

Oppdragsgiver: **Støen Gård AS**

Oppdragsnr.: **52207144** Dokumentnr.: **52207144_02**

Til: Hans A. Støen

Fra: Amund Gaut

Dato 2022-10-18

► Utvidelse av Støen grustak. Geoteknisk stabilitet

Behovet for stabilitetsvurdering

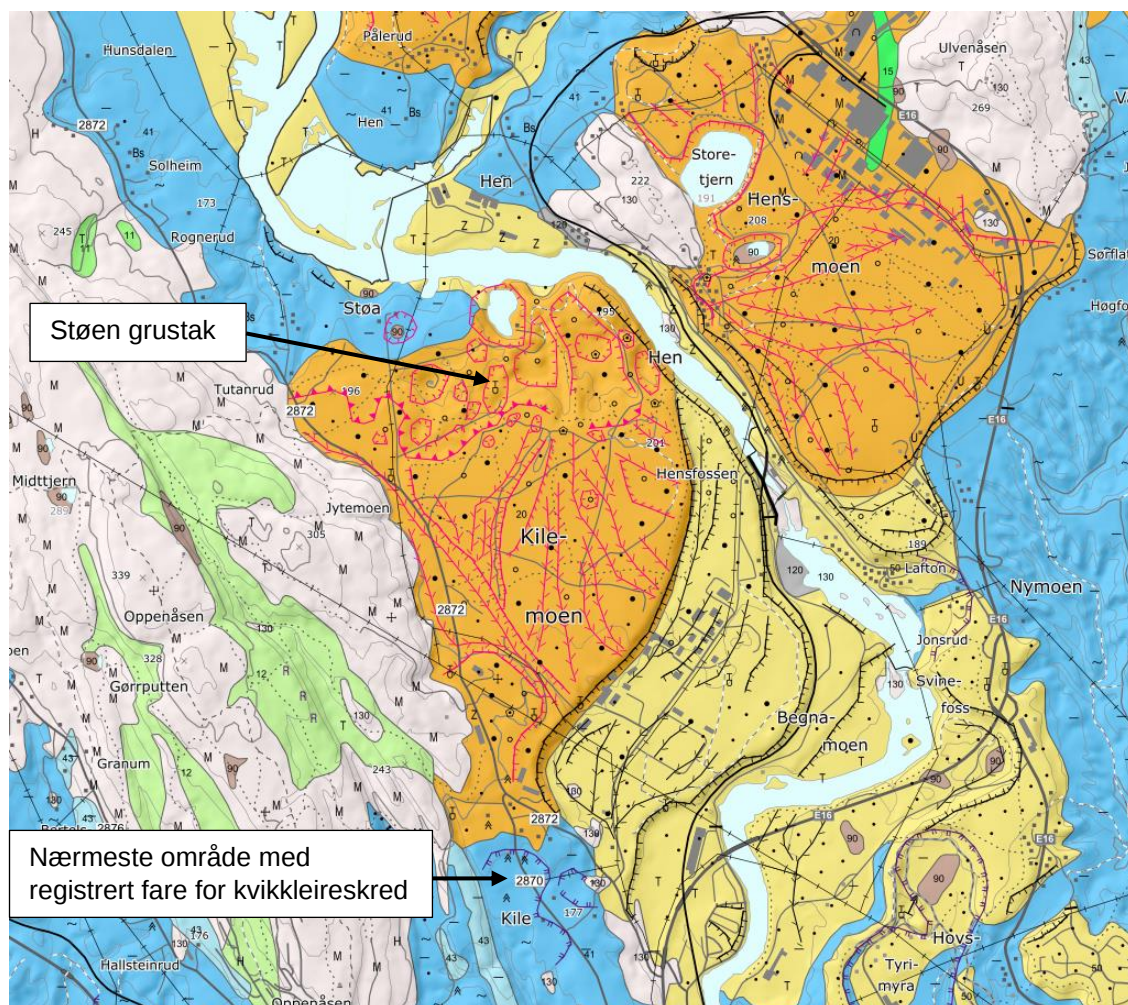
På grunnlag av en forespørsel fra Ringerike kommune har NVE (NVE 2022) anbefalt at tidligere grunnundersøkelser og terrengforholdene ved Kilemoen vurderes nærmere for at man skal kunne være sikre på at det ikke er fare for kvikkleireskred i området. Norconsult har tatt utgangspunkt i NVEs veileder 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkleierskred*, og dens avsnitt 3.2 *prosedyre for utredning av områdeskredfare*.

Dette notatet oppsummerer de utredningene som er gjort i henhold til prosedyrens steg 1-3:

1. Undersøkelse av om det finnes registrerte faresoner i området
 2. Avgrensning av områder med mulig marin leire
 3. Avgrensning av område som kan være utsatt for kvikkleireskred
1. NVEs faresonekart viser ingen faresoner for kvikkleire i nærheten av Kilemoen. Nærmeste registrerte fareområde vises med de avmerkede skredgropene i leirområdene ved Kile, helt syd i figur 1.
 2. Nærmeste områder med marin leire fremgår av kopien av NGUs løsmassekart i figur 1. Dette karte viser i utgangspunktet jordarten i den øverste halve meter av massene. Beskrivelsen av Kilemoens dannelseshistorie med referanse til tidligere grunnundersøkelser er gjengitt i de neste avsnittene som dokumentasjon på at mulige ustabile masser heller ikke finnes dypere i avsetningen.
 3. Denne dokumentasjonen viser at det ikke er masser som vil kunne føre til områdeskredfare ved den planlagte utvidelsen av Støen grustak. I henhold til veilederen er det derfor ikke behov for å gå videre til prosedyrens steg 4 – 11.

Dannelsesmåte og Geologisk beskrivelse.

Kilemoen med vannverk og grustak er en stor brerandavsening avsatt mot slutten av siste istid. Forekomsten er kartlagt og beskrevet av Norges geologiske undersøkelse både i forbindelse med generell kvartærgeologisk kartlegging, undersøkelser av sand og grusforekomster og som grunnlag for etablering og oppfølging av brønnene for Ringerike vannverk. Utsnittet fra NGUs løsmassekart i figur 1 viser utbredelsen av forekomsten. Den omfattet i utgangspunktet også deler av Begnamoen, hvor de øverste massene nå er avmerket som elveavsetninger som følge av erosjon og gjenavsetning av elvesedimenter.

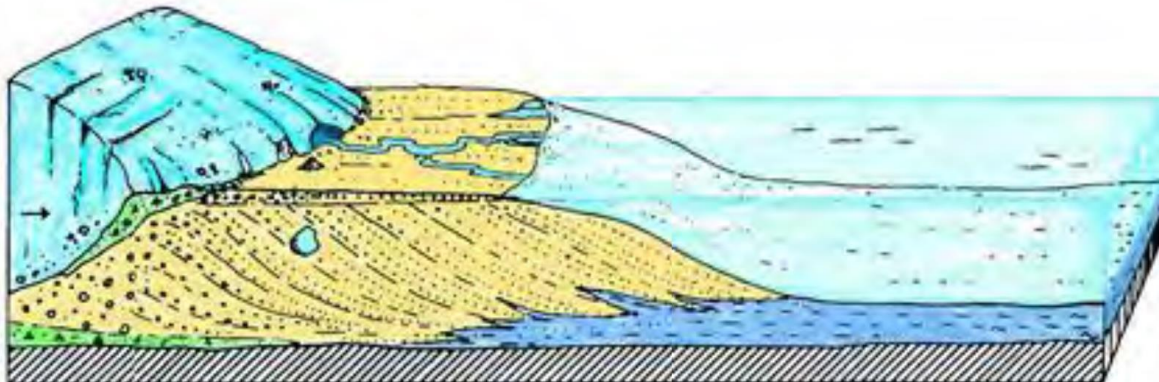


Figur 1. Utsnitt av kvartærgeologisk kart 1: 50.000. (www.ngu.no).

Fargekoder: Orange: brelvavsetning, Gul: elveavsetning, Blå: marin avsetning (ofte leire), Grønn: Morene

Beskrivelsen nedenfor er for en stor del hentet fra Norges geologiske undersøkelses (NGUs) rapport 2017-039: *Georadarundersøkelser på Kilemoen, Ringerike kommune*.

Mot slutten av siste istid, for ca. 9500 år siden, trakk isfronten seg tilbake til områdene på Ringerike. Havet sto på den tiden inn i Tyrifjordbassenget. Både Kilemoen og Hensmoen ble bygd opp foran en istunge som lå i Begnadalen og dannet etter hvert et isranddelta ut i Tyrifjordbassenget. Før dannelsen av moen hadde isfronten trukket seg et stykke mot nord, og leire ble avsatt på havbunnen foran iskanten. Etter en tid rykket breen fram igjen, og finsand ble først avsatt oppå leirene. Etter hvert som isen rykket syddover igjen, ble materialet grovere og det ble avsatt sand og grus. Oppbyggingen av deltaet kan illustreres ved figur 2, som også er hentet fra ovennevnte rapport. Inne i avsetningen vil det være lite finstoff, som silt og leire ettersom de sterke vannstrømmene under breen vil skylle disse ut i havet utenfor breerandavsetningen. I perioder med mindre avsmeltning og roligere vanntransport kan det likevel avsettes enkelte siltlag, og det vises noen steder i Kilemoen.

