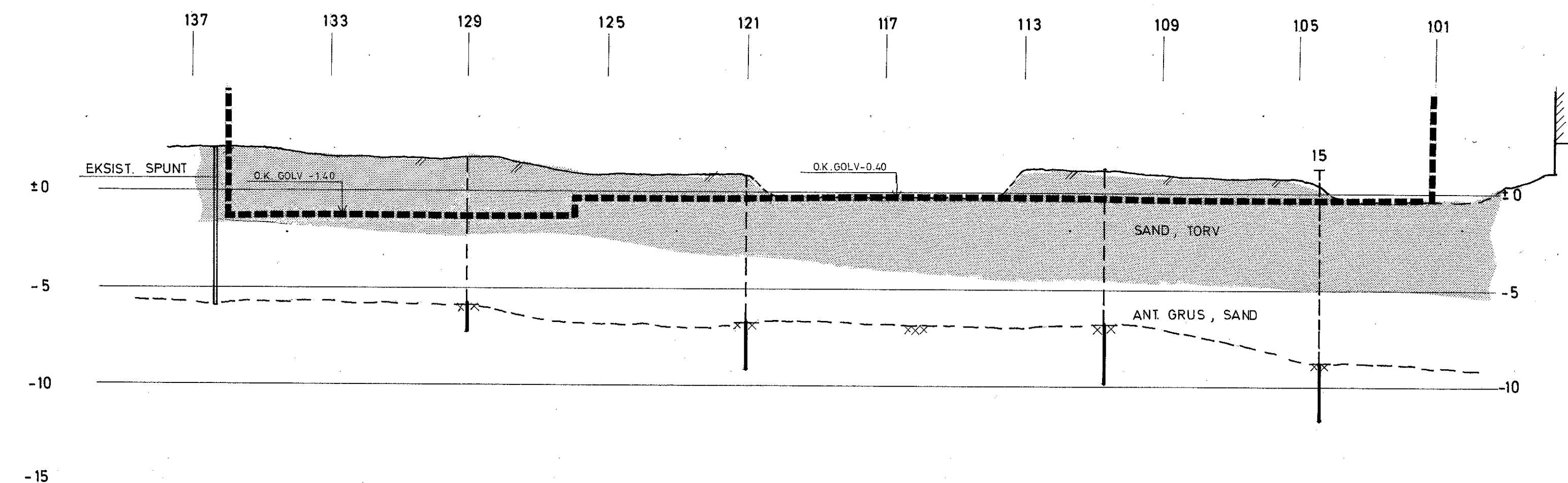
ANT. UTFYLTE MASSER

| PROFIL AKSE 242, 238 OG 234 | | | |
|----------------------------------|---------|----------|-----------|
| BRYGGEN A/S | | | |
| SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | | |
| REV. | SIGN. | DATO | |
| TEGNET | 24 | | |
| KONTR. | O. Br. | | |
| MÅL | 1:200 | | |
| DATO | 24.4.74 | | |
| NOTEBY | | SAK. NR. | TEGN. NR. |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S. | | 12054 | 101 |

