

11

SO D6

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Rapport over:

Grunnundersøkelser for kloakk-
renseanlegg på Bekkelaget ved
Ormsund Roklubb.

O.106-4.

22.november 1956.

SO. D6

Rapport over:

Grunnundersøkelser for kloakkrensaneanlegg
på Bekkelaget ved Ormsund Roklubb.

O.106-4.

22.november 1956.

- Bilag 1. Tegnforklaring og normer.
2. Situasjonsplan.
 3. Borprofil, hull 1.
 4. Borprofil, hull 2.
 5. Borprofil, hull 4.
 6. Vinge boring, hull 3 og 5.
 7. Beregnet setning som funksjon av leir-
lagets tykkelse og fyllingsvekt.
 8. Tid-setningsforløp.
 9. Profil A.

1. INNLEDNING.

Efter oppdrag fra Oslo kommune, Vann- og Kloakkvesenet, ved Den geotekniske konsulent, har Norges geotekniske institutt utført grunnundersøkelser i bukten ved Ormsund Roklubb på Bekkelaget. Oslo Havnevesen har over dette parti planlagt et kaianlegg som krever oppfylling av et større område utenfor strandlinjen. Terranget langs strandlinjen på partiet mellom Kneppebakken og Ormsundsvelen, samt bukten ved Ormsund Roklubb ønskes utnyttet av Oslo kommune, Vann- og kloakkvesenet, for utbygging av kloakkrensaneanlegg.

Hensikten med Instituttets undersøkelser har vært å klarlegge stabilitetsforholdene for kai og oppfylt areal bakenfor, samt spørsmålet om setninger på det arealet som skal utfylles.

I den foreliggende rapport vil det bli gjort rede for de spørsmål med hensyn til stabilitetsforhold og setninger som vedrører kloakkrensaneanlegget. Spørsmål som er av spesiell interesse for kaianleggene er behandlet i Instituttets rapport C.126 til Oslo Havnevesen.

2. UTFÖRTE BORINGER.

Markarbeidet er utført i tiden 16.september til 10.oktober 1955 under ledelse av borleder G. Kvale fra Instituttet. Boreflåte og hjelpe-mannskap ble stillet til rådighet av Oslo Havnevesen. Innmåling av borhullene er foretatt av Instituttet.

Undersøkelsene har bestått i sonderboring, vinge-boring og prøvetaking. Beliggenheten av de enkelte borhull er angitt på situasjonsplanen i bilag 2.

Sonderboring.

Det anvendte sonderutstyr består av 20 mm borstenger som skrues sammen med glatte skjöter. Boret er nederst forsynt med en 20 cm lang pyramideformet spiss med største sidekant 3 cm, spissen er vridt en omdreining. Boret drives ned ved minimumsbelastning, idet belastningen ökes stegvis opp til 100 kg. Hvis boret ikke synker for denne belastning, foretas dreining.

Alle sonderboringene ble avsluttet på antatt fjell og resultatet av de enkelte dybdebestemmelser er angitt på situasjonsplanen i bilag 2.

Vingeboring.

Ved vingeboring bestemmes grunnens skjærfasthet direkte i marken. Et vingekors presses ned i grunnen og dreies rundt med en bestemt og jevn hastighet inntil man oppnår brudd. Maksimalt dreiemoment under dreiningen gir grunnlag for å beregne skjærfastheten. Grunnens skjærfasthet bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand.

Ved vurderingen av vingeborresultatene må man være oppmerksom på at målingene kan gi gale verdier dersom det finnes sand, grus eller stein i grunnen. Skjærfastheten kan bli for stor hvis det ligger en stein ved vingen, og den målte verdi kan bli for lav hvis det presses ned stein foran vingen, slik at leira omrøres før målingen.

Resultatet av vingeboringene er vist i diagram på bilagene 3-6.

Prøvetaking.

Med det anvendte prøvetakingsutstyr skjæres prøvene ut med tynnveggede stålrør, lengde 80 cm og diameter 54 mm. Prøvesylindrene forsegles i begge ender med voks og gummihefter før de transporteres til laboratoriet.

Det er tatt opp tilsammen 35 prøver fra 3 borhull.

