

B No. 2

2

5 8 1 5

Halden kommune.

Sørli gård i Berg.

Grunnundersøkelser for avløpsledninger.

9/8.1967.



NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS

RÅDGIVENDE INGENIØRER

OSLO

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS

JAN FRIIS



RÅDGIVENDE INGENIØRER

JAN FRIIS, MNIF, MRIF
ODD S. HOLM, MNIF, MRIF
GUNNAR DAGESTAD, MNIF, MRIF
ALF G. ØVERLAND, MNIF, MRIF

ADRESSE: THV. MEYERSGT. 9
TELEFON: SENTRALBORD 68 92 90

Deres ref.:

Sak nr. og ref.: BjF/KH

Oslo 5, 9. august 1967.

5 8 1 5

Halden kommune.

Sørli gård i Berg.

Grunnundersøkelser for avløpsledninger.

Innholdsfortegnelse:

A.	Innledning	side 3
B.	Utførte undersøkelser	" 3
C.	Grunnforhold	" 3
D.	Utgraving	" 4
E.	Fundamentering	" 7
F.	Kontroll	" 9

Tegninger:

5815-4	Borplan
-5	Lengdeprofil
-6	Prinsipptegning

Bilag 1 og 2.

A. INNLEDNING.

Halden kommune har under prosjektering hovedledninger for vann-, overvann- og spillvann frem til det planlagte industriområde ved Sørli gård.

Ledningstracéen går langs riksveien, dels på nord- og dels på sydsiden. 1. byggetrinn omfatter en strekning på ca. 900 m, som går fra en eksisterende kloakkledning og overvannsrørøft ved Lundestad (kum nr. 1 resp. 3) og frem til en åsrygg syd for Sørli gård (kum nr. 32-33).

Vi har tidligere utført orienterende grunnundersøkelser for industriområdet. Resultatene er fremlagt i vår rapport nr. 5815 datert 5/9.1966.

Vi har senere fått i oppdrag av Halden kommune å utrede de geotekniske forhold i forbindelse med fremføringen av hovedavløpsledningene. Foreliggende rapport inneholder resultatet av våre grunnundersøkelser langs ledningstracéen og en geoteknisk vurdering av utgraving og fundamentering ved 1. byggetrinn.

B. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

For undersøkelse av dybdene til fjell eller annen fast grunn er det utført sonderboringer langs ledningstracéen. Disse boringene er utført av Halden kommune.

For laboratorieundersøkelse av grunnens geotekniske data har vi blitt bedt om å utføre 4 prøveserier. Opptatte prøver er undersøkt på vårt laboratorium.

Prøveseriepunktene er utsatt og innmålt av Halden kommune.

For beskrivelse av undersøkelsesmetodene og forklaring av oppteigningsmåten refereres til bilag 1 og 2.

C. GRUNNFORHOLD.

Resultatet av de utførte prøveserier er vist i profil på tegning nr. 5815-5, der vi også har tegnet inn antatt fjellprofil bestemt av Halden kommune. Ledningstracé og prøveserienes beliggenhet fremgår av borplanen, tegning nr. 5815-4.

Sonderboringene viser at det er oppstikkende fjell over grøftebunn fra kum nr. 3 til kum 7-8, mellom kum nr. 11-12 og 13-14 samt mellom kum nr. 17-18 og 22.

Mellom fjellpartiene er det løs grunn og stort sett dybder på 6-12 m til antatt fjell. Fjelloverflaten er meget kupert.

De 4 prøveseriene viser likeartede grunnforhold bestående av matjord og tørrskorpeleire på siltig leire og kvikkleire.

Tørrskorpens tykkelse er ca. 1.0 m. Den underliggende leire er bløt med en skjærfasthet på 2-3 t/m². Sensitiviteten er høy både i leiren og i kvikkleiren, og massen mister det vesentlige av fastheten ved omrøring. Kvikkleiren vil bli helt flytende i omrørt tilstand.

Grensen mellom leire og kvikkleire ligger ved 3-4 m dybde ved prøveserie II, III og IV. I serie I er det derimot ikke påvist egentlig kvikkleire.

En tidligere utført prøveserie ca. 50 m nord for serie I viser delvis lavere skjærfasthet på ca. 1.5 t/m². Det er mulig at det også langs ledningstracéen kan finnes mindre partier med lavere skjærfasthet enn 2.0 t/m², spesielt ved overgangen mellom løsmasse og fjell.

Vanninnholdet i leirmassene ligger på 35-50 %, og indikerer en relativt høy kompressibilitet.

Grunnvannstanden er ikke målt, men antas å ligge i ca. 1 m dybde under terreng.

D. UTGRAVING.

Ifølge lengdeprofil fra Halden kommune vil gravedybden variere fra ca. 2.5 til ca. 4.0 m. Større gravedybder enn 3.0 m forekommer på strekningene fra kum nr. 7-8 til kum nr. 11-12 og fra kum nr. 13-14 til kum nr. 17-18.

Der hvor tracéen går langs riksveien har veiens fyllingshøyde betydning for vurdering av utgravningen. På strekningen fra kum nr. 7-8 til 11-12 er veiens fyllingshøyde 1-4 m. Forøvrig er fyllingshøyden under 1 m.

I det følgende har vi gitt en vurdering av utgraving for forskjellige grøftetyper og gravedybder. Vedrørende generelle sikkerhetsbestemmelser henvises til arbeidstilsynets forskrifter.

1. Åpen graving.