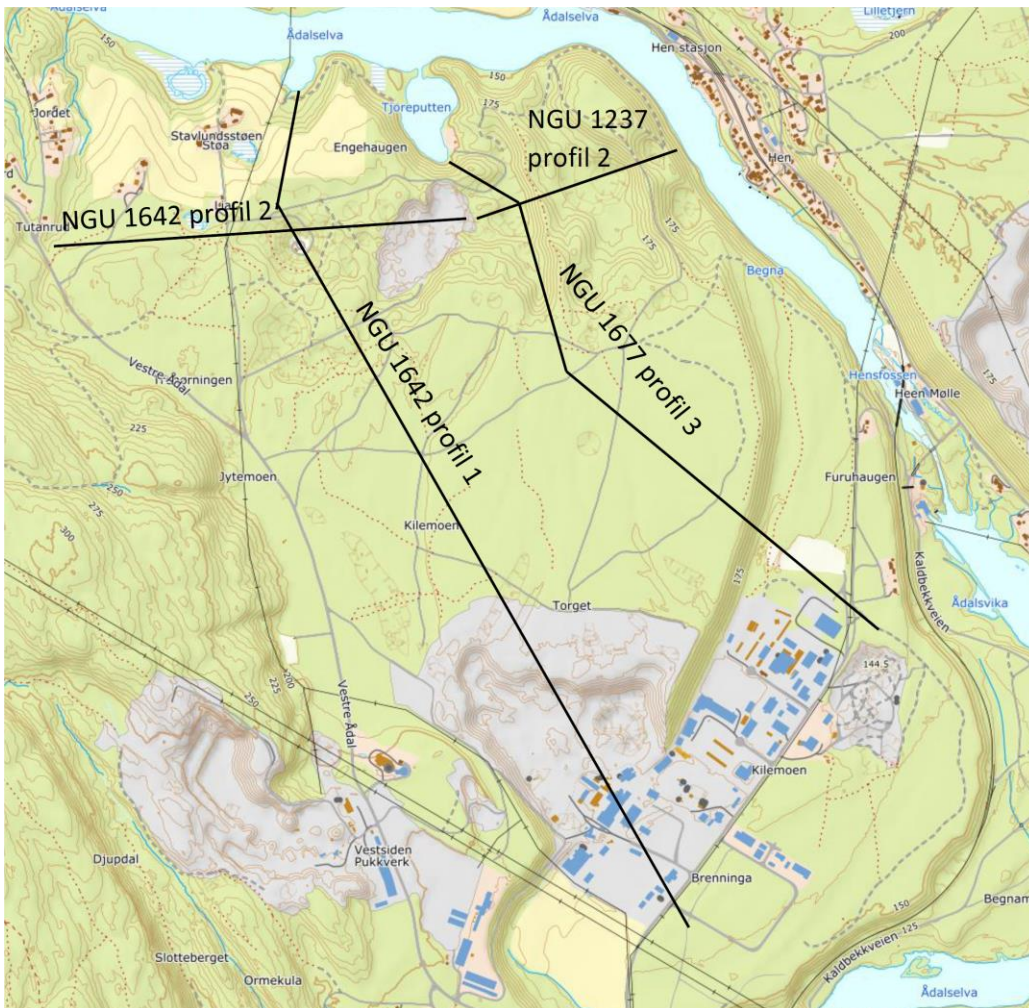


Figur 2. Typisk deltautbygging med horisontalt topplag med sand, grus og stein over skrålag med vekslende innhold av sand, grus og stein. Grovest materiale nærmest isfronten og i topplaget. Leire foran og under fremste del av isranddeltaet ble avsatt før og i begynnelsen av deltautbyggingen (NGU 2017).

Seismiske undersøkelser

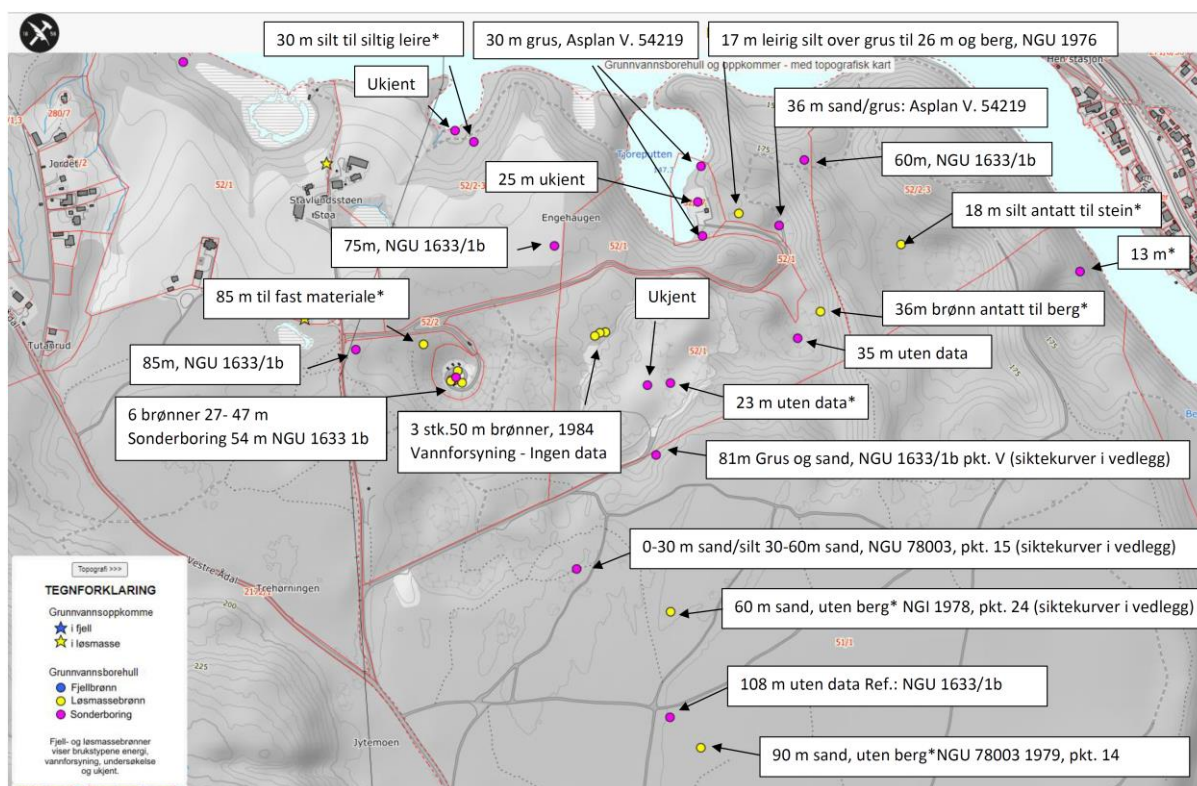
Det er foretatt 3 omganger med refraksjonsseismiske undersøkelser på Kilemoen. Profiltraséene er vist på kart i figur 3 og profilene er vist i vedlegg 1 til dette notatet. Det er i tillegg utført georadarmålinger syd i området, men de er ikke relevante for den aktuelle delen av Kilemoen og omtales ikke i dette notatet. Tynne lag med finsand og silt har gjort målingene vanskelige, fordi refraksjonsseismikk ikke greier å påvise lag med lav hastighet under et lag med høyere hastighet. Derfor gir målingene et noe ufullstendig bilde av de reelle forholdene.

Dert eldste profilet fra 1973 (NGU 1237, Profil 2 i figur 3) er skutt i forbindelse med de første undersøkelsene for grunnvannsanlegget på Kilemoen. Profilet viser varierende hastigheter i de øvre delene av avsetningen, uten at dette er nærmere spesifisert i rapporten. Under grunnvannspeilet, over berget, er hastighetene målt til 2000 til 2100 m/s. Dette er en hastighet som vanligvis tyder på tette masser, som morene, og det er ikke helt i overensstemmelse med profilene som krysser eller fortsetter profilet lengre vest, hvor det er målt noe lavere hastigheter tolket som sand og grus.



Figur 3. Traséer for seismiske profiler på Kilemoen. (ww.norgeskart.no, NGU 1973, NGU 1979 I, NGU 1979 II). Inntegningen kan være noe unøyaktig, ettersom kartgrunnlaget er endret mye i forhold til kartet hvor profilene opprinnelig ble tegnet inn. Støen grustak er det nordre grustaket på kartet.