3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

De opptatte prøver er undersøkt på Instituttets laboratorium. Prøvene skyves ut av sylindrene og ved besiktigelse blir det gitt en jordartsbeskrivelse. Videre er det utført følgende bestemmelser:

Romvekt er angitt i t/m^3 .

Vanninnhold er angitt som vekt av vann i prosent av tørrstoff etter tørking ved $110^{\circ}C$.

Flytegrensen og utrullingsgrense er vanninnholdet i prosent ved høyeste og laveste grense for plastisk område av omrørt materiale.

Skjærfastheten er bestemt ved enaksiale trykkforsøk på prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm og høyde 10 cm. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten. Skjærfastheten av uforstyrret og omrørt prøve er også bestemt ved konusforsøk.

Sensitiviteten er forholdet mellom skjærfastheten av uforstyrret og omrørt materiale.

Resultatet av disse laboratorieundersøkelsene er angitt ved diagram på borprofilene i bilagene 3-5.

Ödometerforsök.

For å kunne utføre en setningsberegning, er det foretatt ödometerforsök med prøver fra forskjellige dybder. Ved et ödometerforsök inneslutes en 2 cm tykk skive av prøven med diameter 5 cm i en sylinder. Pröven er anbragt mellom poröse filterstener og belastes trinnvis, idet man for hvert lasttrinn bestemmer sammentrykningen av prøven som funksjon av tiden. Et uttrykk for sammentrykning av prøven er angitt ved forandringen av prøvens porettall e . Poretallet er definert som forholdet mellom volum av hulrom og volum av fast stoff.

Det er tilsammen utfört 11 konsolideringsforsök i ödometer fra följende hull og dybder:

Hull 1	4,3 - 6,2 - 8,0 og 15,3 m
" 2	6,5 - 8,4 - 10,4 - 11,6 og 14,6 m
" 4	7,7 og 9,7 m.

4. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE.

Sommeren 1954 utförte Norges geotekniske institutt efter oppdrag av Oslo kommune, Vann- og kloakkvesenet, grunnundersökelse på området innenfor strandlinjen mellom Bekkelagskollen og Ormsundet. Resultatet av disse undersökelse er fremlagt i Instituttets rapport O.106-1, -2, -3.

Fjelllets beliggenhet.

Utenfor strandlinjen er det tidligere av Oslo Havnevesen foretatt opplodding og dybdebestemmelser til fjell langs en rekke profiler utover i sjöen. På grunnlag av disse dybdebestemmelser og med stötte i Instituttets undersökelse på området er det på situasjonsplanen i bilag 2 vist antatt forlöp av fjellkotene.

Langs stranden nedenfor Bekkelagskollen og nord for Kneppeskjæret er det fjell i dagen. Kneppeskjæret stikker frem i sjöen over kote 0 mellom Bekkelagskollen og bukten nord for Ormsund Roklubb. Mellom Bekkelagskollen og Kneppeskjæret er det en dyprenne i öst-vestlig retning over området. Fjellet faller av utover langs dyprennen fra ca. kote -5 ved land til kote -25 ca. 80 m ute i sjöen. Ormsund Roklubb er delvis fundamentert på fjell, og det er synlig fjell langs stranden fra Klubbhuset og sydover mot Ormsundet. I bukten mellom Ormsund Roklubb og Kneppeskjæret går det en dyprenne utover i sjöen i öst-vestlig retning. Innerst

i bukten er fjellet beliggende på ca. kote -10. Fjellet faller av utover langs dyprennen frem til ca. 80 m syd for Knappeskjæret, hvor fjellet ligger på ca. kote -20. Videre utover ligger bunnen av dyprennen på ca. kote -20.

På situasjonsplanen i bilag 2 er det ved de enkelte av Instituttets boringer angitt terrengkote, fjellkote og boringsdybde. Det fremgår at tykkelsen av jordmassene er størst langs dyprennen mellom Knappeskjæret og Ormsund Roklubb, og Instituttets undersøkelser er konsentrert om denne dyprenne. Profil A-A langs dyprennen med beliggenhet som angitt på situasjonsplanen er vist i bilag 9. Resultatet av de utførte vingeboringer langs profilet er inntegnet på profilet og det er angitt en jordartsbeskrivelse.