Åpen graving uten spunt og stemplinger kan beregningsmessig utføres til en gravedybde på ca. 3.5 m under høyeste terreng eller topp av veifylling ved siden av grøften. Graveskråningene må ikke være brattere enn 1 : 1. Beregnet sikkerhet mot dypere glidninger blir da minst 1.3. Det er medregnet en jevnt fordelt belastning på 1.0 t/m^2 fra trafikk eller arbeidsmaskiner.

Et prinsippsnitt av åpen grøft er vist på tegning nr. 5815-6.

Gravemasser må ikke lagres inntil grøften. I en avstand på minst 5 m fra topp av graveskråning kan det tillates lagret masser i opptil 1 m høyde.

Ved gravedybder på 3.5 - 4.0 m vil nødvendig sikkerhet ved åpen graving kunne oppnås ved å grave grøften i korte seksjoner, slik at bare 10 m grøftelengde står åpen om gangen. Gravemassene må da ikke lagres ved siden av grøften, men fylles tilbake etterhvert eller kjøres bort.

For gravedybder mindre enn 3.5 m settes ingen absolutte krav til seksjonslengdene. Av stabilitetsmessige og antagelig også arbeidsmessige hensyn vil det imidlertid være en fordel å arbeide med korte seksjoner, og fylle igjen grøften etterhvert. Vi vil anbefale at åpen grøftelengde holdes under 20 m.

Åpen graving vil kunne benyttes på strekningene fra kum nr. 13-14 til kum nr. 17-18 og fra kum nr. 22 til kum nr. 32.

På strekningen fra kum nr. 1 til kum nr. 3 har vi ikke utført undersøkelser. Hvis grunnforholdene er de samme som ved prøveseriene vil man også her kunne grave åpent med skråninger 1 : 1.

På strekningen fra kum nr. 13-14 til kum nr. 17-18 er det mulig at man av praktiske hensyn vil benytte spuntet grøft for å minske bredden på utgravningen. Entreprenørene skal derfor gi alternativ pris på en slik utførelse.

2. Spuntet grøft.

Ved spuntet grøft kan det beregningsmessig graves til en dybde på 5 m under høyeste terreng ved siden av grøften med bibehold av sikkerhet på minst 1.2. Hvis grøften graves i seksjoner på maksimalt 10 m lengde kan gravedybden økes til 5.5 m.

En prinsipptegning av spuntet grøft er vist på tegning nr. 5815-6. Det forutsettes benyttet stålspunt, som rammes til ca. 1 m under bunn av grøft. Spunten avstives like under terreng og under grøftebunn.

Spunten forutsettes trukket opp igjen etter at grøften er gjenfylt. Den nedre avstivningen blir liggende igjen i marken, og må derfor utformes slik at det blir liten friksjon mellom pute og spunt.

Den øvre avstivning foreslås utført med stivere og puter av stålprofiler, mens den nedre avstivningen bør utføres av tre. Ved graving av grøften må det settes inn provisorisk midtstiver mellom øvre og nedre avstivning. Midtstiveren kan fjernes når den nedre avstivning under grøftebunn er satt inn.

På tegning nr. 5815-6 er også vist dimensjonerende krefter og forslag til dimensjoner på puter og stivere for en gravedybde inntil 4 m. Ved dimensjoneringen er det forutsatt at gravemasser ikke lagres inntil spunten. I en avstand på minst 5 m fra spunten kan det lagres masser opp til 1.5 m høyde over terreng høyde i grøftetracéen uten at dette har betydning for dimensjoneringen.

Spuntet grøft ifølge tegning nr. 5815-6 forutsettes utført på strekningen fra kum nr. 9 til kum nr. 11-12. Riksveien ligger her på 1-2 m fylling, men i så stor avstand fra grøften at den ikke har betydning for kreftene på spunten. Åpen graving er imidlertid ikke mulig på denne strekningen.

Mellom kum nr. 7-8 og kum nr. 9 går riksveien på opptil 4 m fylling. Veien ligger her med en beregnet sikkerhet mot utglidning på 1.3 - 1.5. Grøftens spunt og avstivninger må dimensjoneres for en jevnt fordelt belastning på 5.5 t/m^2 . På grunn av fare for bunnoppressing må grøften graves i korte avsnitt, slik at maksimalt 6 m grøftelengde står åpen til enhver tid.

3. Fjellgrøft.

Strekningene hvor man regner med fjellgrøft er vist skravert på borplanen. Sprengningsprofil fremgår av tegninger fra Halden kommune.

Fjellet bør avdekkes ut til minst 0.5 m utenfor sprengningsprofil, og med skråning ikke brattere enn 1 : 1 i løsmassene.

Fjellgrøftene bør av hensyn til rystelsene sprenges før man graver grøftene i løsmassene inntil fjellet. Utlasting av fjellmassene kan imidlertid tas i forbindelse med de øvrige arbeider.

Ved overgangen mellom fjell og løsmasse bør det sprenges en kile under rørene og legges ut en pute av sand. Kilens lengde bør være ca. 5 m og tykkelsen 0-50 cm.

E. FUNDAMENTERING.

Hovedavløpsledningene skal bestå av en overvannskulvert med innvendig diameter ca. 1400 mm og spillvannsledning med diameter 400 mm. Spillvannsledningen blir liggende dypest. Overvannskulverten er foreslått lagt med foten ca. 75 cm høyere enn u.k. spillvannsledning.

De spørsmål som i første rekke må vurderes i forbindelse med ledningenes fundamentering er vanskelighetene med å legge rørene med riktig fall i den løse grunnen, faren for forskyvning av rørene ved tilbakefyllingen og faren for setninger på grunn av oppfyllinger eller grunnvannssenkning.

Bortsett fra strekningene med fjellgrøft vil ledningene komme ned i en bløt sensitiv leire og delvis i kvikkleire. Grøftebunnen vil bli løs og vanskelig å arbeide i.