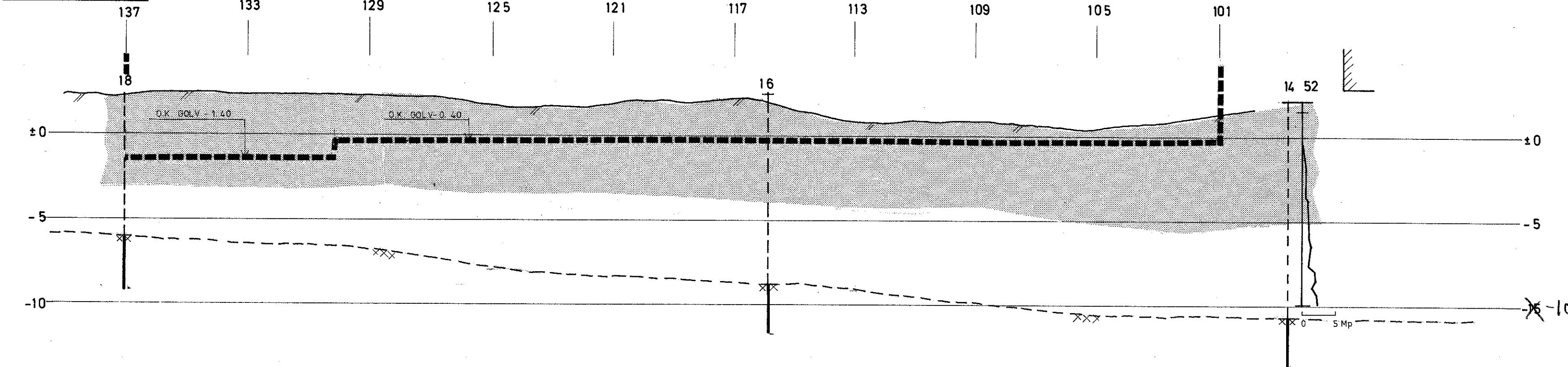
PROFIL AKSE 230



PROFIL AKSE 222



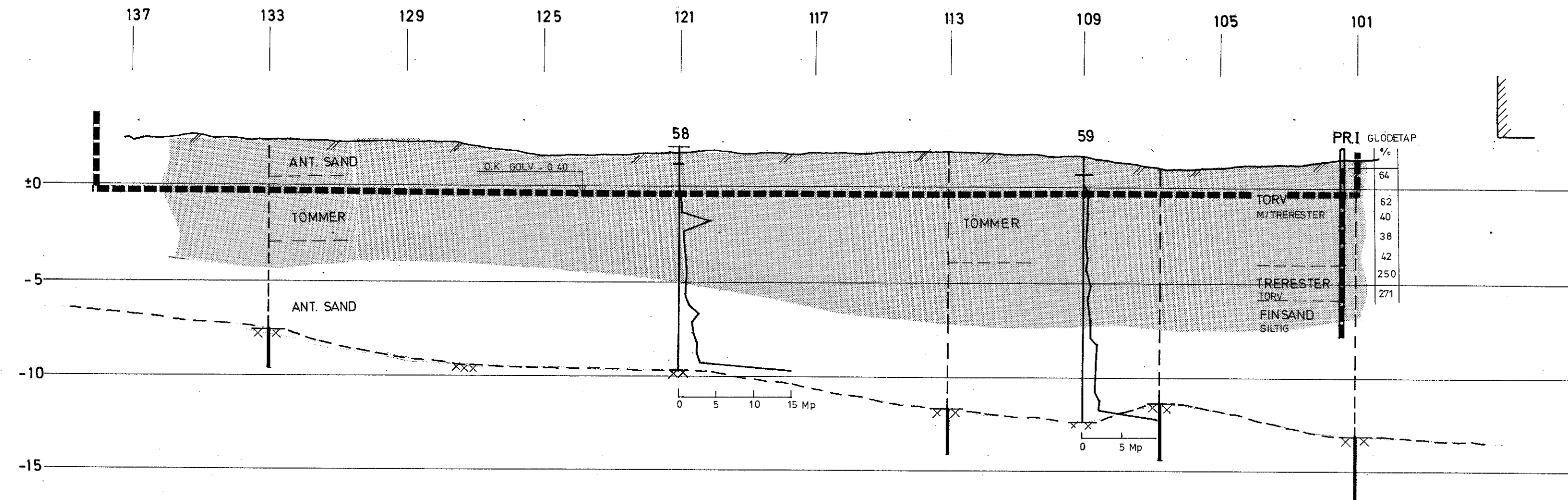
PROFIL AKSE 226



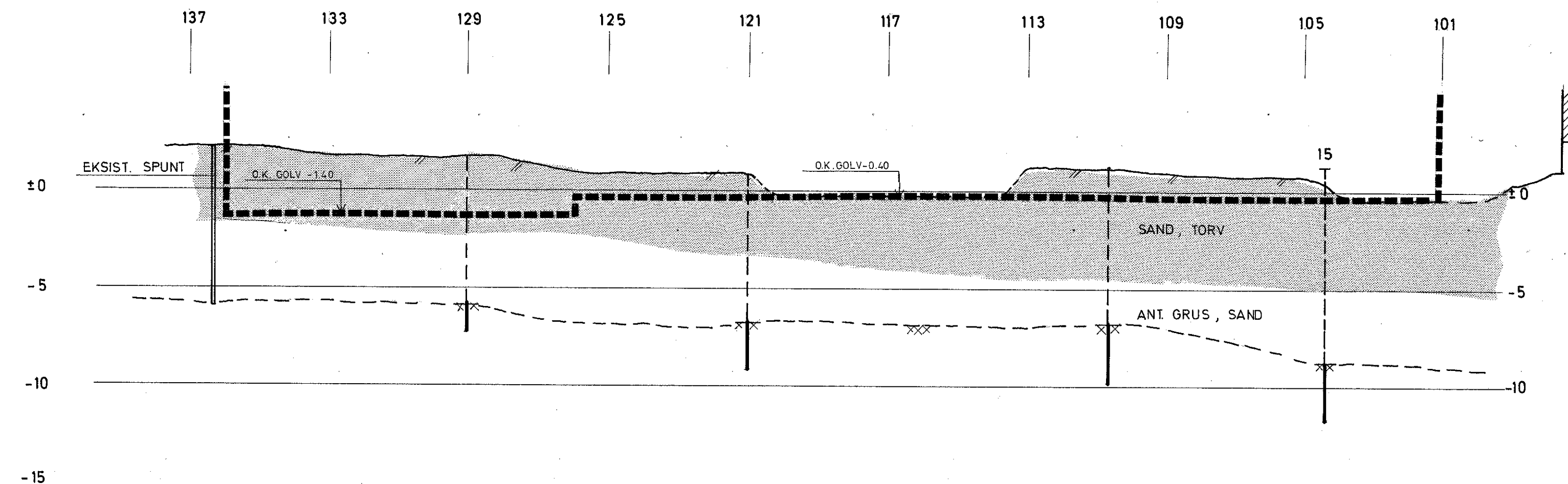
ANT. FJELLPROFIL
ANT. UTFYLTE MASSER

| | | | | | |
|--------|-----------|--------|------------------------------------|-----------|------|
| | | | PROFIL AKSE 230, 226 OG 222 | | |
| | | | BRYGGEN A/S | | |
| REV. | SIGN. | DATO | SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | |
| TEGNET | | D. Br. | | | |
| KONTR. | | D. Br. | | | |
| MAL | 1: 200 | | NOTE BY | | |
| DATO | 24. 4. 74 | | NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S | | |
| | | | SAK. NR. | TEGN. NR. | REV. |
| | | | 12054 | 102 | |