På grunnlag av undersøkelsene kan grunnforholdene langs profil A beskrives på følgende måte:

I bukten mellom Knappeskjæret og Ormsund Roklubb faller sjøbunnen svakt av utover langs profilet fra kote -0,5 innerst i bukten til kote -2,8 ved borhull 2. Videre utover langs profilet er sjøbunnen vesentlig brattere og ved borhull 3 ligger bunnen på kote -12,6.

Grunnen består øverst av bløt gytje som innerst i bukten ved borhull 1 har en tykkelse på ca. 0,5 m. Tykkelsen tiltar utover langs profilet og er ved boring 3 ca. 2 m. Under gytjen er det bløt leire med et vanninnhold som gjennomgående ligger mellom 40 og 50%. Materialets flytegrense er stort sett lik vanninnholdet. Tykkelsen av leirmassene er ca. 16 m ved borhullene 1 og 2, og 4,5 m ved borhull 3. Under ca. 8 m er leira sand- og grusholdig og noe fastere enn den overliggende leire. Tykkelsen av den sand- og grusholdige leira er ca. 8 m ved borhullene 1 og 2, og 1 m ved borhull 3. Leiras skjærfasthet ved borhullene 1 og 2 tiltar med dybden fra ca. $0,5 \text{ t/m}^2$ under gytjen til ca. 2 t/m^2 i 3-4 m dybde. På større dybde avtar skjærfastheten til ca. 1 t/m^2 mellom 6 og 7 m under sjøbunnen. Under 6-7 m dybde tiltar skjærfastheten igjen til $2,0-2,5 \text{ t/m}^2$ i ca. 12 m dybde, og under denne dybde er skjærfastheten tilnærmet konstant $2,0-2,5$ ned til fjell. Sensitiviteten veksler sterkt, og stort sett kan leira betegnes som meget sensitiv og på overgangen til kvikkleire.

Grunnforholdene innover land langs det undersøkte området er beskrevet i Instituttets rapport O.106-1 datert 28. august 1954. Ved boring 33 (1954), som er medtatt på profil A-A i bilag 3, består grunnen øverst

av kvikkleire med skjærfasthet ca. 1 t/m^2 ned til ca. 7 m under terreng. Under ca. 7 m er det ca. 5 m sand- og grusholdig leire ned til fjell, som er påtruffet i 12 m dybde.

Ca. 45 m fra land vest for Ormsund Roklubb er det utført en boring, hull 4, som viser at grunnen under ca. 2 m gytje består av ca. 7 m leire. Øverst er det ca. 3,5 m meget bløt sensitiv leire med skjærfasthet som tiltar fra ca. $0,5 \text{ t/m}^2$ under gytjen til $1,0-1,5 \text{ t/m}^2$ i 5,5 m dybde. Fra 5,5 til 9,0 m er det bløt sand- og grusholdig leire med en skjærfasthet som gjennomgående ligger mellom $1,0-2,0 \text{ t/m}^2$.

Mellom Bekkelagskollen og Kneppeskjæret er det foretatt en vinge-boring, hull 5, i sjøen ca. 40 m fra land. Grunnen består under ca. 2,0 m gytje av 3,5 m meget bløt sensitiv leire med skjærfasthet mellom $0,5$ og $1,0 \text{ t/m}^2$.

På situasjonsplanen i bilag 2 er det inntegnet to alternative kailinjer. Det fremgår av de engitte boreddybder at tykkelsen av løsavleiringene over fjellet er relativt liten langs alternativ II. Ved boring 3 ved profil A og ved boring 5 utenfor Bekkelagskollen er tykkelsen av jordmassene over fjellet henholdsvis 5,3 og 5,1 m. Langs kailinjen forøvrig er tykkelsen av massene over fjellet bestemt til mellom 0,2 og 1,3 m og består vesentlig av gytje.

5. UTNYTTELSE AV AREALET I ORMSUNDBUKTEN FOR RENSEANLEGG.

Det foreligger planer om å fylle ut Ormsundbukten og bruke dette areal for renseanlegget. De byggverk, eventuelt tanker, som skal plasseres på området forutsetter fundament på peler til fjell.