For å kunne legge rørene med de prosjekterte fallforhold vil det etter vår mening være nødvendig å benytte et stabilt fundament på leiren. Fundamentet kan bestå av grus, plank, betong eller en kombinasjon av disse materialer.

Under spillvannsledningen bør det utføres håndrensk og legges ut en fundamentseng av grus og eventuelt plank.

Under betongkulverten ville den gunstigste fundamentering oppnås ved en armert betongplate. Av hensyn til senere kryssende spillvannsledninger like under kulvertrøret har man imidlertid ikke plass til en slik fundamentplate, og det er istedet foreslått en grusseng på minst 50 cm og en plankeseng eller ca. 10 cm betongavretting på grusen. Grusen legges ut i 2 lag og komprimeres godt med vibroplate eller vibrostamper.

Ved krysningene med riksveien bør kulverten legges på en ca. 25 cm tykk armert betongplate.

Gjenfylling rundt og over spillvannsrøret utføres samtidig med utlegging av grusfundament for overvannskulvert. Rundt spillvannsledningen kan det benyttes tørrskorpemasser.

Etter at ledningene er lagt, gjenfylles grøften forsiktig med oppgravede masser. Der hvor man setter krav til små setninger må det bare benyttes lett komprimerbare masser som utlegges i lag på ca. 30 cm og komprimeres med vibroplate eller vibrostamper. Av hensyn til ledningene må det utvises stor forsiktighet ved komprimeringen, og det må ikke benyttes mekanisk stamper helt inntil rørene.

Ledningenes fallforhold tilsier at man bør forsøke å unngå setninger i grunnen under rørene. Slike setninger vil oppstå ved grunnvannsenkning og oppfyllinger av terrenget.

Da kulvertrørene veier mindre enn vekten av fortrengt jordmasse, vil en begrenset oppfylling på ca. 0.5 m ikke føre til setninger i grunnen under rørene. Ved større oppfyllinger vil det oppstå setninger i områdene der det er bløt leire eller kvikkleire under rørene. En oppfylling på 1.0 m i 4 m bredde beregnes gi en setning av størrelsen 3 cm forutsatt minst 5 m kompressibel leire under bunn av grøft. En grunnvannsenkning på 2 m vil under samme forutsetning gi beregnede setninger av størrelsen 5 cm.

For å unngå at ledningsgrøften virker drenerende er det viktig at rørskjøtene utføres tette, at det fylles tett leire inntil rørene og at grussenger brytes med tversgående leirstrenger. Leirstrengene bør være ca. 50 cm tykke og plasseres for hver 20. m. Leiren komprimeres maskinelt eller med håndstamping.

Hvorvidt man skal benytte tetningsmaterialer som gir tette rørskjøter, er et økonomisk spørsmål som må avgjøres av byggherren.

Setningsulempene ved en delvis drenerende grøft vil komme gradvis over en årrekke, og det kan gå 10 år eller mere før de beregnede setninger har inntruffet. For overvannsledningen vil setningene spille liten rolle, men spillvannsledningen kan få sin kapasitet betydelig nedsatt. Legging av ledningene med tilsvarende overhøyde har vært vurdert, men kan vanskelig gjennomføres på grunn av fallforholdene.

F. KONTROLL.

Grøfte- og ledningsarbeidene er relativt kompliserte på grunn av vanskelige grunnforhold. Det forutsettes at byggherren fører en nøyaktig kontroll med arbeidenes utførelse.

Eventuelle uregelmessigheter under grøftearbeidet, som f.eks. sprekker i marken, glidninger eller hevnninger av gravebunn bør straks meddeles oss, slik at man får vurdert eventuelle nødvendige tiltak i tide.

Vi ser også gjerne at vi holdes regelmessig underrettet om arbeidets fremdrift. Vi kan delta i kontrollarbeidet med befaringer etter nærmere avtale.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

Jan Friis



A.G. Overland.

Boringsstyr. Opptegning av resultatet av sonderboringer

HENSIKTEN MED MARKARBEIDET

Sonderboringer med forskjellige typer redskap brukes for å få den første orientering om dybdene til fjell eller fast grunn samt art og lagringsfasthet av massen. Ved sonderboringene finnes «antatt fjell» og orienterende verdier for massens geotekniske egenskaper.

Ved prøvetaking og laboratorieundersøkelsen av prøvene fås nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene løses på grunnlag av resultatet av sonderboringene og det foreliggende tekniske problem, slik at de best mulig blir representative for byggegrunnen.

Undersøkelsene i marken kan foruten sonderboring og prøvetaking omfatte måling av grunnvannstanden eller porevannstrykket ved piezometere, vinge-boring for skjærfasthetsbestemmelse, belastningsforsøk direkte på grunnen eller på peler, setningsobservasjoner osv.

DREIEBOR

er 20 mm spesialstål i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 30 mm skruespiss. Boret belastes med 100 kg og dreies ned for hånd eller motor.

Motstanden mot boret tegnes opp med en tverrstrek på borhullet dit borspissen er nådd for hver 100 halve omdreining. Antall halve omdreining påføres høyre side av borhullet.

Skravert borhull angir at boret er sunket uten dreining for den belastning som er påført venstre side av borhullet. Er borhullet merket med kryss betyr det at boret er slått ned.

Dreieboret gir forholdsvis god orientering om art og lagringsfasthet av den masse som det bores gjennom.

RAMSONDERING

utføres med 32 mm borestål i 3 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 40 mm sylindrisk spiss. Boret rammes ned ved hjelp av et fallodd på 75 kg, som føres på borstangen og drives av en motornokk.