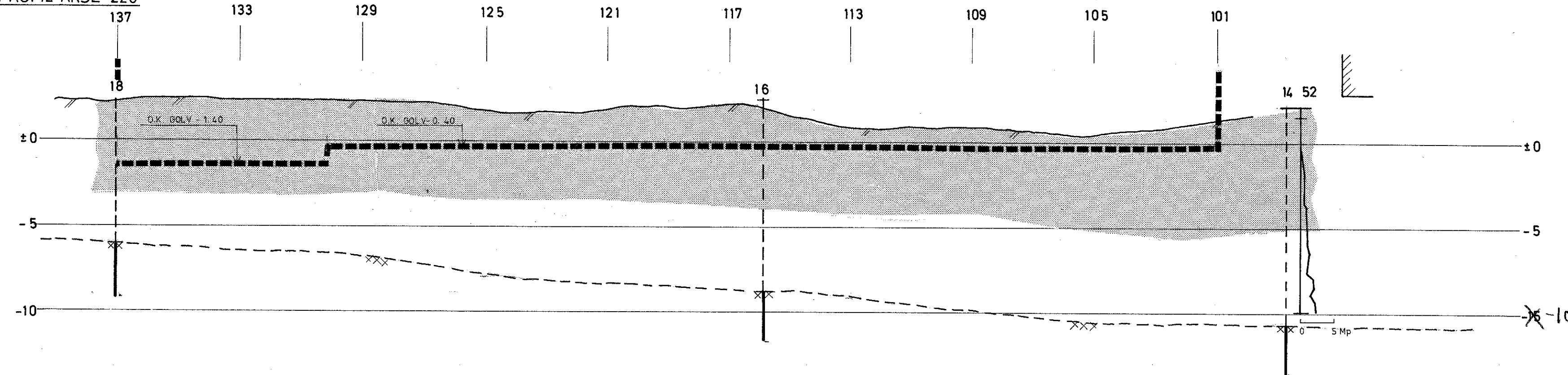
PROFIL AKSE 230



PROFIL AKSE 222



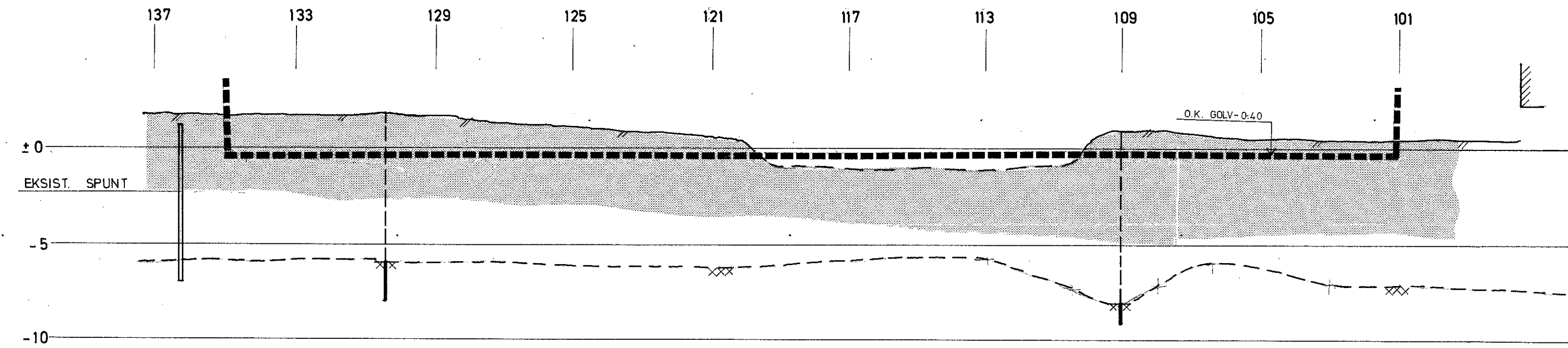
PROFIL AKSE 226



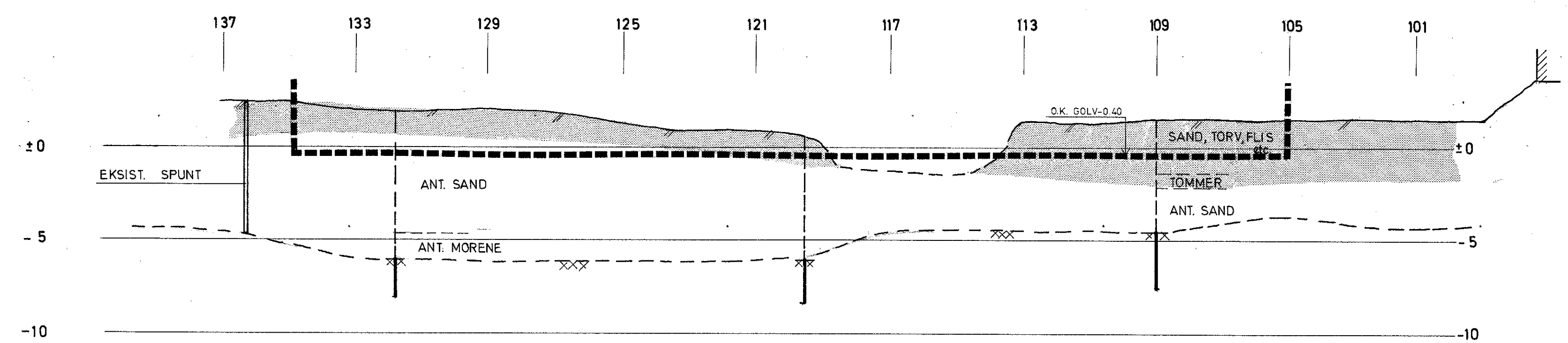
ANT. FJELLPROFIL
ANT. UTFYLTE MASSER

| | | | | | |
|--------|-----------|--------|------------------------------------|-----------|------|
| | | | PROFIL AKSE 230, 226 OG 222 | | |
| | | | BRYGGEN A/S | | |
| REV. | SIGN. | DATO | SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | |
| TEGNET | | D. Br. | | | |
| KONTR. | | D. Br. | | | |
| MAL | 1: 200 | | NOTE BY | | |
| DATO | 24. 4. 74 | | NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S | | |
| | | | SAK. NR. | TEGN. NR. | REV. |
| | | | 12054 | 102 | |