De to siste seismikkopdragene på Kilemoen (NGU 1979 I, NGU 1979 II) viser hastigheter på 350 til 600 m/s i de øvre lag og 1600 til 1650 m lengre nede. Skillet ble opprinnelig tolket som grensen mot grunnvannet, men senere boringer har vist at dette ikke er fritt grunnvann, men overgang til laget med finere masser og høyere vanninnhold. Boringene har vist at massene er de samme grus- og sandlagene over og under dette laget (NGU 1979 III).



Figur 4. Kartutsnitt fra GRANADA med de opplysninger som ligger der.
(https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/, 10.09.2022).

* Viser til «Vannressurskart grunnvann i løsavsetninger Hønefoss» (NGU 1980)

Boreprøver og jordanalyser

Det er utført mange sonderboringer i det aktuelle området, og satt ned en rekke brønner for prøvetaking av løsmassene og for vannforsyningen til Ringerike vannverk. De kjente boringene er gjengitt med referanser i NGUs grunnvannsdatabase, GRANADA, og er vist på kartet i figur 4. De aller fleste boringer viser at grunnen består av grus, sand og finsand. Bare noen få borepunkter i nord, ut mot Ådalselva og Tjorputten viser silt med innblanding av leire. Disse massene beskrives også som «faste» (NGU 1980). Høyt i grusveggen nord i grustaket, ved nordenden av profil C i figur 7, er det også et grått lag som sannsynligvis består av leirblandet silt (figur 5). Denne veggen har stått urørt i mange år, og noe leire har blitt ført med regnvann ned i bunnen av grustaket på ca. kote 161 moh. (figur 6).

Laget med mye finsand og silt, som er påvist med seismikk og boringer, strekker seg gjennom deler av Kilemoen under kote ca. 150 moh. Det vises i vedlegg 2 med siktekurver for borepunkt V (figur 4) og profilet DD som går VNV- ØSØ gjennom dette borepunktet. Siktekurvene for de punkter som er mest relevante for utvidelsen av grustaket (14, 15 og 24 i figur 4), følger som vedlegg 3.

Notat

Oppdragsgiver: **Støen Gård AS**

Oppdragsnr.: **52207144** Dokumentnr.: **52207144_02**



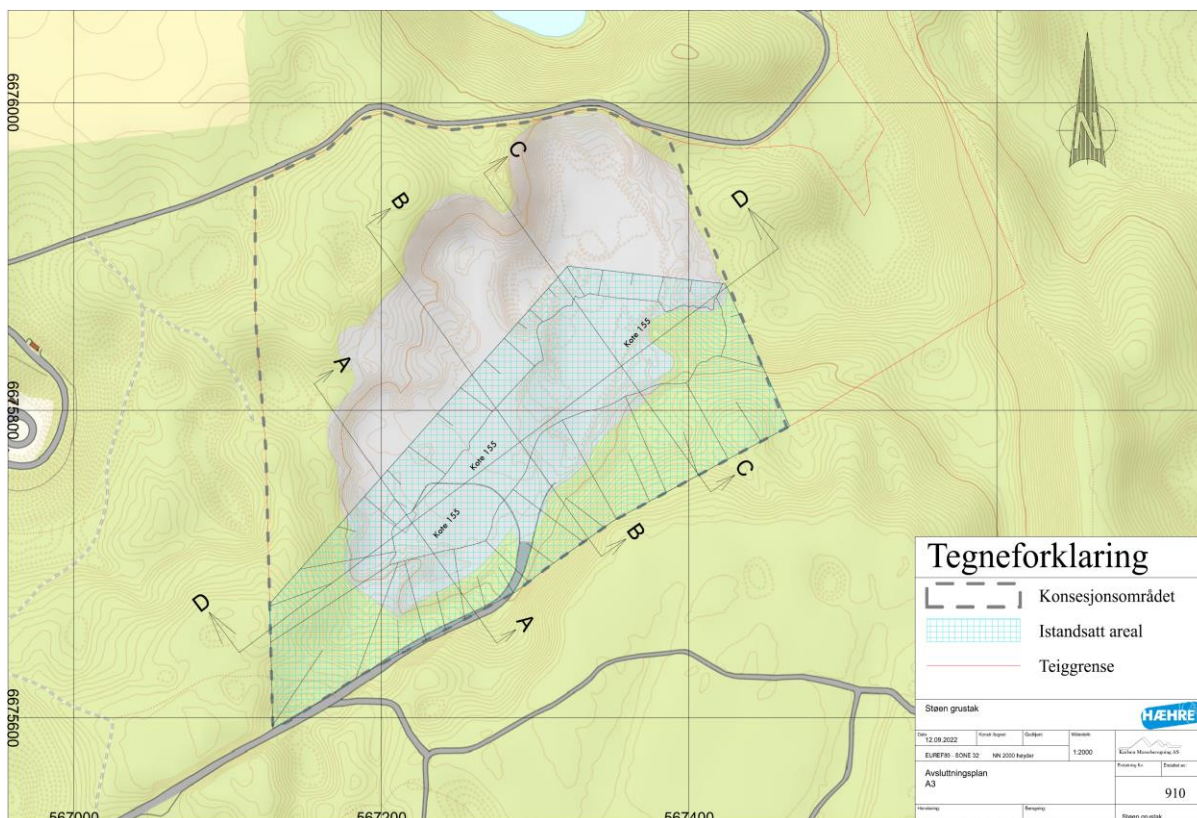
Figur 5. Felt med finkornet materiale, antatt leirblandet silt, nord i grustaket



Figur 6. Leirslam i bunnen av grustaket nedenfor grusveggen i figur 5

Utvidelse av grustaket

Planene for utvidelse av grustaket vises ved figurene 7 og 8. Profilene i figur 8 viser at det skal tas ut masser ned til kote 155 moh., og at det vesentlige av utvidelsen skal skje mot syd.



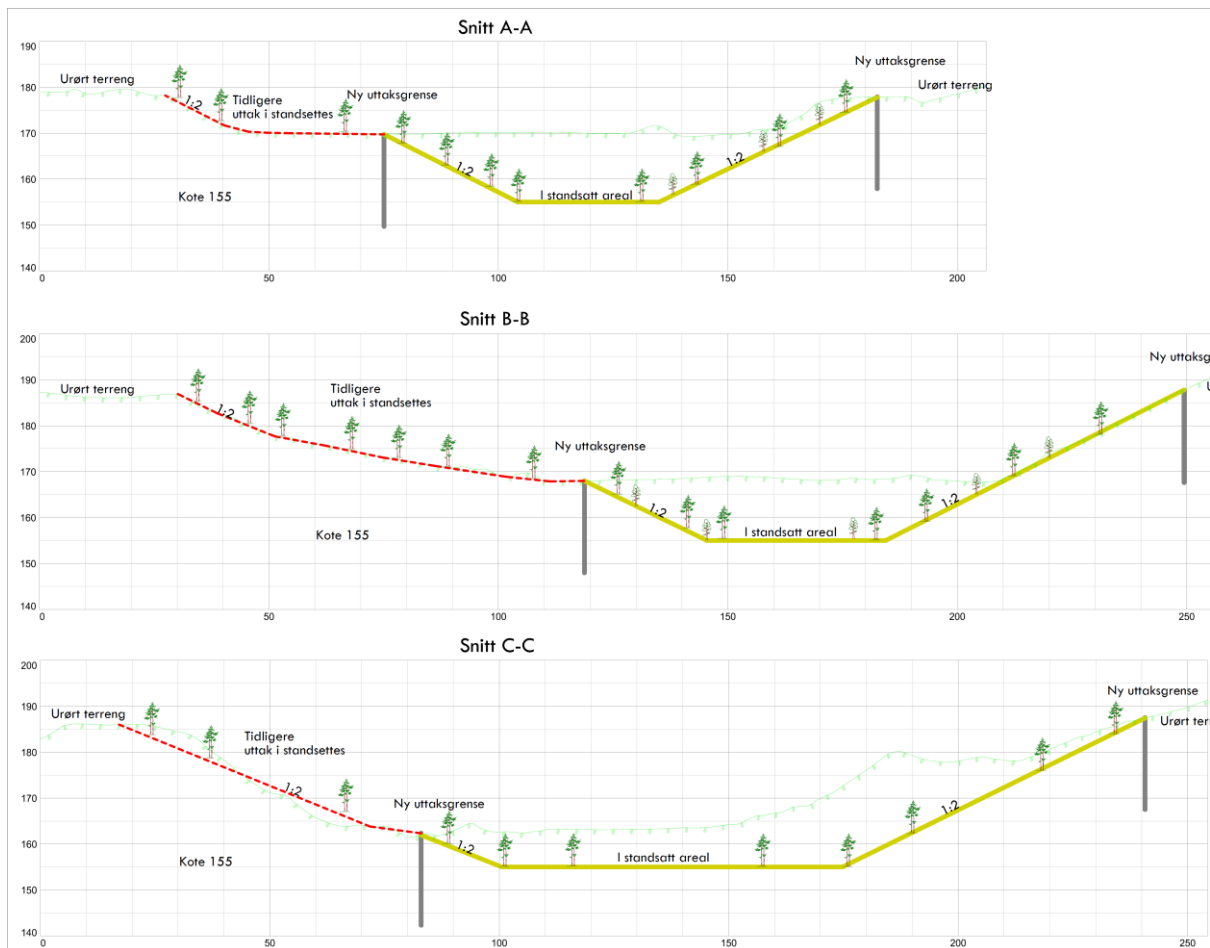
Figur 7. Plan for utvidelse og avslutning av grustaket. grustaket (Upubliserte profiler oversendt fra Asplan Viak AS 2022).