Rammearbeidet registreres som det antall slag med fallhøyde 50 cm som skal til for å drive boret ned 50 cm. Resultatet tegnes opp ved å avsette rammemotstanden

$$Q_0 = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{Synkning pr. slag}} \quad (\text{tm/m})$$

som funksjon av dybden.

$Q_0 = 1-3$ tm/m tilsvarende en løs grunn.

$Q_0 = 10-20$ tm/m tilsvarende en fast grunn.

Ramboret har normalt større nedtrengningsevne enn dreieboret, men gir mindre pålitelige opplysninger om arten av jordmassene. Ramboret gir gode opplysninger om den dybde peler må rammes til for å oppnå den forutsatte bæreevne.

SPYLEBOR

består av 3/4" rør som spyles ned i grunnen ved hjelp av trykkvann fra ledningsnettet eller fra en motorpumpe. Spyleboret er nederst forsynt med en spylespiss med tilbakeslagsventil og øverst en vannsvivel. Spyleboret er egnet for oppsøking av fjell i finkornet masse, men boret stopper lett i grove masser. Spyleboret gir i alminnelighet ikke pålitelige opplysninger om grunnens art.

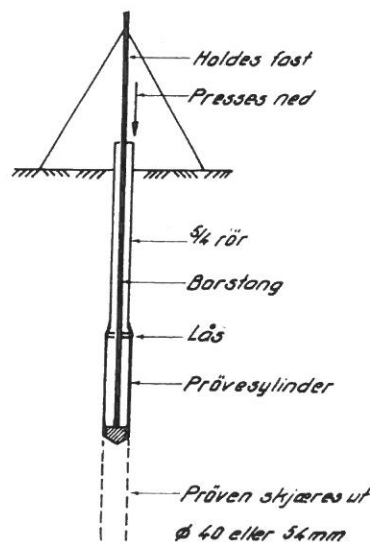
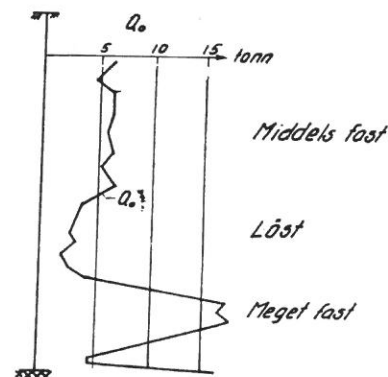
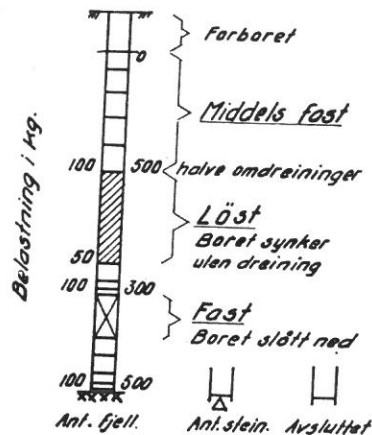
PRØVETAKING

De vanlig brukte prøvetakere er 40 og 54 mm stempelbor. Begge prøvetakere består av en tynnvegget sylinder, som forbindes opp til terrengoverflaten ved hjelp av 5/4" rør. Nederst i sylindere er et stempel som er forbundet til overflaten med borstenger. Stempelet er fastlåst i sylindere nedre ende når prøvetakeren presses ned til ønsket dybde. Når en prøve skal tas, frigjøres låsen, stempelet holdes fast og sylindere presses ned ved hjelp av forlengelsesrørene og skjærer ut prøven.

Prøvetakeren trekkes opp og etter forsegling med voks blir prøvene sendt til laboratoriet for undersøkelse.

RAM-PRØVETAKERE

brukes i meget fast masse. De er i prinsippet som 40 og 54 mm prøvetaker, men vesentlig solidere, slik at de kan rammes ned i grunnen. Prøvene blir ikke uforstyrrede, men blir representative for grunnen hva de øvrige geotekniske egenskaper angår.

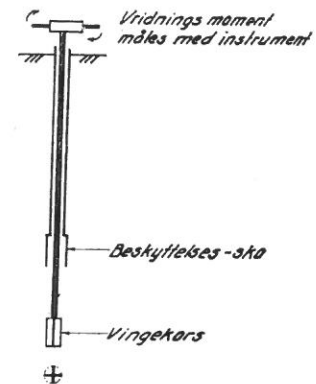


RØRKJERNEBOR

(tubkjernebor) brukes til prøvetaking i faste masser. Et 3" foringsrør med spesiell sko og slagstykke rammes ned med et 150 kg fallodd. Prøver av massen trenger opp gjennom skoen og inn i et indre rør som av og til tas opp og tømmes for prøve-masse.

VINGEBOR

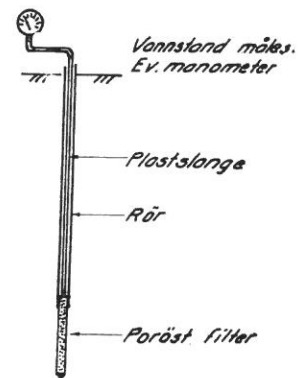
brukes for direkte bestemmelse av leirens skjærfasthet i marken uten å ta opp prøver. Et vingekorset som ligger inne i en beskyttelsessko føres ned til 60 cm over den dybde det skal måles og vingekorset skyves ut av beskyttelsesskoen og ned i leiren. Vingekorset er forbundet opp med borstenger, som gjør det mulig å dreie vingekorset rundt ved hjelp av et instrument som samtidig registrerer det maksimale torsjonsmoment ved brudd i leirmassen rundt vingekorset. Skjærfastheten finnes av en kalibreringskurve.