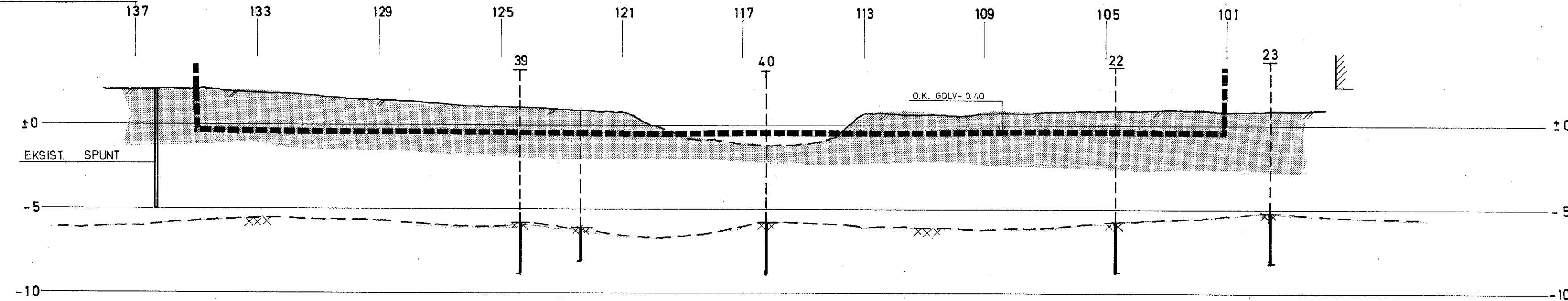
PROFIL AKSE 218



PROFIL AKSE 210



PROFIL AKSE 214

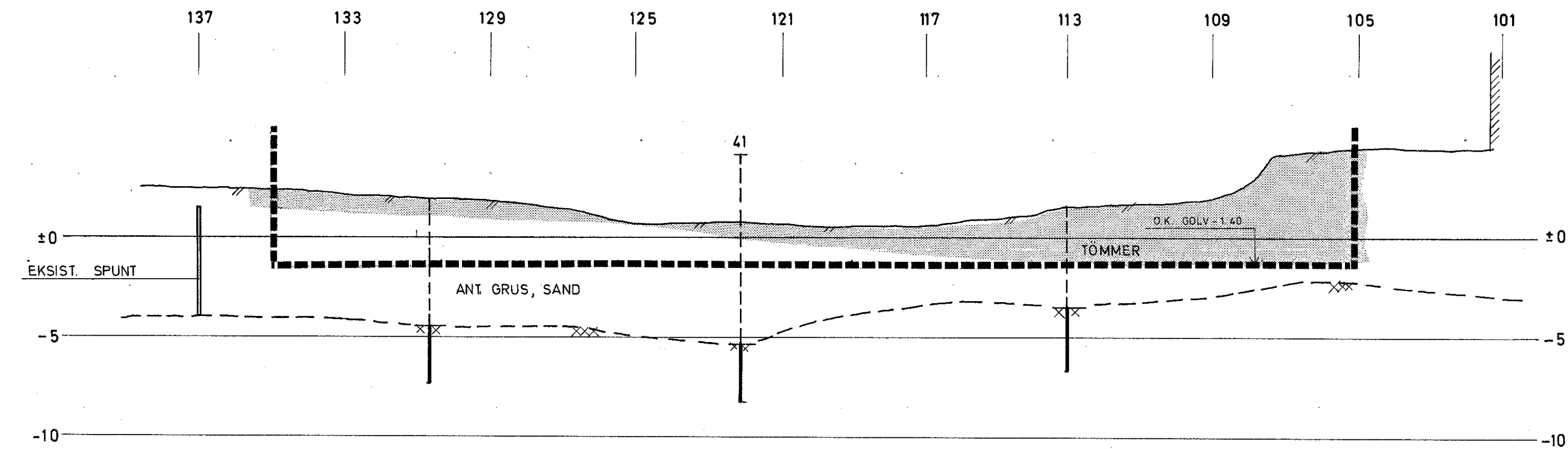


ANT. FJELLPROFIL
ANT. UTFYLTE MASSER

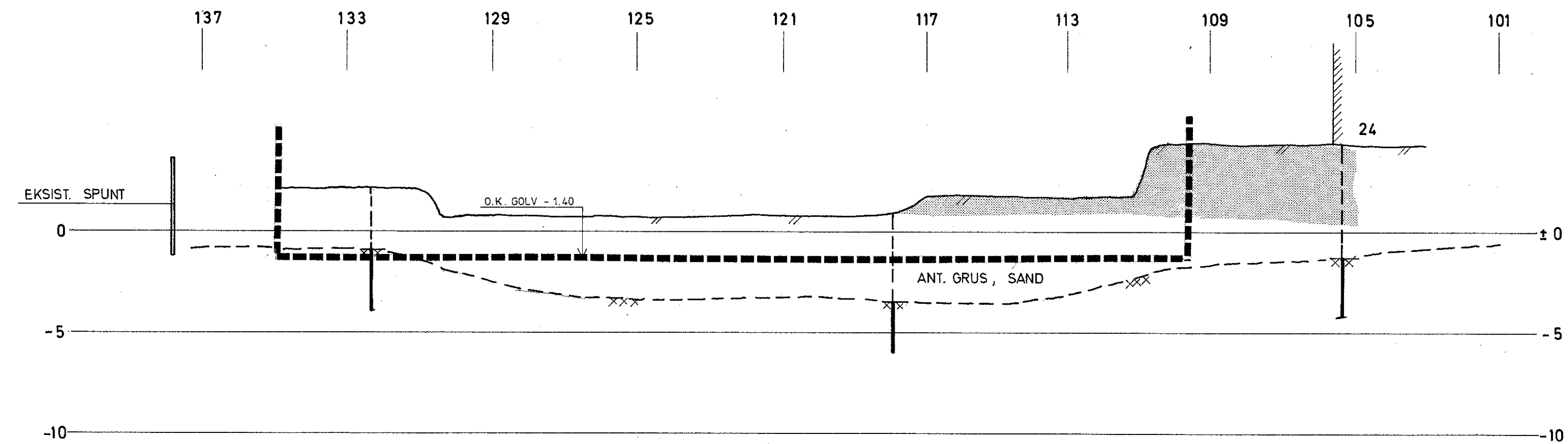
| PROFIL AKSE 218, 214 OG 210 | | | |
|-----------------------------|---------|-----------|-------|
| BRYGGEN A/S | | | |
| SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | | |
| REV. | SIGN. | DATO | |
| TEGNET | O. Br. | | |
| KONTR. | O. Br. | | |
| MAL | 1:200 | SAK. NR. | 12054 |
| DATO | 24.4.74 | TEGN. NR. | 103 |

NOTE
NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S.