En betingelse for at fyllingen kan legges ^{ut} er imidlertid at den er tilstrekkelig stabil mot utglidninger ut mot fjorden. Ved en oppfylling til kote 2,2, som er normal kaihöyde, vil man ikke få tilstrekkelig sikkerhet mot en slik utglidning.

Sikring av fyllingen mot utglidning vil antagelig mest hensiktsmessig kunne utføres ved en barriere til fjell. En slik barriere vil man oppnå ved kaikonstruksjonen. Denne forutsettes ført ned til fjell eller lagt på en seng av sand og stein som ligger direkte på fjellet. Kai-

konstruksjonen må således kunne oppta jordtrykket fra oppfyllingen bak kaien.

Efterat kaien er utført over bukten, kan oppfyllingen av hele arealet innenfor finne sted. For å unngå utglidninger i anleggstiden, må utfyllingen utføres fra bak-kant kai og i retning inn mot land inntil man har sikret arealet innenfor og kan gå frem med fylling også fra land.

6. SETNINGER VED OPPFYLLINGEN.

På grunnlag av ödometerforsökene er det foretatt en beregning av konsolideringssetningens størrelse. I bilag 7 er satt opp et diagram som angir konsolideringssetningenes størrelse som funksjon av fyllingsvekten og leirlagets tykkelse. Det er her ikke tatt hensyn til setningene i det övre gytjelag, idet man antar at dette blir skviset ut eller opp i steinfyllingen ved utfyllingen.

Ved borhull 2 blir f.eks. fyllingsvekten ca. $9,5 \text{ t/m}^2$ og leirlagets tykkelse er ca. 15 m. Dette gir ifölge diagrammet en konsolideringssetning på 1,1 m. Regnes elastiske og sekundære setninger i tillegg, blir totalsetningen på dette sted ca. 1,4 m.

I bilag 8 er vist tid-setningskurver for konsolideringssetningene ved forskjellige leirlagstykkelser. Ved 15 m tykt leirlag har f.eks. 50% av konsolideringssetningene funnet sted efter 5,5 år.

Den eneste effektive måte å påskynde setningsforløpet på vil være å utføre en dypdrenering, f.eks. ved å føre vertikale sandsöyler ned gjennom leiravsetningen. Vannutpressingen av leira foregår da lettere og konsolideringssetningene finner sted tilsvarende hurtigere.

Dypdrenering er et prinsipp som i stor grad kommer til anvendelse ved fyllingsarbeider på dårlig grunn i en rekke land.

En midlertidig overbelastning i forbindelse med dypdreneringen vil ytterligere påskynde setningene.

7. KONKLUSJON.

På grunn av faren for utglidninger, finner Instituttet ikke å kunne til-

råde at det foretas en utfylling av Ormsundbukten før arealet er sikret ved byggingen av kai og oppfylling like innenfor kaien.

Den blöte og sterkt kompressible leira som man har på området vil forårsake relativt store setninger. For hurtigst mulig å få et mest mulig setningsfritt areal, bör det overveies å utföre en dypdrenering f.eks. med vertikale sanddren til fjell.






NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Laurits Bjerrum
Laurits Bjerrum

Ove Eide
Ove Eide

GE/ET

TEGNFORKLARING OG NORMER FOR BETEGNELSE AV JORDARTERSIGNATUR

	Fyllmasse
	Grus
	Sand
	Silt
	Leire

KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse	Betegnelse
> 20 mm	Stein
20 - 6 mm	Grov- grus
6 - 2 mm	Fin-
2 - 0.6 mm	Grov-
0.6 - 0.2 mm	Mellom- sand
0.2 - 0.06 mm	Fin-
0.06 - 0.002 mm	Silt
< 0.002 mm	Leire