PORETRYKKSÅLING. BESTEMMELSE AV GRUNNVANNSTANDEN

Et piezometer for måling av porevannstrykket eller grunnvannstanden er et sylindrisk porøst filter med 32 mm diameter. Filteret presses ned i bakken ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret går et stigerør av plast opp gjennom røret. Poretrykket bestemmes ved måling av vannstanden i røret ved et elektrisk instrument eller ved et tilkoblet manometer.

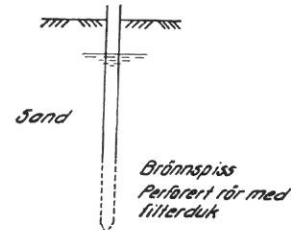
En brønnspeiss brukes til å finne grunnvannstanden i grov sand og grus. Vannstanden måles direkte i røret.



FJELLKONTROLLBORING

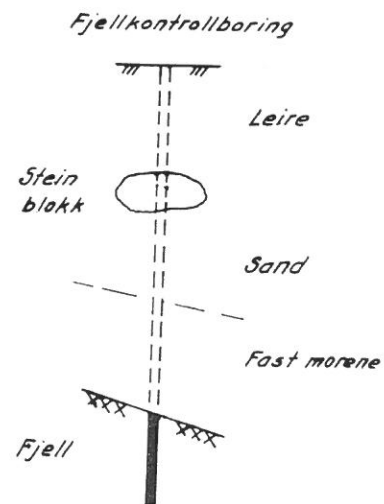
foregår med vognbormaskiner av type Atlas Copco BVB-21. Bormaskinen er montert på en føring på en vogn. Mating og optrekk skjer via kjedetrekk fra en luftmotor. Til boringen brukes 32 mm borstenger i 3 m lengder, som skjøtes ved hjelp av muffer med reppgjenger. Det brukes vanligvis 48 mm hardmetallkrysskjær og vannspyling. Maskinen krever en ca. 9 m³/min. kompressor og 6 ato lufttrykk.

Med dette utstyr kan bores gjennom all slags grunn fra leire til steinfylling. Overgangen mellom løs masse og fjell konstateres ved øket bormotstand og ved at boringen gir jevn fremdrift i fjell. Det bores vanligvis 3—5 m ned i fjellet for å påvise fjellets beliggenhet med full sikkerhet.



ROTASJONSBORING

foregår ved hjelp av en diamantbormaskin, som roterer og mater et rør ned gjennom massen. Røret er nederst påskrudd hardmetall- eller diamantkroner. Inne i røret føres borstenger som nederst har et kjernerør med påskrudd hardmetall- eller diamantkroner for boring gjennom større stein og for boring ned i fjellet for påvisning av fjellets beliggenhet med full sikkerhet. Man får kjerner av større stein og av fjellet, men kun lite representative prøver av den masse som ligger over fjellet. Til kjøling av kroner og stabilisering av borhullet brukes enten vannspyling eller spyling med tung borvæske.



HJELPEUTSTYR

består av rør av forskjellig art som kan senkes, spyles eller rammes ned i grunnen for utføring av borhullet, og som ofte er forsynt med en rammespeiss som kan tas ut av røret når dette er rammet ned til ønsket dybde.

Tung borveske brukes i stor utstrekning ved prøvetaking i sand og grus. Borvesken består bl. a. av oppslemmet bentonit eller leire og hindrer borhull i sand fra å rase sammen.

I spesielle tilfeller blir borvesken pumpet ned gjennom en meisel som løsner massene ved bunnen av borhullet.

Det brukes motornokker, motorpumper og bortårn som muliggjør at redskapen kan heises opp til 20 m i luften over bakken uten å skru av rør.

Nedtrykningsåsk og forankringsrammer, sandpumper, verktøy, arbeidsbrakker osv. er vanlig hjelpeutstyr.

Geotekniske definisjoner. Laboratorieundersøkelse av prøver

LEIRE

er et meget finkornig materiale med kornstørrelser ned til noen tusendels millimeter, og hvor omtrent halvparten av volumet opptas av vann. Ved en økning av belastningen oppstår porevannstrykk, som etterhvert ebber ut. Denne konsolidering krever tid og medfører setninger og bare en langsom økning i fasthet.

SAND

er et grovkornet materiale, hvor porene kan utgjøre 20—60 % av volumet. Ved en belastningsøkning vil porevannstrykket straks dreneres ut og setningene og fasthetsøkningen kommer raskt.

SILT (MOSAND og MJELE eller KVABB) er mellomjordarter med kornstørrelse 0,002—0,006 mm.

MORENE

er en usortert istidsavleiring inneholdende alle kornstørrelser fra leire til store stein. Det skilles mellom grusig, sandig og siltig morene samt moreneleire ut i fra den kornstørrelsen som dominerer jordarten.

SKJÆRFASTHETEN (k , S_u eller τ_f)

av en leire bestemmes ved konusforsøk eller ved trykkforsøk med uhindret sideutvidelse på uforstyrrede prøver. Ved trykkforsøket settes skjærfastheten lik halve trykkfastheten. Ved konusforsøket måles nedsynkingen av en konus med bestemt form og vekt og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell.

Ved konusforsøk, enaksiale trykkforsøk eller vingebor bestemmes den udrenerte skjærfasthet hvis anvendelse i geotekniske beregninger er betinget av at belastningene påføres såvidt hurtig at jordarten ikke får anledning til å avgi eller oppta vann og endre sin skjærfasthet tilsvarende.

Skjærfastheten uttrykkes i τ/m^2 og opptegnes oftest i diagram på tegningene med angivelse av bruddformasjonen.