Konsekvenser i forhold til stabilitet

Gjennomgangen av de tidligere undersøkelsene som er gjengitt i dette notatet, viser at det ikke i noen borer er påvist ren leire eller kvikkleire. Det er heller ingen grunn til å vente at man skulle kunne finne leire midt i en breelavsetning som Kilemoen. Siltig leire i nivå med vassdraget nord for Støen grustak beskrives som «fast».

Den fremtidige driften vil medføre uttak av masser ned til kote 155 moh. i de sentrale dele av Kilemoen. Det er i dag ikke planer om tilbakefylling av masser, og av hensyn til vannverket er det lite sannsynlig at det vil skje i fremtiden. Eventuelle sensitive områder ville derfor ikke kunne fått noen tilleggsbelastning som kunne føre til ustabilitet.

Etter Norconsults vurdering er det ingen fare for at det skal oppstå ustabilitet i massene pga. leire eller kvikkleire i eller ved Kilemoen som følge av den planlagte utvidelse av Støen grustak. Med bakgrunn i gjennomgangen av punktene 1-3 i NVEs veileder I 2019 ser vi det ikke som nødvendig med ytterligere geotekniske vurderinger.



Figur 8. Profiler for fremtidig drift og avslutning av grustaket (Upubliserte profiler oversendt fra Asplan Viak AS 2022).

Oppdragsgiver: **Støen Gård AS**

Oppdragsnr.: **52207144** Dokumentnr.: **52207144_02**

Referanser

NGU 1973: Seismiske målinger på Kilemoen, Buskerud. NGU rapport 1237.

NGU 1979 I: Seismiske målinger på Kilemoen, Buskerud. NGU rapport 1642.

NGU 1979 II: Seismiske målinger på Kilemoen, Hensmoen, Vallerstømoen og Eggemoen, Buskerud. NGU rapport 1677.

NGU 1979 III: Grunnvannsanlegg Kilemoen. NGU rapport 78003

NGU 1980: Vannressurskart grunnvann i løsavsetninger Hønefoss

NGU 2017: Georadarundersøkelser på Kilemoen, Ringerike kommune. NGU rapport 2017-039

NVE 2019: Veileder Nr. 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred.

NVE 2022: NVEs innspill -svar på konkret forespørsel -Varsel om oppstart -Detaljregulering -Støen grustak - PlanID 490 -Ringerike kommune.

J01	2022-10-18	For bruk	AmuGau	LaVae	AnjBer
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

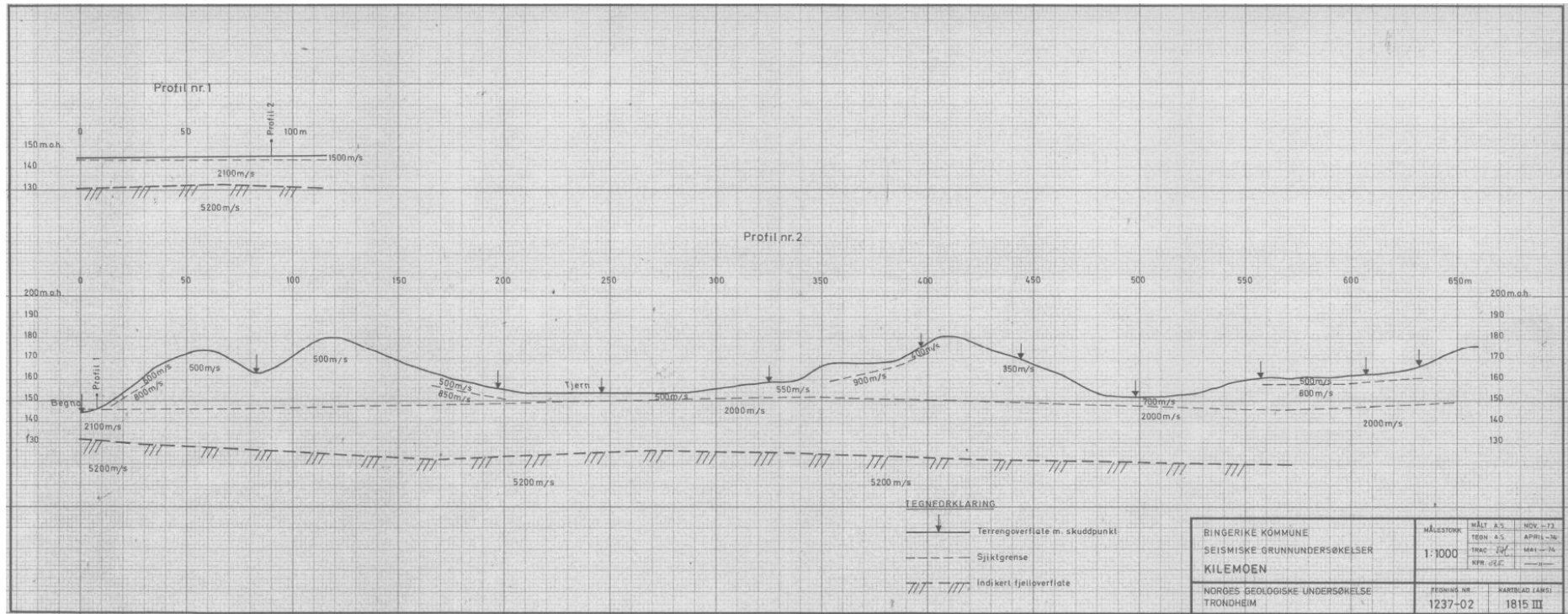
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Utvidelse av Støen grustak. Geoteknisk stabilitet.