SKJÆRFASHTHET

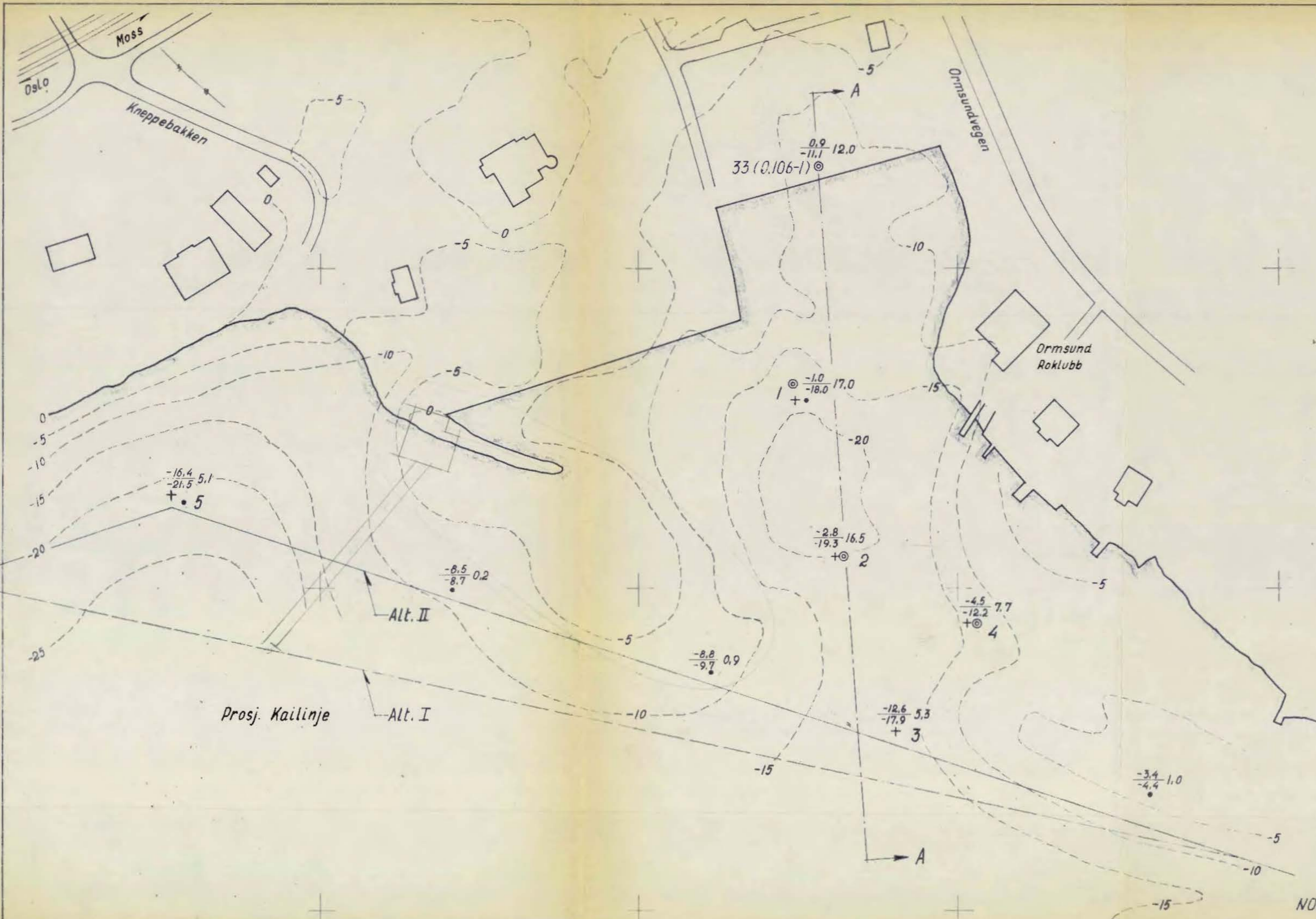
Skjærfasthet	Betegnelse
< 1.25 t/m ²	Meget bløt
1.25 - 2.5 t/m ²	Bløt
2.5 - 5 t/m ²	Middels fast
5 - 10 t/m ²	Fast
> 10 t/m ²	Meget fast

SENSITIVITET

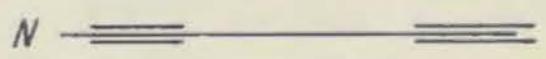
Sensitivitet er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og fullstendig omrørt tilstand

Sensitivitet	Betegnelse
1 - 4	Lite sensitiv
4 - 8	Sensitiv
8 - 32	Kvikk
> 32	Meget kvikk