SKJÆRFASTHETSPARAMETRENE (c' og ϕ')

(«tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel») bestemmes ved triaksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omsluttet med en gummihud og får konsolidere med fri drenering under allsidig vanntrykk i en trykkselle. Prøven blir dernest belastet aksialt til brudd, mens porevannstrykket måles. Resultatet av flere forsøk med forskjellige konsolideringstrykk fremstilles i et Mohr's diagram hvor skjærfastheten angis som funksjon av de effektive hovedspenninger.

Skjærfasthetsparametrene må kjennes for å kunne utføre beregninger hvor det må tas hensyn til endringene i grunnens skjærfasthet som følge av endringer i belastningene og porevannstrykket.

SENSITIVITETEN (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 (kvikkleirer).

RELATIV FASTHET (H_1)

er et sammenligningstall som gir uttrykk for hvor løs en leire er i omrørt tilstand. H_1 bestemmes ved konusforsøk og varierer vanligvis mellom verdier på ca. 80 til verdier under 1.

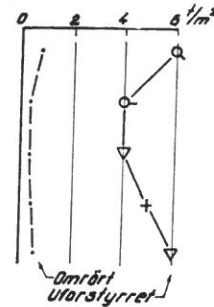
Vi definerer en kvikkleire som en leire med H_1 mindre enn 3,0, hvilket tilsvarer en flytende konsistens.

VANNINNHALDET (W)

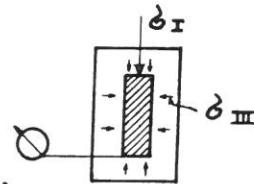
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørring under $110^\circ C$.

Ved sandprøver kan det bero på tilfeldigheter hvor meget vann det er i porene. Vanligvis oppgis det vanninnhold som tilsvarer vannfylte porer ved den målte porøsitet.

Normalt vanninnhold i norske leirer ligger på omkring 35 %. Høyt vanninnhold tyder på høy kompressibilitet.



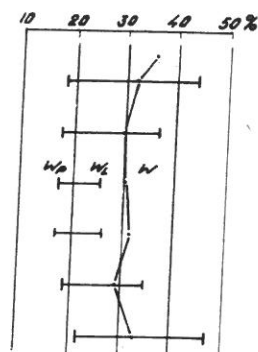
- Trykkforsøk
- 15-20% deformasjon ved brudd
- ▽ Konusforsøk
- + Vingebor



FLYTEGRENSE (W_L) 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.

Vanninnhold, flytegrense og utrullingsgrense settes gjerne opp i et felles diagram, som gir oversikt over karakteristiske egenskaper ved leirlagene.

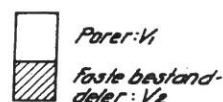


PORØSITETEN (n)

er volumet av prøvene i % av totalvolumet av prøven. En leire har normalt porøsitet på omkring 50 %. En sand kan ha porøsitet fra ca. 20 % til ca. 60 %. En høy porøsitet tyder på høy kompressibilitet.

PORETALET (e)

er definert som forholdet mellom porevolumet og volumet av fast stoff i en prøve.



$$n = \frac{V_p \cdot 100}{V_p + V_s}$$

$$e = \frac{V_p}{V_s} = \frac{n}{1-n}$$

$$w = \frac{n}{1-n} \cdot \frac{L}{G_s} \%$$

ROMVEKTEN (γ)

er vekten pr. volumenhet av prøven. Romvekt, vanninnhold og porøsitet er sammenhengende verdier ved vannfylte prøver og er alle uttrykk for lagringsfastheten.

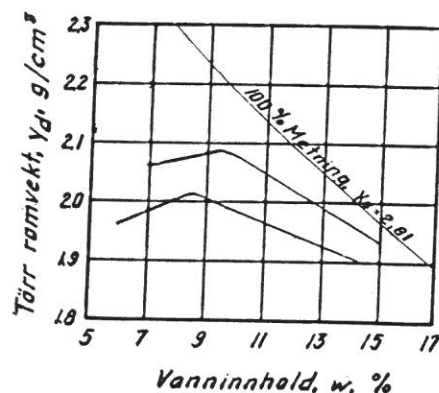
TØRR ROMVEKT (γ_D)

er vekten av tørrstoffet pr. volumenhet av en prøve.

PAKNINGSFORSØK (Proctor-forsøk)

utføres for å bestemme hvorledes en jordart best kan komprimeres (sammenpakkjes). Prøver av den masse som skal undersøkes innstemples i en sylinder ved forskjellige vanninnhold. Komprimeringsarbeidet holdes konstant (6 kgm/cm³ eller 25 kgm/cm³) og for hvert forsøk bestemmes tørr romvekt og vanninnholdet. Resultatene fremstilles i et diagram der tørr romvekt vises som funksjon av vanninnholdet.

Proctor-maksimum er den maksimalt oppnådde tørre romvekt. Det tilsvarende vanninnhold betegnes som det optimale vanninnhold.

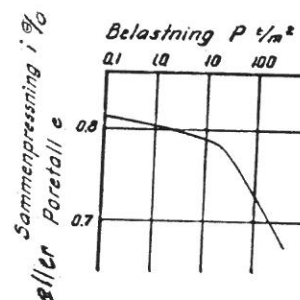


HUMUSINNHOLDET (o)

blir bestemt ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humifiserte organiske bestanddeler tilnærmet i % av tørrstoff. Det tallmessige uttrykk har sin verdi bare for sammenligning. Høye humusinnhold på 2—3 % gir høy kompressibilitet og lang konsolideringstid.