Vedlegg 1. Seismiske profiler

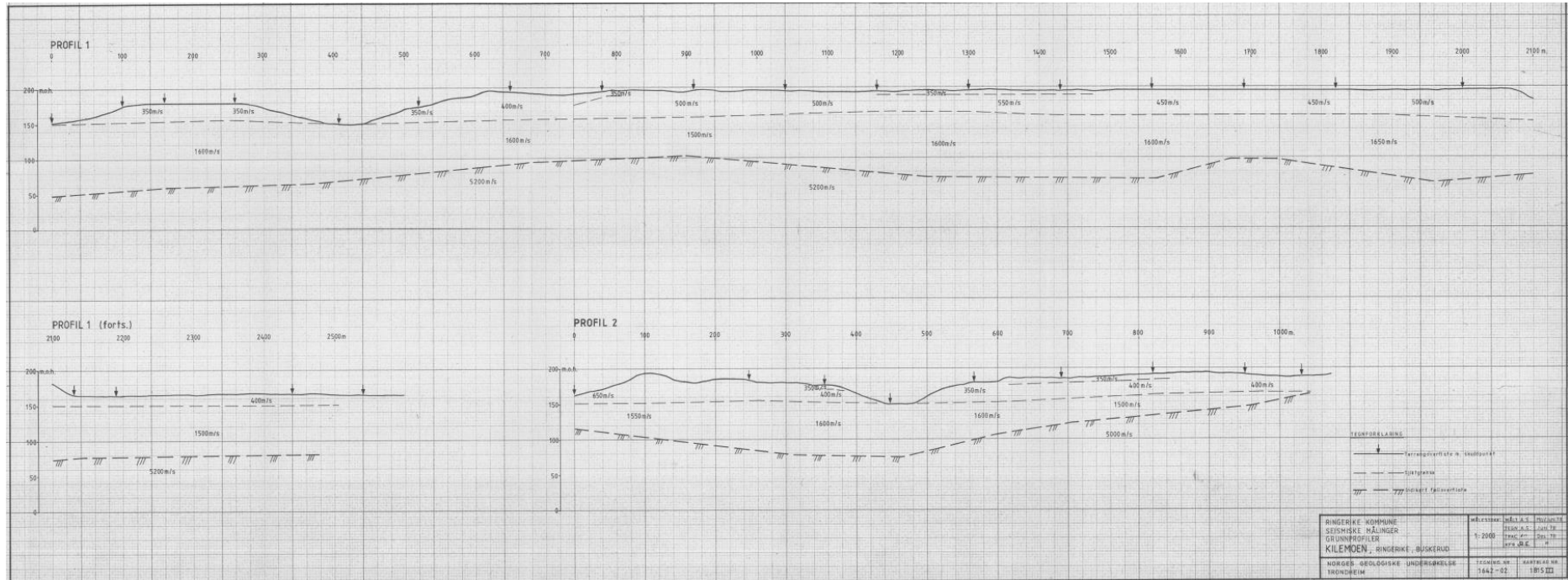
Seismisk profil Kilemoen

NGU rapport 1237, profil 2



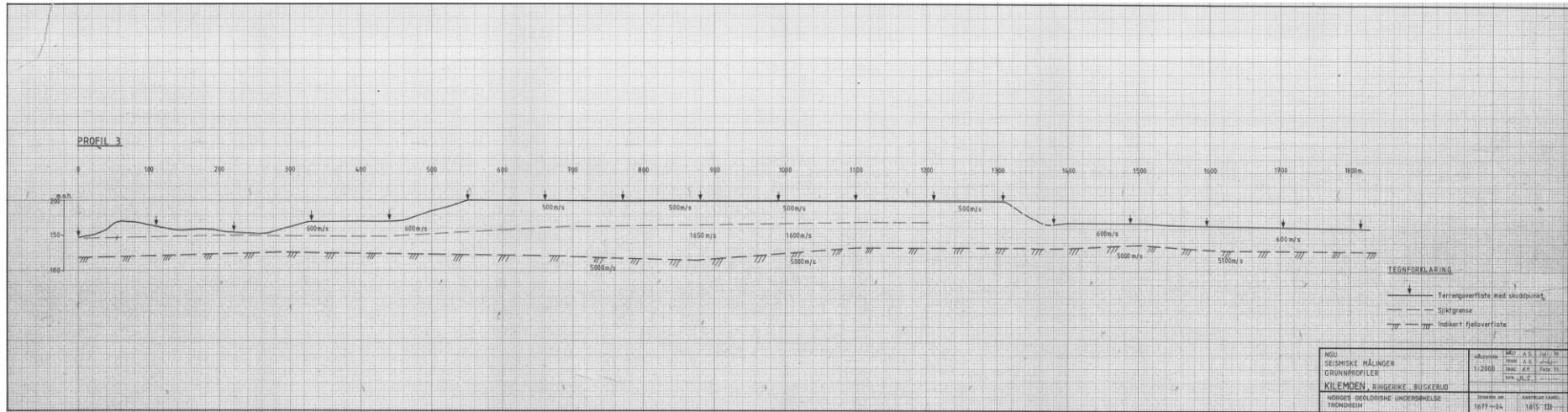
Seismisk profil Kilemoen

NGU rapport 1642, profil 1 og 2



Seismisk profil Kilemoen

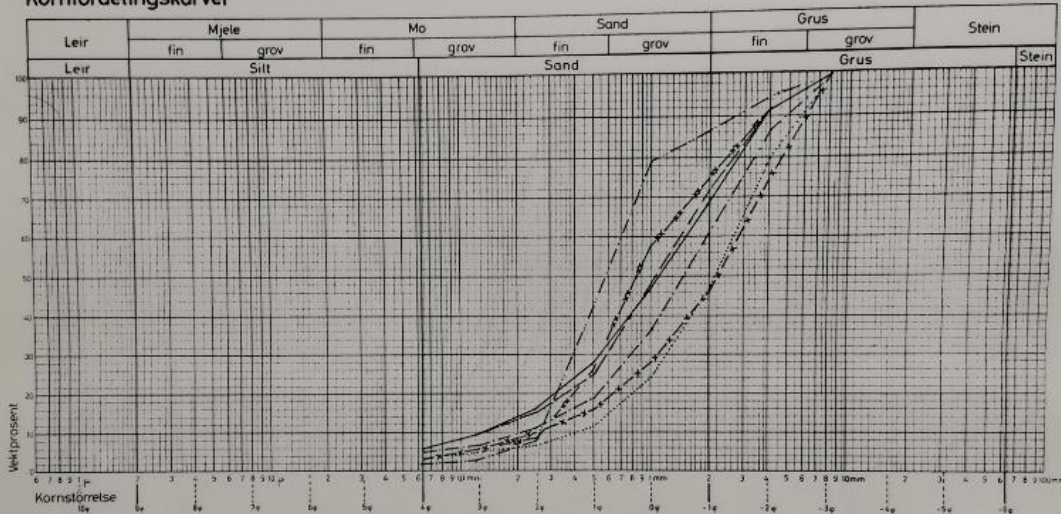
NGU rapport 1677, profil 3



Utvidelse av Støen grustak. Geoteknisk stabilitet.

Vedlegg 2. Seismiske profiler pkt. V

Kornfordelingskurver



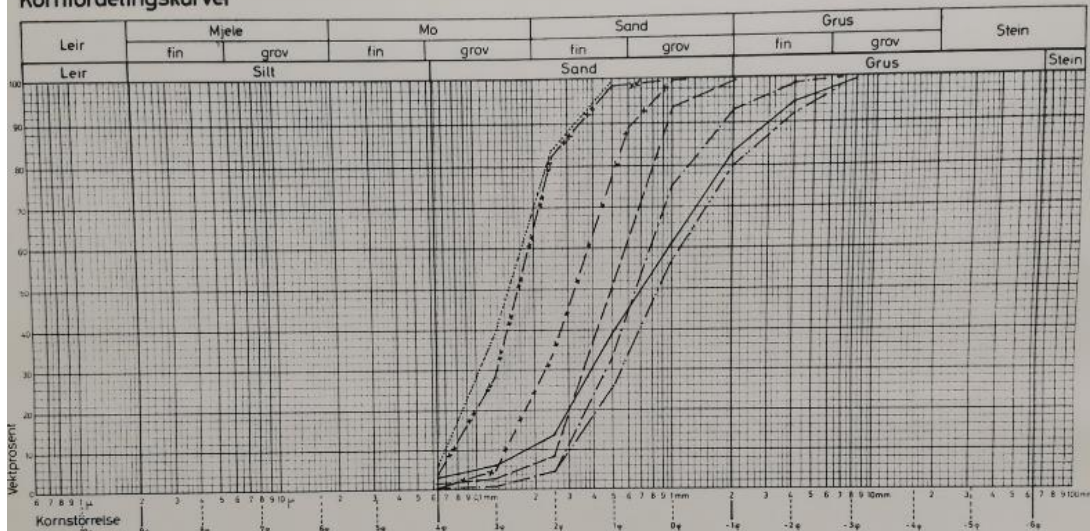
Prove nr	Sted	Dyp	>19,1mm	<0,002 mm	Md	So	Merknader
80 1157	BORHULL I, KJEMOEN	3 m			1,1 mm		
80 1158	"	6 "			1,05 "		
80 1159	"	9 "			1,5 "		
80 1160	"	12 "			0,58 "		
80 1161	"	15 "			2,2 "		
80 1162	"	18 "			0,85 "		
80 1163	"	21 "			2,1 "		