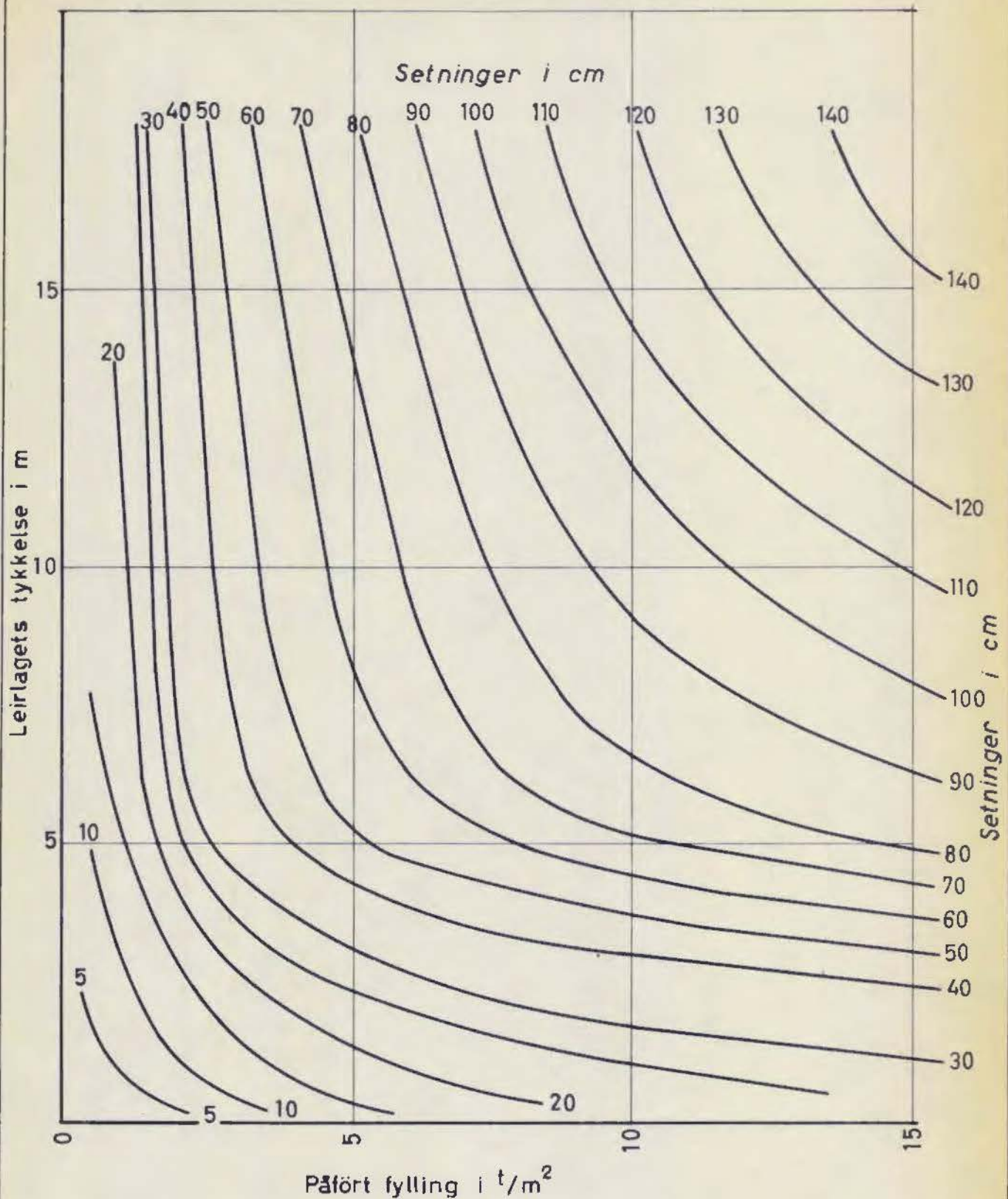
Leire med stor sensitivitet og som i omrørt tilstand har en flytende konsistens, kalles "kvikkleire".



Tegnforklaring:
 \odot Prøvetaking
 $+$ Vingeboring
 \bullet Sonderboring, $\frac{\text{terr. kote}}{\text{ant. fjellkote}}$ dybde.