KOMPRESSIBILITETEN

måles ved ødometerforsøk, hvor en leirprøve påføres belastning trinnvis og sammentrykningen avleses på hvert belastningstrinn for bestemte tidsintervaller. Ved forsøket bestemmes jordartens sammentrykningstall og konsolideringskoeffisient som gir grunnlag for beregning av setningenes størrelse og tidsforløp.



KORNFORDELINGSANALYSE

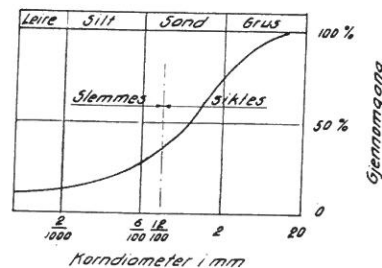
utføres ved sikting fra fraksjonene større enn 0,012 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes i vann og suspensjonens romvekt måles med bestemte tidsintervaller ved et hydrometer. Kornfordelingskurven beregnes ut fra Stokes lov om partiklers sedimentasjonshastighet.

TELEFARLIGHET

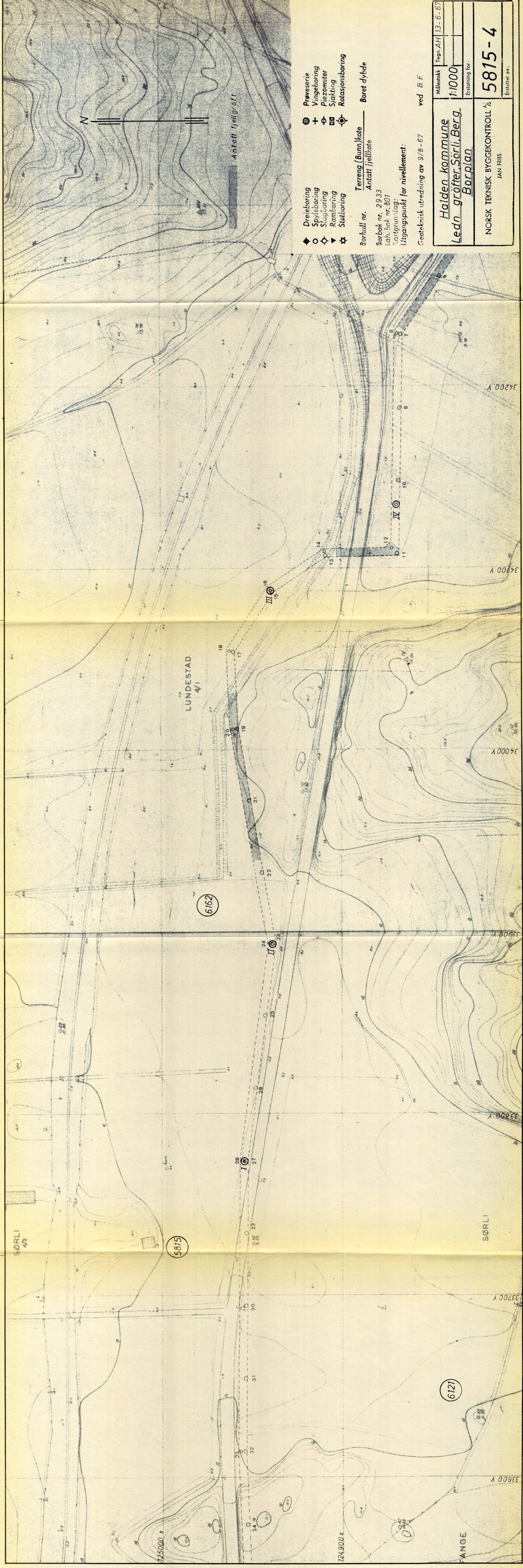
bestemmes ut fra kornfordelingsanalysen og den kapillære stighøyde i massen som måles i et kapillarimeter. Telefarligheten graderes i gruppene T 1 (ikke telefarlig), T 2 (lite telefarlig), T 3 (middels telefarlig) og T 4 (meget telefarlig).

PERMEABILITETSKOEFFISIENTEN (k)

er definert ved Darcys lov, $V = k \cdot I$, hvor V er strømningshastigheten av porevannet og I er gradienten. k uttrykkes vanligvis i cm/sek. og ligger for leirer i området 10^{-6} til 10^{-9} cm/sek. og for sand i området 10^{-1} til 10^{-3} cm/sek. Under en gradient på $I = 1$ kan strømningshastigheten i fet leire følgelig være så liten som 1 cm i året.



Permeabilitetskoeffisienten kan beregnes ut fra tidsforløpet ved ødometerforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnitt under kjent trykfall.



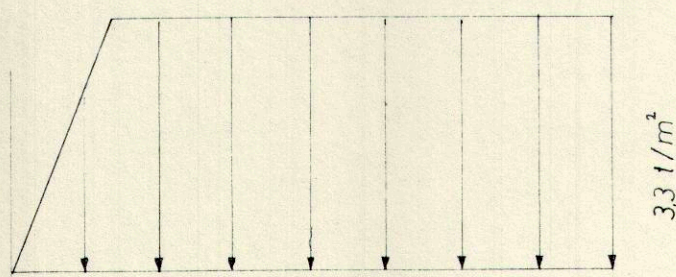
- ⊕ Dreieborring
- ⊕ Spyleborring
- ⊕ Slegborring
- ⊕ Ramboring
- ⊕ Stølboring
- ⊕ Prøveserier
- ⊕ Vingeboring
- ⊕ Piezometer
- ⊕ Sjøaktning
- ⊕ Rotasjonsboring