Trondheim den 18 / 7 1980

Helge Høyem

NGU 20 - XII 1962 - 2800

Kornfordelingskurver

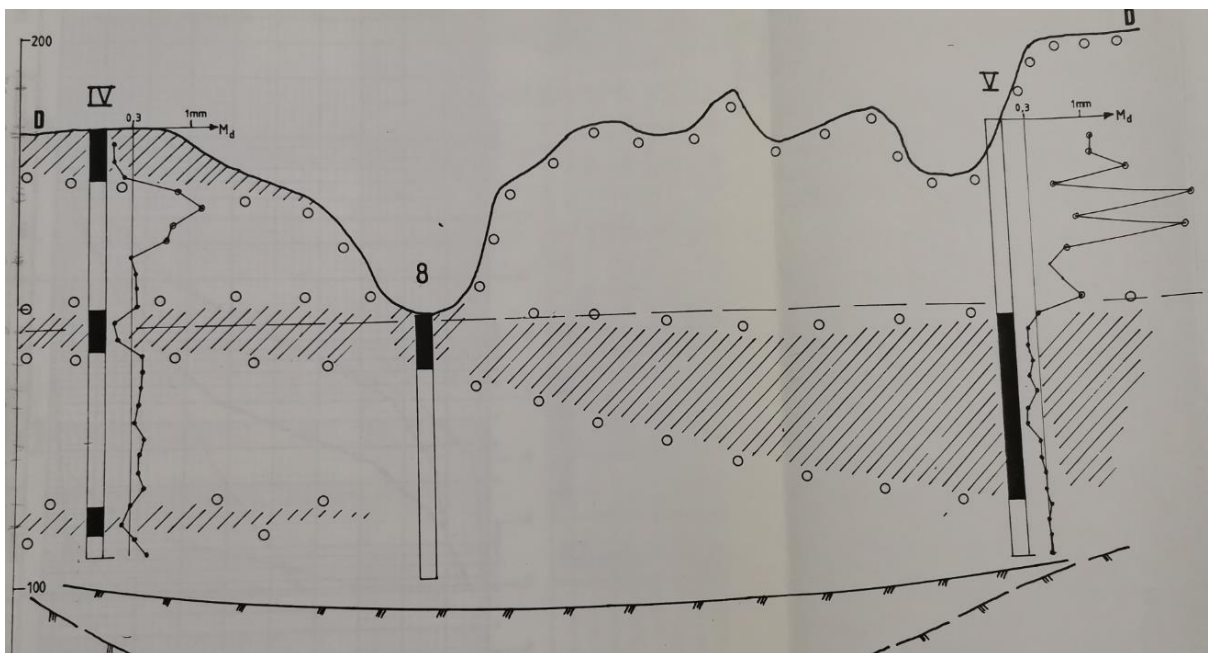
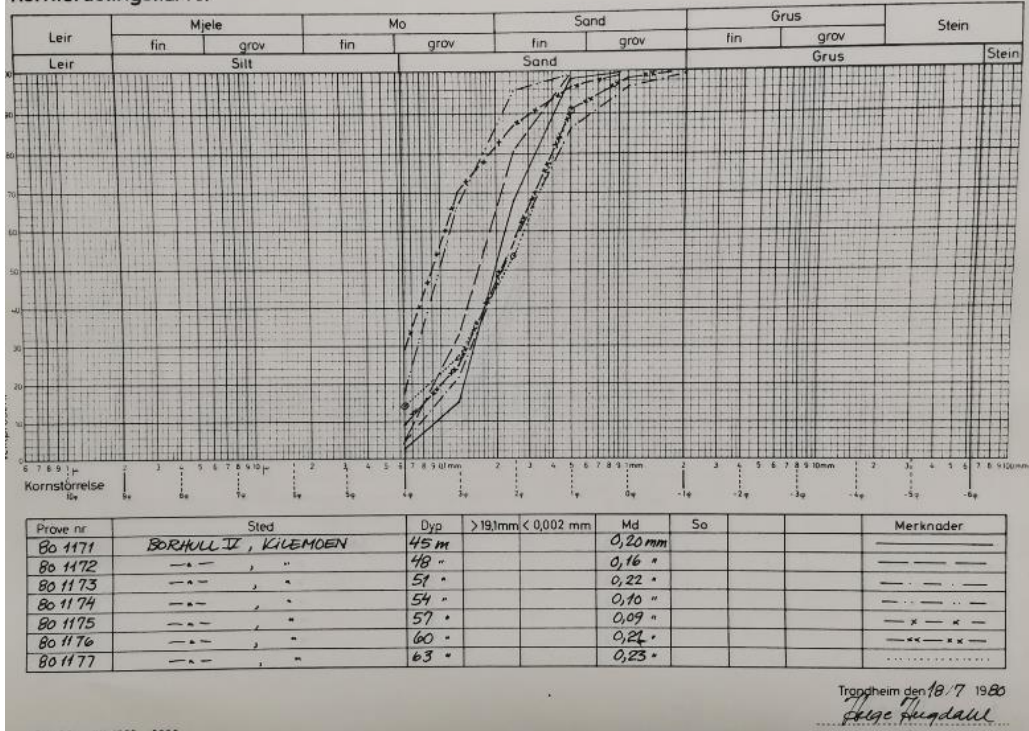


Prove nr	Sted	Dyp	>19,1mm	<0,002 mm	Md	So	Merknader
80 1164	BORHULL I, KJEMOEN	24 m			0,70 mm		
80 1165	"	27 "			0,50 "		
80 1166	"	30 "			0,65 "		
80 1167	"	33 "			0,85 "		
80 1168	"	36 "			0,32 "		
80 1169	"	39 "			0,17 "		
80 1170	"	42 "			0,75 "		

Trondheim den 18 / 7 1980

Helge Høyem

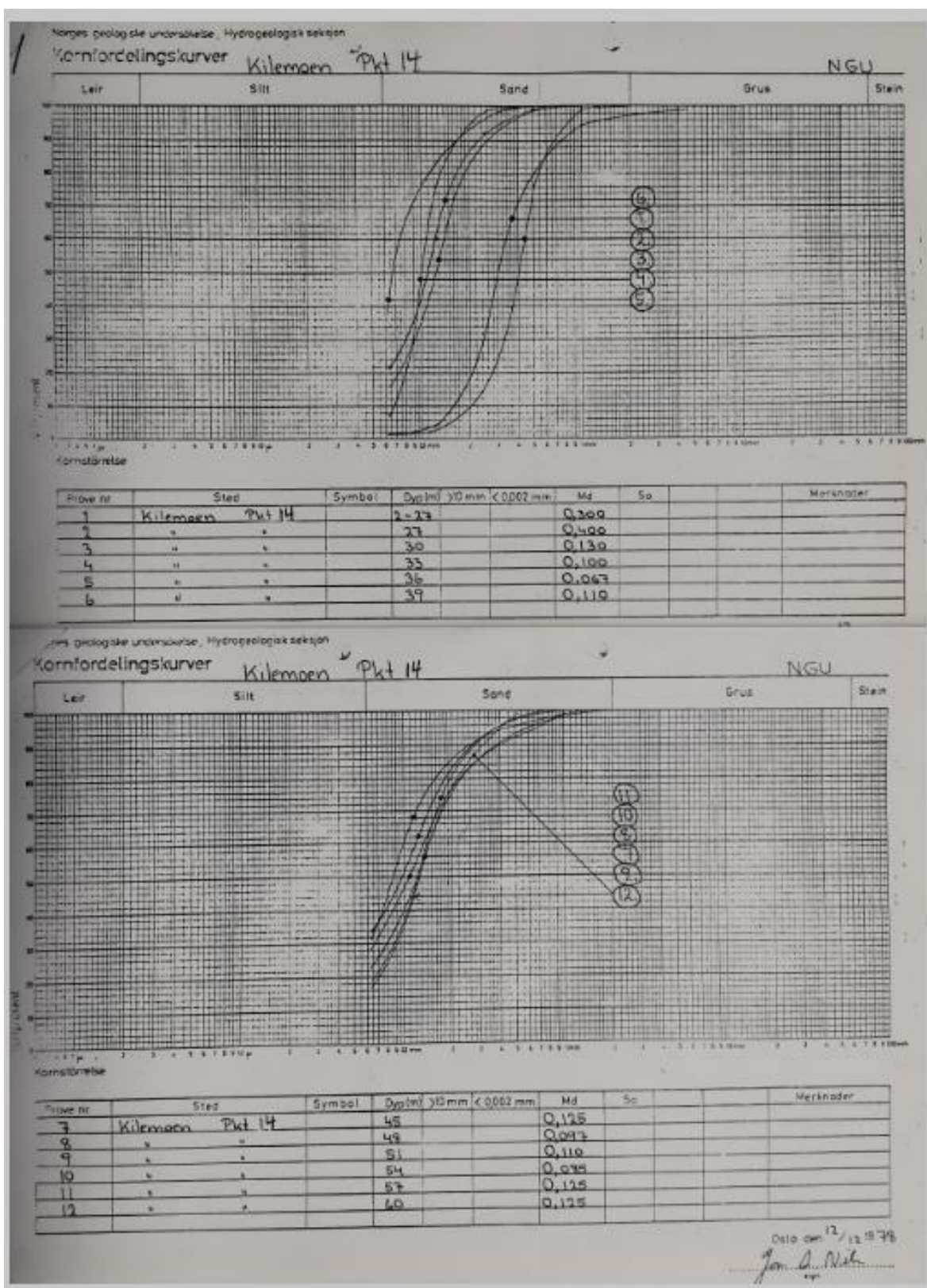
Kornfordelingskurver



Profil gjennom pkt. V og dødisgrop med de første produksjonsbrønnene (8). Pkt. IV er utenfor området som er interessant i forbindelse med utvidelse av grustaket. Skraverte felt viser lag med mye finsand og silt, øvrige lag er sand og grus.

Utvidelse av Støen grustak. Geoteknisk stabilitet.