PROFIL AKSE 206



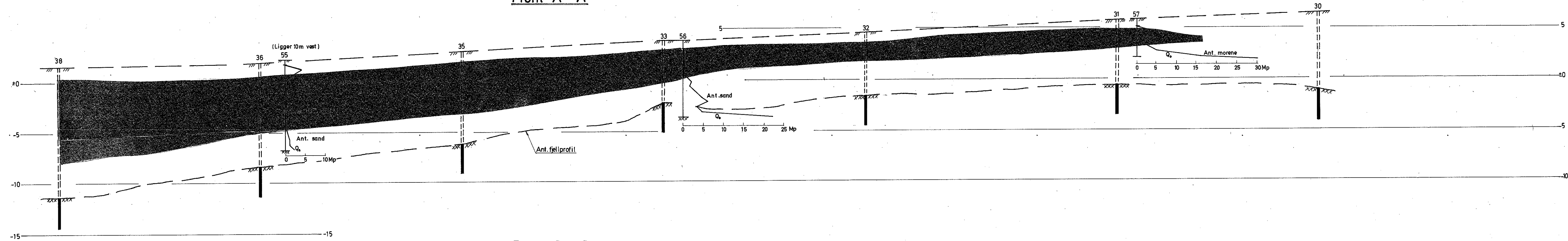
PROFIL AKSE 202



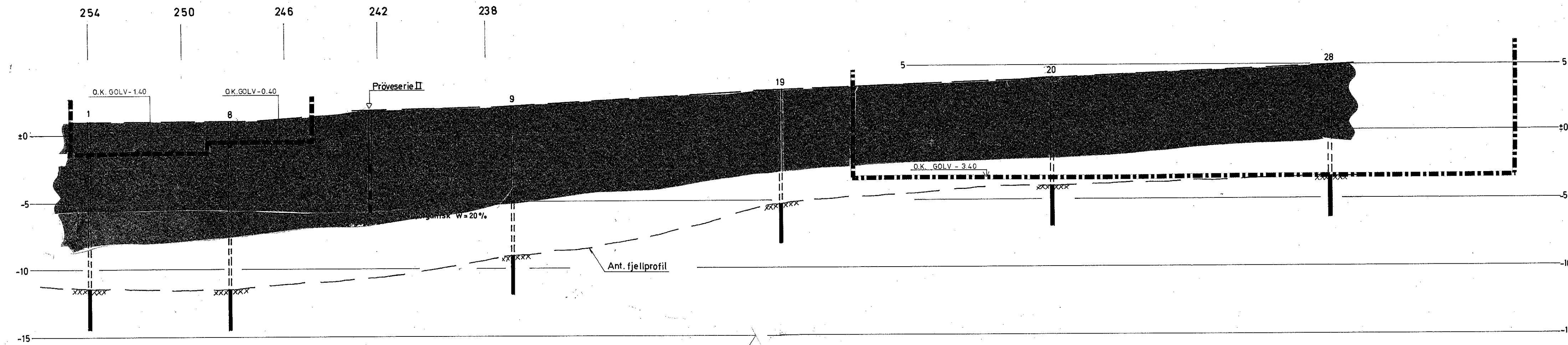
ANT. FJELLPROFIL
ANT. UTFYLTE MASSER

| | | | |
|----------------------------------|---------|---------|-----------|
| PROFIL AKSE 206 OG 202 | | | |
| BRYGGEN A/S | | | |
| SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | | |
| REV. | SIGN. | DATE | |
| TEGNET | 24 | | |
| KONTR. | O. Per. | | |
| MÅL | 1:200 | SAK NR. | TEGN. NR. |
| DATO | 24.4.74 | 12054 | 104 |
| NOTE BY | | REV. | |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S. | | | |

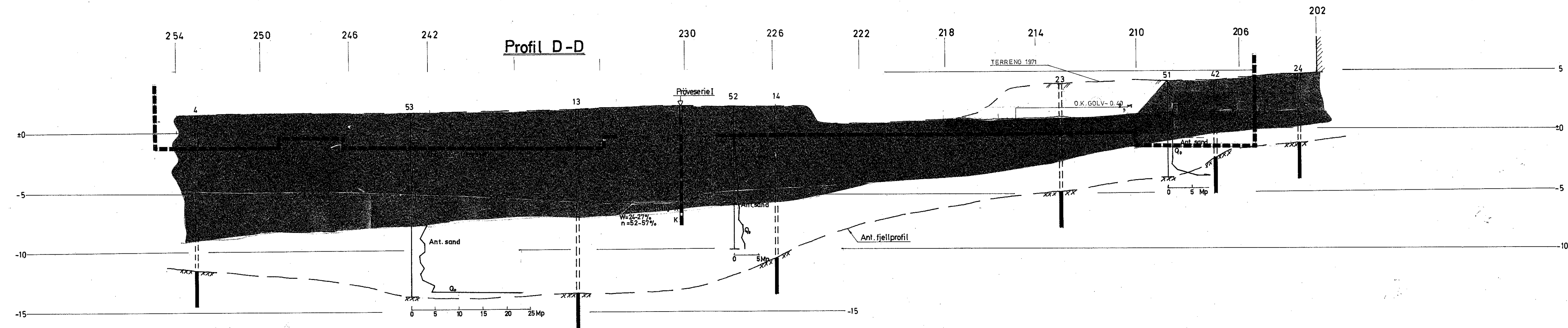
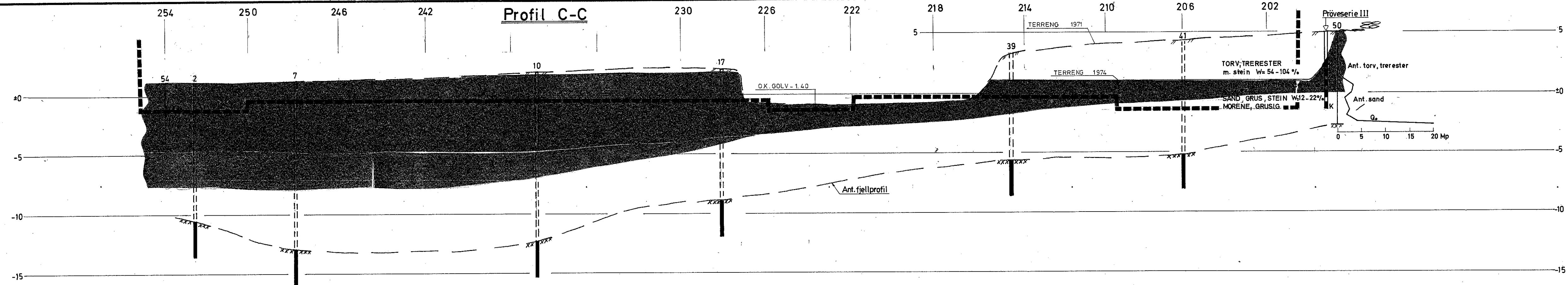
Profil A - A