Borhull nr. Terreng (Bunn)kote
 Antatt fjellkote

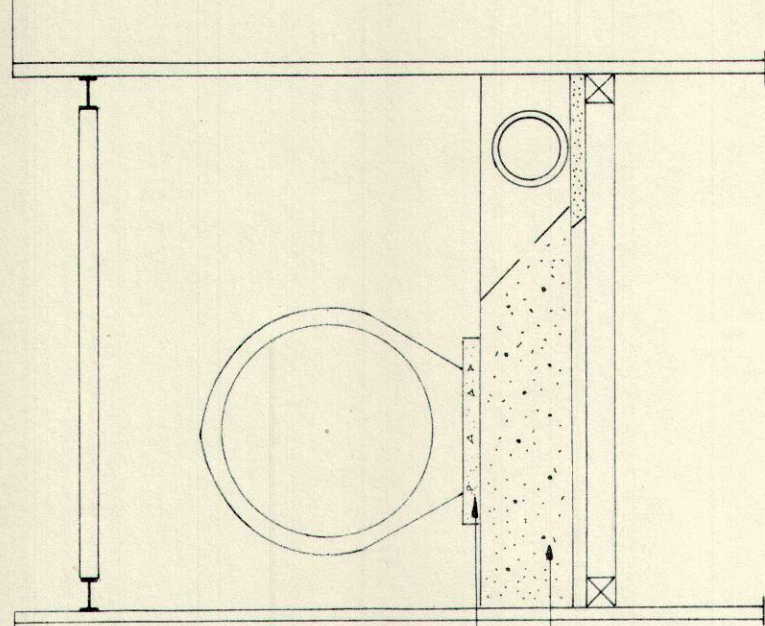
Borhull nr. 2933
 tab. bok nr. 801
 Kartgrunnlag:
 Utgangspunkt for nivellement:
 Geoteknisk utredning av 9/8-67 ved B. F.

Målestokk	Tegn.-AH	13-6-67
1:1000		
Erstalling for:		
5815-4		
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS JAN FRIS		
Halden kommune Ledn. grøfter, Sørli, Berg, Borplan		

Dimensjonerende jordtrykk



$D = 3.5 - 4.0 \text{ m}$



Övre avstivning:
Puter DIP 18
Stivere DIP 14 c/c 3 m

Stålspunt:
 $W_x > 250 \text{ cm}^3/\text{m}$

Nedre avstivning:
Puter 8" x 8"
Stivere ø7" c/c 1.5 m

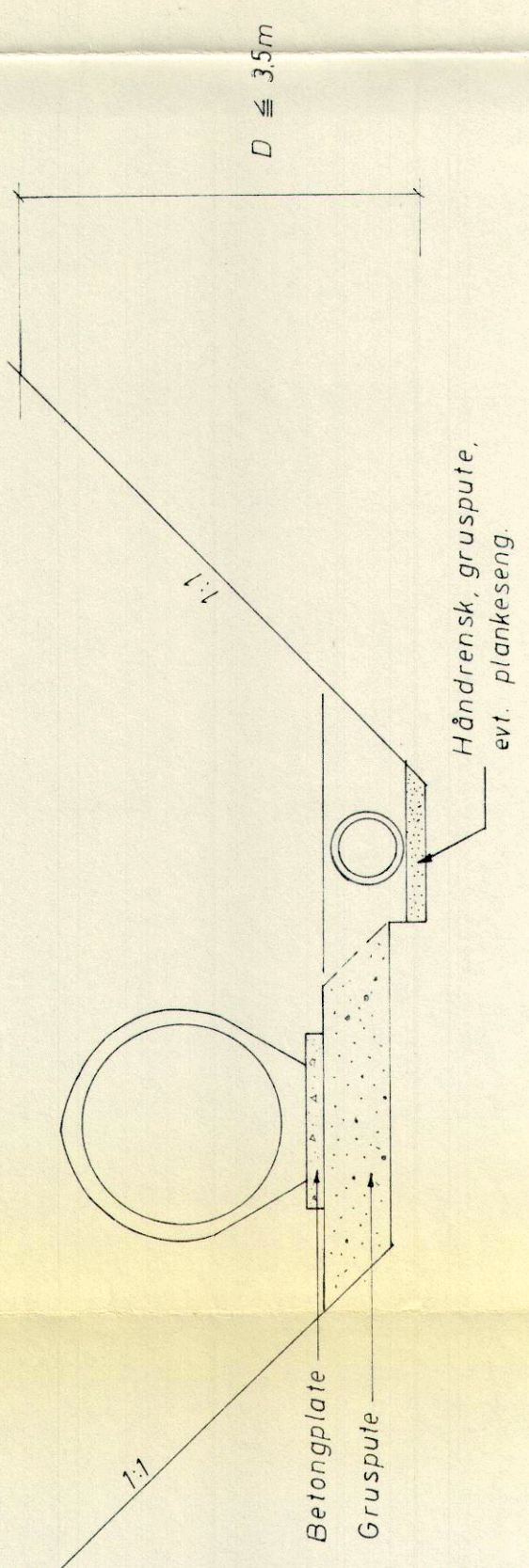
MERKNAD

På strekningen kum nr. 7-8 til kum nr. 9 blir dimensjonerende jordtrykk 5.5 t/m².

DIMENSJONERING:

- Stålspunt: $W_x > 250 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Övre avstivning:
Puter DIP 18
Stivere DIP 14, c/c 2.3 m
- Nedre avstivning:
Puter 8" x 8"
Stivere ø7" c/c 1.0 m

Allt spuntet grøft



Allt. åpen grøft

Målestokk	Tegn. A/H	8-8-67
1:50		
Etablert for:		
Halden Kommune		
Ledn. grøfter Sørli, Berg		
Prinsipptegning		
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS		
JAN FRIIS		
5815-6		
Etablert av:		