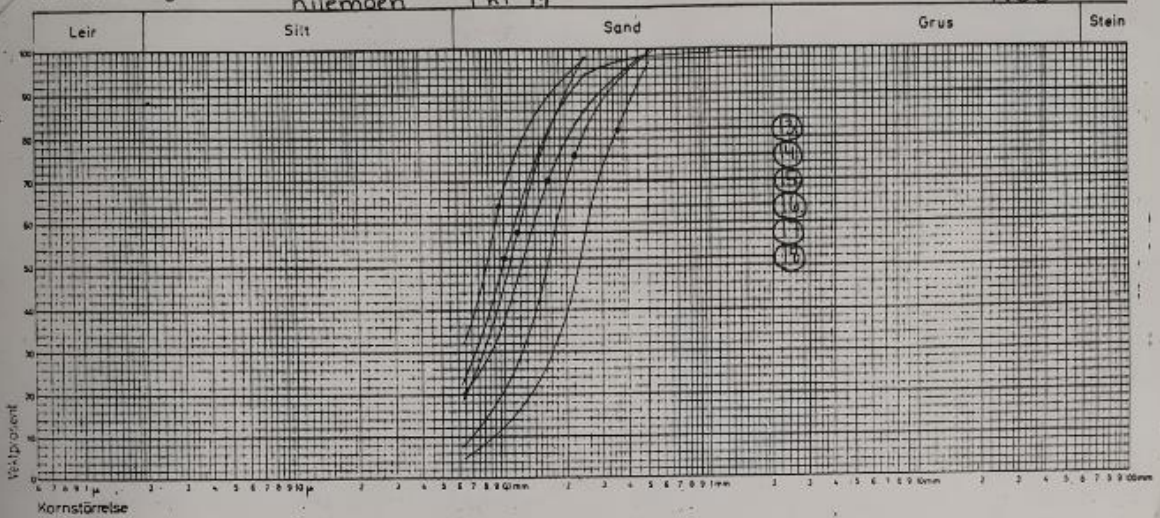
Vedlegg 3. Seismiske profiler pkt. 14, 15 og 24



Siktekurver pkt. 14, 1-60 m

Kornfordelingskurver Kilemoen Pkt 14

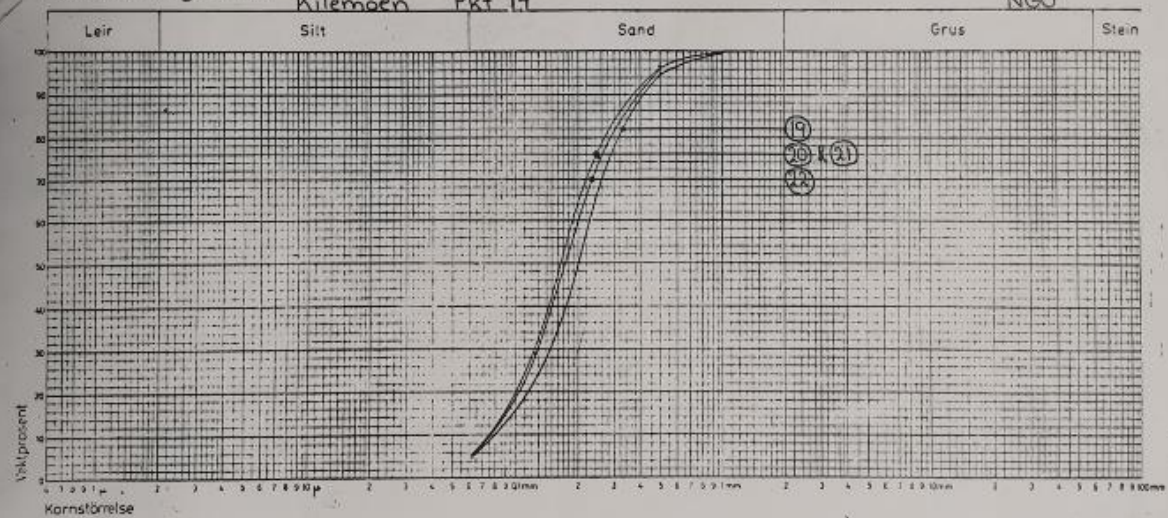
NGU



Prøve nr	Sted	Symbol	Dyp (m)	>10 mm	<0,002 mm	Md	So	Merknader
13	Kilemoen Pkt 14		63			0,230		
14	" "		66			0,160		
15	" "		69			0,120		
16	" "		72			0,080		
17	" "		75			0,107		
18	" "		78			0,098		