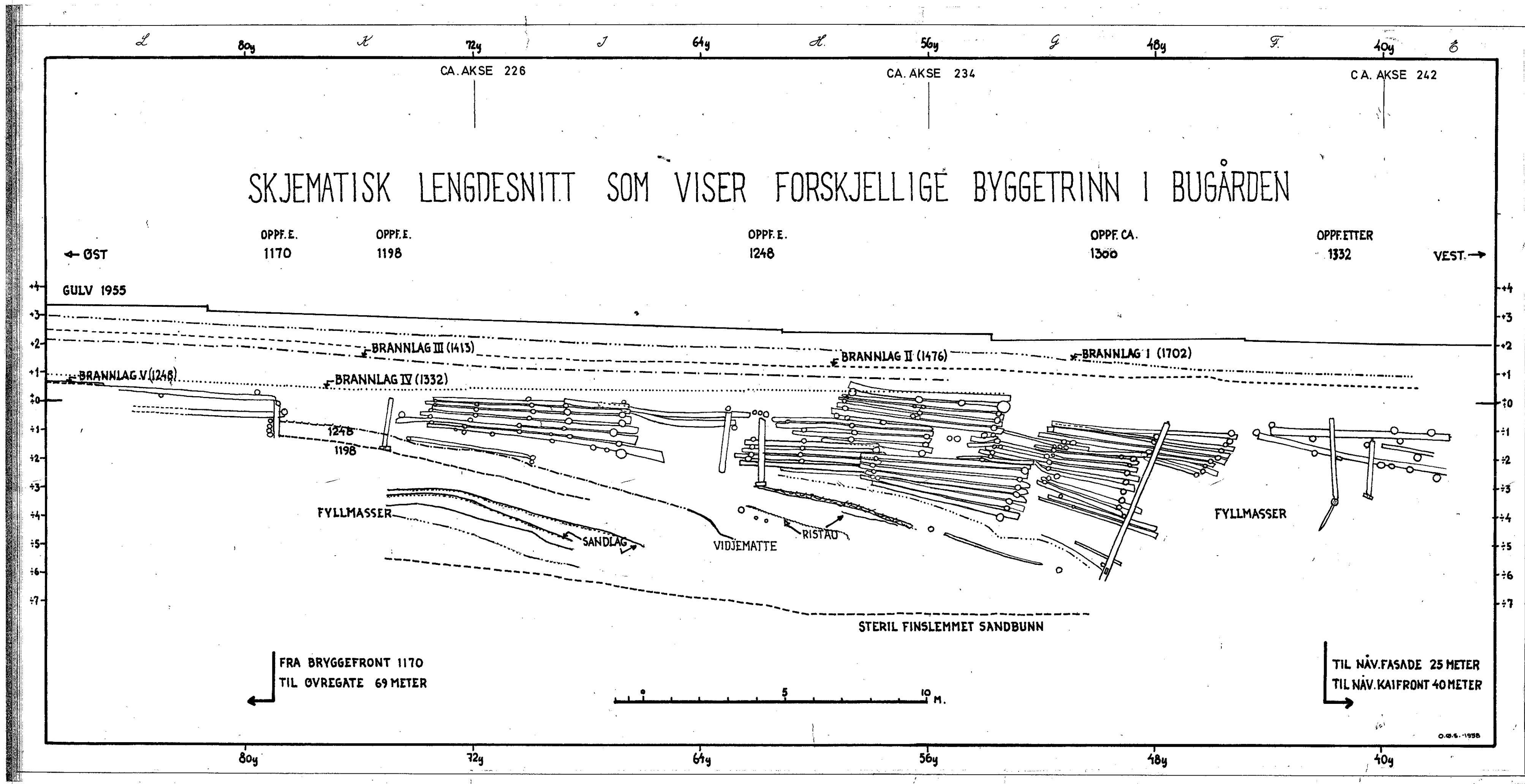
Profil B - B



| | | | |
|---------------------------------|-----------|----------|-----------|
| PROFIL A-A OG B-B | | | |
| BRYGGEN A/S | | | |
| SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | | |
| REV. | SIGN. | DATO | |
| TEGNET H.P.J./I.K.L. | | | |
| KONTR. | O. P. | | |
| MÅL | 1:200 | | |
| DATO | 24. 4. 74 | | |
| NOTEBY | | SAK. NR. | TEGN. NR. |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S | | 12054 | 105 |



| PROFIL C-C OG D-D | | | |
|-------------------------|-----------|---------|-----------|
| BRYGGEN A/S | | | |
| SAS ROYAL HOTEL, BERGEN | | | |
| REV. | SIGN. | DATO | |
| TEGNET HPJ/I.K.L. | | | |
| KONTR. O. Br. | | | |
| MÅL | 1:200 | SAK NR. | TEGN. NR. |
| DATO | 24. 4. 74 | 12054 | 106 |
| NOTE BY | | REV. | |
| NORSK TEKNISK | | | |
| BYGGEKONTROLL A.S. | | | |



Etter original fra : Middelaldersamlingen, Historisk Museum, Universitetet i Bergen.

| | | |
|--|---------|-------------------------------|
| ARKEOLOGISK PROFIL CA.AKSE 105 | | |
| BRYGGEN A/S | | |
| SAS ROYAL HOTEL, BERGEN. | | |
| REV. | SIGN. | DATO |
| TEGNET | J. B. | |
| KONTR. | O. Br. | |
| MAL | 1:100 | |
| DATO | 24.4.74 | |
| NOTE BY NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A.S. | | SAK. NR. TEGN. NR. REV. |
| 12054 | | 107 |

ANG.: BORINGSUTSTYR OG OPPTEGNING AV RESULTATER.

● DREIESONDERING

utføres med 22 mm borstål med glatte skjøter og med en 30 mm skruespiss nederst. Boret belastes med opptil 100 kg og dreies ned med motorkraft eller for hånd.

Motstanden mot boret illustreres ved en tverrstrek på borhullstegningen ved den dybde spissen har nådd etter hver 100 halve omdreininger. Antall halve omdreininger påføres høyre side av borhullet.

Skrafert borhull angir at boret er sunket uten omdreining med den belastning som er påført venstre side av borhullet.

Krysset borhull angir at boret er slått ned.

○ ENKEL SONDERING

består av slagboring eller spyleboring til fast grunn eller antatt fjell.

▼ RAMSONDERING

utføres med 32 mm borstål med glatte skjøter og med en 38 mm 6-kantet spiss nederst. Boret rammes ned med et 75 kg fallodd som føres på borstangen og drives av en motornokk.

Motstanden mot boret illustreres i et diagram som viser rammearbeidet pr. m (Q_o) for å drive boret ned

$$Q_o = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{Synkning pr. slag}} \quad (\text{Mpm/m})$$

◊ TRYKKDREIESONDERING

utføres med 32 mm fjellbor med muffeskjøter og med en ca. 60 mm hardmetallkrone nederst. Boret opereres fra en motorisert borrygg som dreier boret ned med en konstant omdreiningshastighet på 25 o/min. og en konstant matningshastighet på 3 m/min.

Motstanden mot neddrivning i Mp registreres automatisk med en skriverenhet.