BEKKELAGET ORMØYA
 Situasjonsplan
 Mål=1:1000

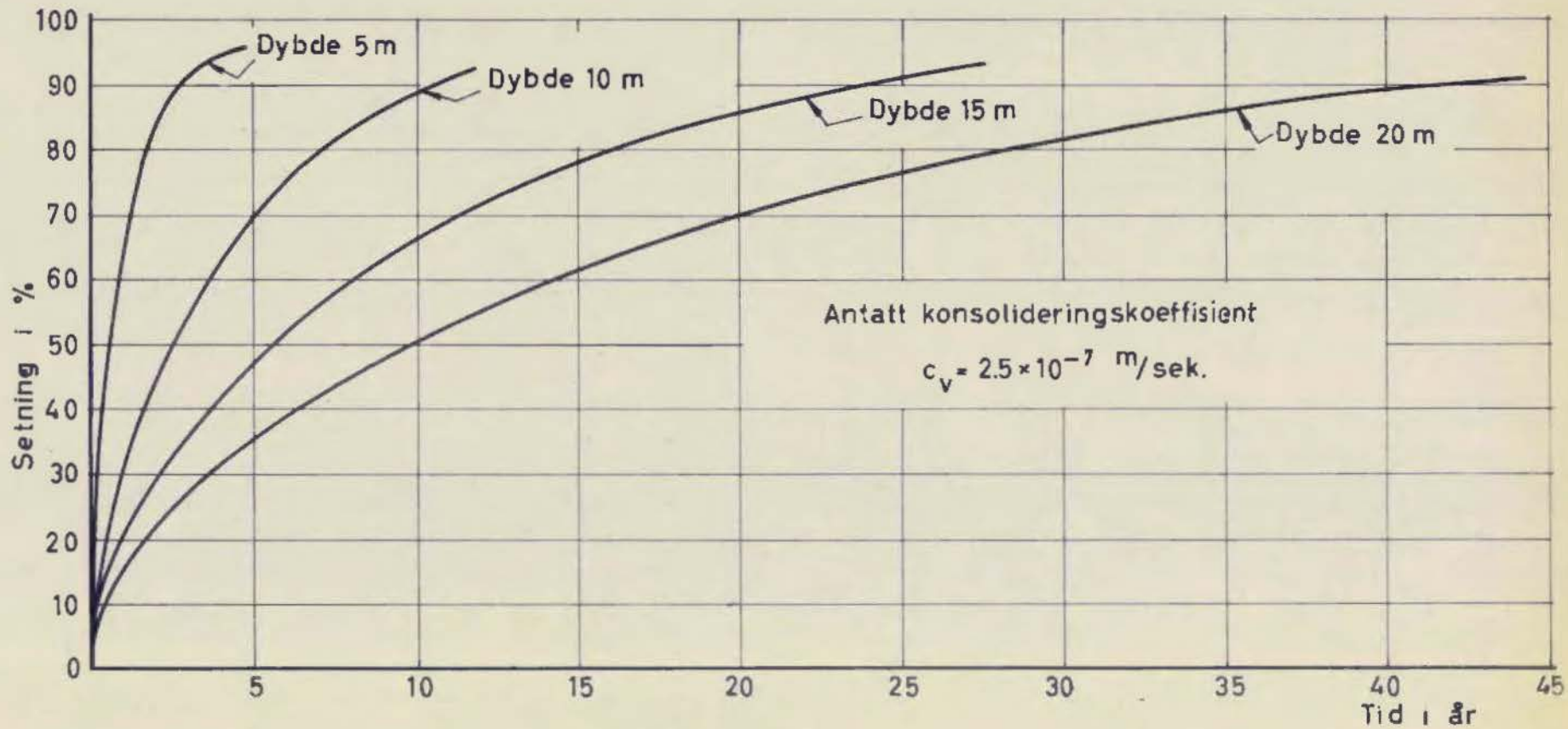


BEKKELAGET ved ORMSUND ROHUS

Primære konsolideringssetninger som funksjon av last og leirlagets tykkelse

Totalsetninger av leirlaget $\approx 130\%$ av kurveverdier

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT,



Primære konsolideringssetninger som funksjon av tiden for forskjellige dybder til fjell