☆ FJELLKONTROLLBORING

utføres med 32 mm fjellbor med muffeskjøter og med 51 mm hardmetall kryss-skjær nederst. Boret drives av en tung pneumatisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Det kreves en kompressor med minst 10 m³/min. kapasitet.

Boring gjennom leire, grus etc. eller gjennom større stein noteres. Når fjell er nådd, bores 3-5 m i fjellet for sikker påvisning og motstanden registreres som borsynk (cm/min.).

⊙ KJERNEBORING

utføres med borstenger som nederst har et ca. 3 m kjernerør påskrudd en diamanthode. Det finnes en rekke typer bormaskiner, kronetyper og diametre, men i prinsipp utføres boringene alltid ved å ta opp kjernerøret når det er fullt, ta ut kjernen for oppbevaring og senke kjernerøret for boring av neste prøve.

VG.: BORINGSUTSTYR OG OPPTEGNING AV RESULTATER

◎ MASKINSKOVLING

utføres med en hul borstang påsveiset en spiral (auger) som opereres av en borrhigg. Det kan skovles ned til 5-20 m dybde avhengig av massens art, fasthet og grunnvannstand. Man får forstyrrede, men representative prøver. Skovlhullet gir anledning til observasjon av grunnvannsforhold og til å gå videre med annet boringsutstyr.

Skovling kan også utføres med enklere utstyr (skovlbor).

◎ PRØVETAKING

av tilnærmet uforstyrrede prøver utføres normalt med en prøvetaker som i prinsipp består av en 60-90 cm tynnvegget stålsylinder med 54 mm diameter og med et innvendig stempel. Prøvetakeren presses til ønsket dybde med stempelet i nedre ende, dernest fastholdes stempelet mens cylinderen presses videre ned og skjærer ut prøven. Sylinderen trekkes opp, forsegles og sendes inn for laboratorieundersøkelse.

Også andre prøvetakere benyttes, avhengig av grunnforholdene.

+ VINGEBORING

utføres ved hjelp av et vingekors på 6.5 x 13 cm som presses ned i leiren. Vingekorset dreies rundt ved hjelp av et instrument som registrerer dreiemomentet ved brudd i leiren. Av dette beregnes skjærfastheten.

⊖ PORETRYKKMÅLING (og måling av grunnvannstand)

utføres ved et piezometer eller brønnspiss som i prinsipp er et finkornet filter som evner å holde jordpartikler tilbake mens vann slipper igjennom. Piezometerspissen presses ved hjelp av rør til ønsket dybde og poretrykket registreres som vannets stighøyde.

MOBILE BORRIGGER

For utførelse av boringsoperasjoner som er beskrevet på side 1 og 2 har vi anskaffet mobile borrhigger med forskjellig utrustning og muligheter:

- Borrhiggen "Goliat" er beltegående (bygget på et Muskeg understell), utstyrt med et hydraulisk system drevet av en 100 Hk motor, som opererer dreiehodet, nedpressing og opptrekk via bortårnet, pumpe for vann eller borvæske m.m.

Borrhiggen brukes videre til fjellkontrollboring og diamantboring.

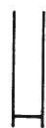
- Borrhiggen "David" er hjulgående og 4-hjulsdrevet (bygget på en Unimog lastebil). Den har hydraulisk system som ovenfor, men er ellers noe enklere utstyrt.

- Borrhiggen "Samson" er beltegående (Muskeg understell) og utstyrt med utstyr for fjellkontrollboring.

Hvor de mobile borrhigger ikke kan settes inn, brukes minitraktor og motorhjelp forøvrig for å effektivisere boringsarbeidet.

ANG.: BORINGSUTSTYR OG OPPTEGNING AV RESULTATER

AVSLUTTET BORING



AVSLUTTET UTEN
Å NÅ FAST GRUNN



AVSLUTTET UTEN
Å NÅ FAST GRUNN



STEIN, BLOKK ELLER
FAST GRUNN



ANTATT FJELL



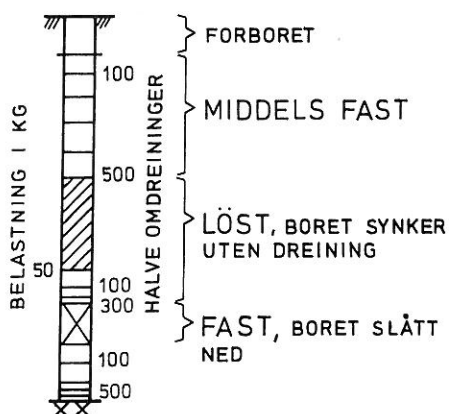
BORET I FJELL



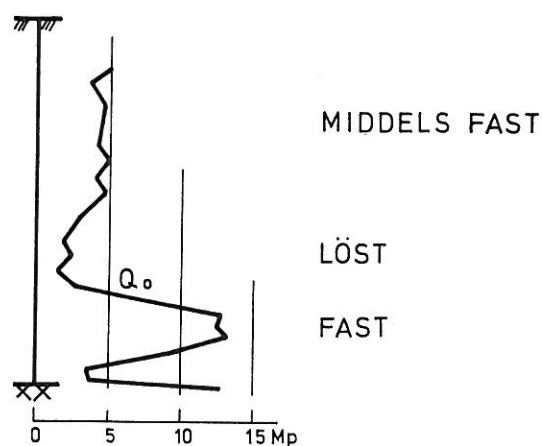
BORET I FJELL
KJERNE TATT OPP

BORINGSRESULTATER

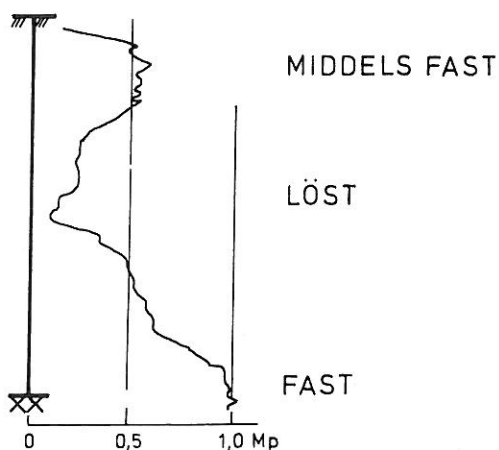
● DREIESONDERING



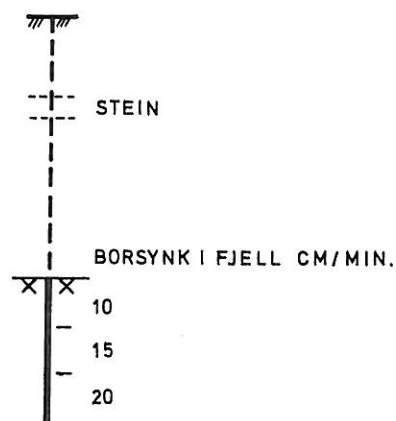
▼ RAMSONDERING



⊕ TRYKKDREIESONDERING



☆ FJELLKONTROLLBORING



ANG.: GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEUNDERSØKELSER AV PRØVER

JORDARTER

MINERALSKE JORDARTER klassifiseres på grunnlag av korngraderingen. Betegnelsen på de enkelte fraksjoner er:

| Fraksjoner | Leire | Silt | Sand | Grus | Stein | Blokk |
|------------------|--------|------------|--------|------|--------|-------|
| Kornstørrelse mm | <0.002 | 0.002-0.06 | 0.06-2 | 2-60 | 60-600 | >600 |

En jordart inneholder en eller flere kornfraksjoner, og betegnes med substantiv for den fraksjon som har størst betydning for dens egenskaper, og med adjektiv for medvirkende fraksjoner (eksempel: siltig og sandig leire).

Morene er en usortert istidsavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen kan angis i beskrivelsen (eksempel: grusig morene, moreneleire).

ORGANISKE JORDARTER klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

| | |
|---------|--|
| Torv | består av omdannede rester av myrplanter |
| Gytje | består av omdannede vannavsatte plante- og dyrerester |
| Mold | sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur |
| Matjord | det øvre sammenfiltrede humuslag, som skarpt skiller seg fra mineraljorden |

LABORATORIEUNDERSØKELSER. GEOTEKNISKE PARAMETRE

For nærmere undersøkelse av grunnens geotekniske egenskaper foretas laboratorieundersøkelser av opptatte prøver, og derved bestemmes forskjellige geotekniske parametre. Omfanget av slike undersøkelser avhenger av undersøkelsens art og den geotekniske problemstilling.

De viktigste geotekniske undersøkelser/parametre er:

SKJÆRFASTHET (S_u , τ_f)

(udrenert skjærfasthet) bestemmes ved trykkforsøk og konusforsøk på uforstyrrede prøver i laboratoriet eller vingebor in situ. Skjærfastheten av leire er ikke entydig, den vil variere med retning, målehastighet og andre forhold.

SKJÆRFASTHETSPARAMETRE

Kohesjon c (eller attraksjon a) og friksjonsvinkel ϕ angir variasjonen av skjærfasthet med effektivt korntrykk (totaltrykk minus poretrykk). Verdiene bestemmes ved triaksiale trykkforsøk eller skjærforsøk med poretryksmåling.

SENSITIVITET (S)

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og i omrørt tilstand, som bestemt ved konusforsøk. Sensitiviteten varierer vanligvis ved norske leirer mellom verdier på ca. 3 til verdier større enn 100. Leire som blir flytende i omrørt tilstand betegnes kvikkleire.

VANNINNHold (w)

angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørking ved 110°C.

77.

DATO

Jan. 1974

SAK NR.

4000

TEGN. NR.

2

REV.

NG.: GEOTEKNISKE DEFINISJONER, LABORATORIEUNDERSÖKELSER AV PRÖVER

FLYTEGRENSE (w_L) (eller finhetstall w_F) og UTRULLINGSGRENSE (w_p)
(Atterbergs grenser) er det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til flytende konsistens, henholdsvis fra plastisk til smuldrende konsistens.

PORØSITET (n)
er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven.

ROMVEKT (γ)
er vekten pr. volumenhet av prøven. Romvekt, vanninnhold og porøsitet er sammenhengende verdier ved vannfylte porer.

TØRR ROMVEKT (γ_D)
er vekten av tørrstoffet pr. volumenhet.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER
for en jordart undersøkes ved pakningsforsøk (Proctor-forsøk).
Prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid. Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr romvekt som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre romvekt som oppnås benyttes ved definisjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)
er et uttrykk for relativ bæreevne av et jordmateriale. Et stempel presses ned fra overflaten av det pakke materiale med en bestemt hastighet. CBR-verdien angir nødvendig kraft for en bestemt deformasjon, angitt i % av en forhåndsbestemt kraft for tilsvarende deformasjon på et standard materiale av knust stein. CBR benyttes til dimensjonering av overbygning for asfaltdekker.

HUMUSINNOLD (O_{na})
bestemmes ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

KOMPRESSIBILITET
måles ved ødometerforsøk (eller ødo-triaksial forsøk). En prøve påføres belastning trinnvis og for hvert trinn måles sammentrykningen etter bestemte tidsintervaller. Av forsøket beregnes parametre som uttrykker materialets motstand mot sammenpresning og tilhørende tidsfunksjon, parametre som må kjennes for setningsberegninger.

KORNFORDELINGSANALYSE
utføres ved sikting av fraksjonene større enn 0.125 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes opp i vann, romvekten av suspensjonen måles med bestemte tidsintervaller og kornfordelingen kan dernest beregnes ut fra Stokes lov om partiklenes sedimentasjonshastighet.

TELEFARLIGHET
bestemmes ut fra kornfordelingen eller ved å måle den kapillære stighøyde i et kapillarimeter. Telefaryligheten graderes i gruppene T 1 (ikke telefaryl), T 2 (lite telefaryl), T 3 (middels telefaryl) og T 4 (meget telefaryl).

PERMEABILITETSKOEFFISIENTEN (k)
uttrykker strømningshastigheten for vann gjennom materialet under en hydraulisk gradient på 1. I leire er $k = 10^{-6} - 10^{-9}$ cm/sek. og i sand og grus er $k = 10^{-1} - 10^{-3}$ cm/sek.

Beregningsarbeidet som laboratorieundersøkelsene nødvendiggjør utføres hovedsakelig ved hjelp av programmer vi har utviklet for en bord-regnemaskin med plotterbord.

| | DATO | MÅL | SAK NR. | TEGN. NR. | REV. |
|------|-----------|-----|---------|-----------|------|
| 7.7. | Jan. 1974 | | 4000 | 2 | |