Kornfordelingskurver Kilemoen Pkt 14

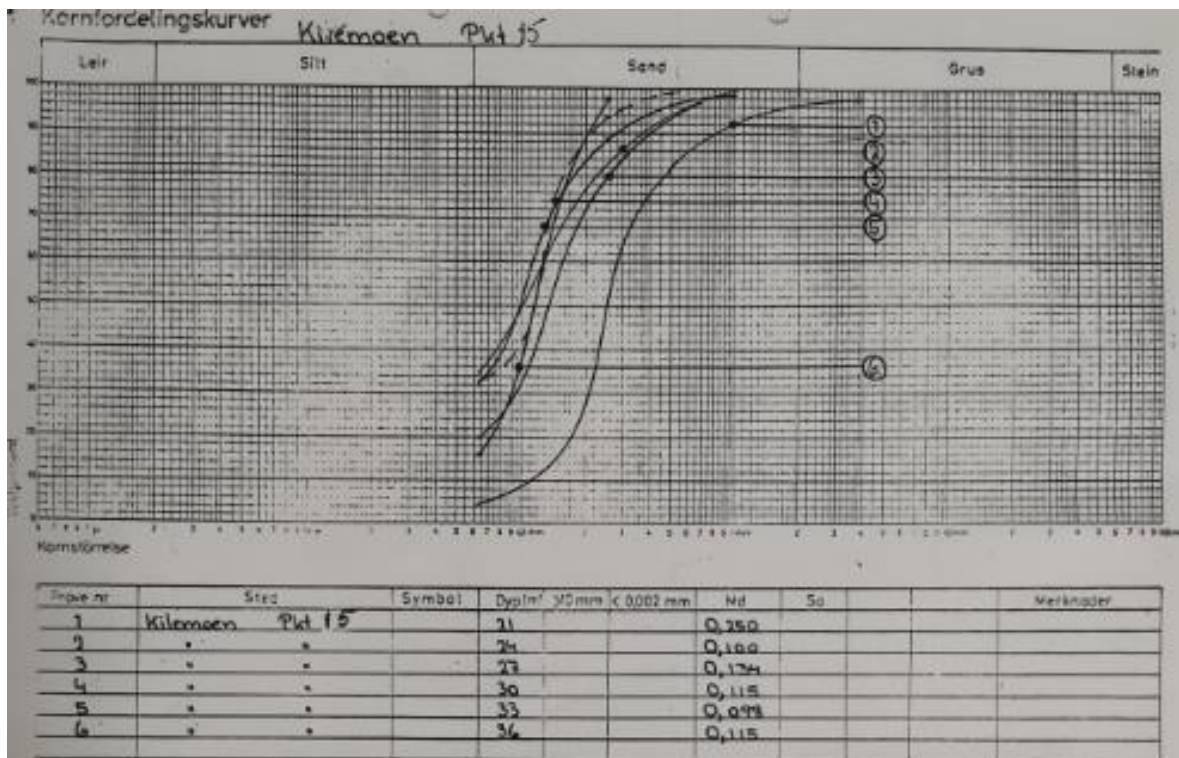
NGU



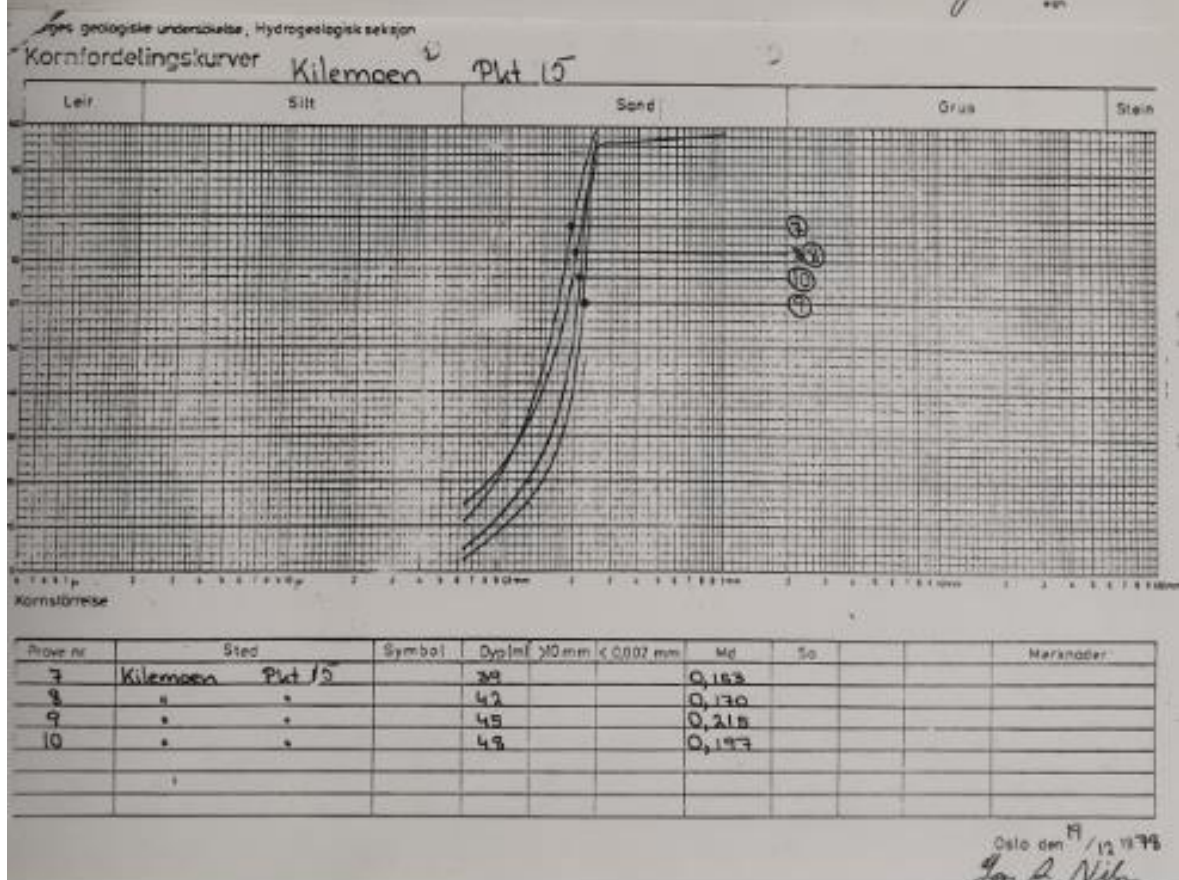
Prøve nr	Sted	Symbol	Dyp (m)	>10 mm	<0,002 mm	Md	So	Merknader
19	Kilemoen Pkt 14		81			0,200		
20	" "		84			0,165		
21	" "		87			0,165		
22	" "		90			0,135		

Ostlo den 13/12 1978
Jan. A. Nilsen

Siktekurver pkt. 14, 63-90 m

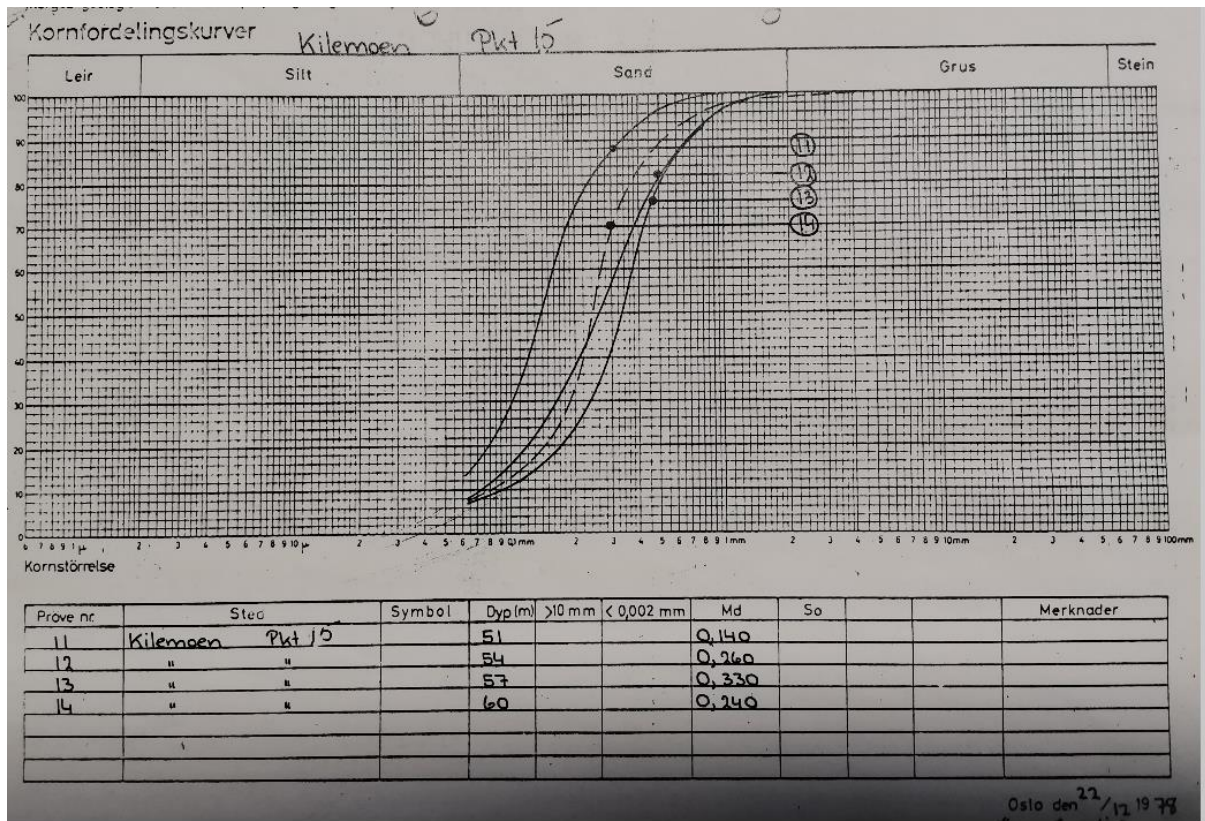


Oslø den 11/12 1978
Jan P. Nilsen

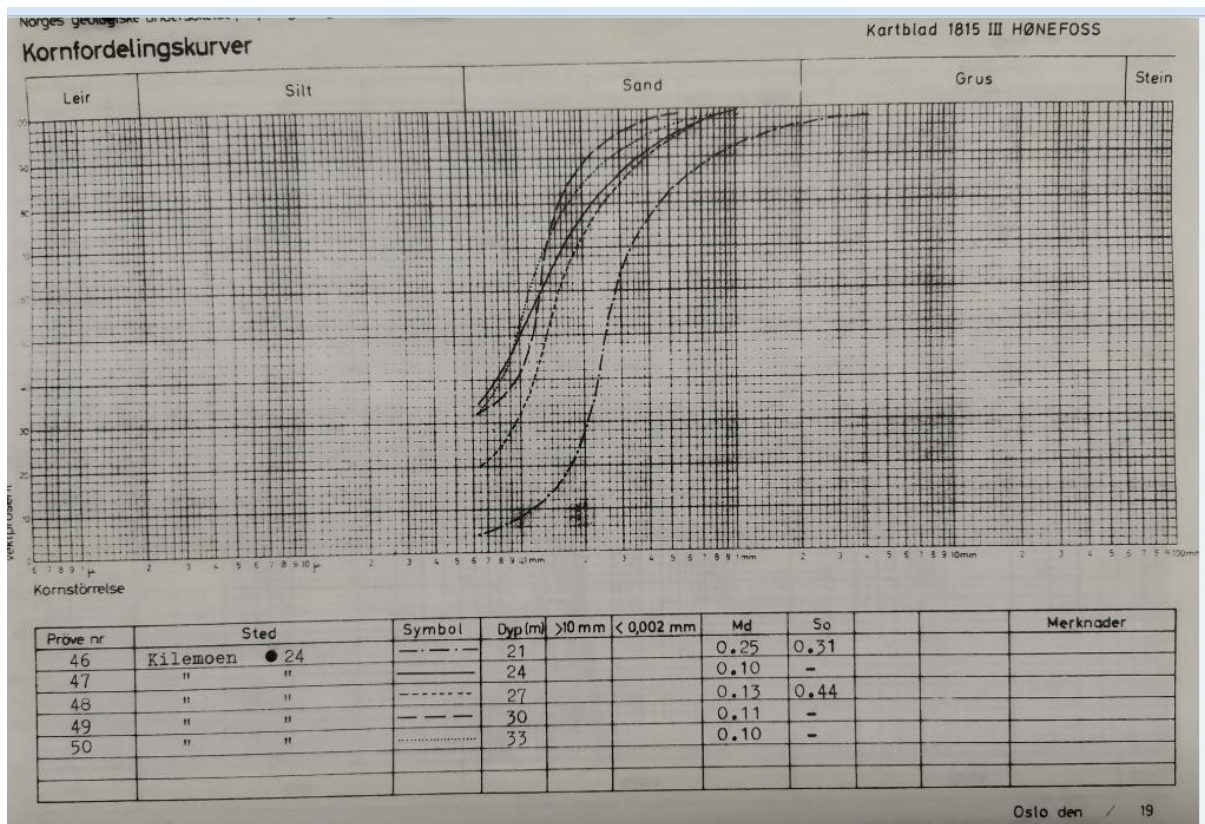


Oslø den 11/12 1978
Jan P. Nilsen

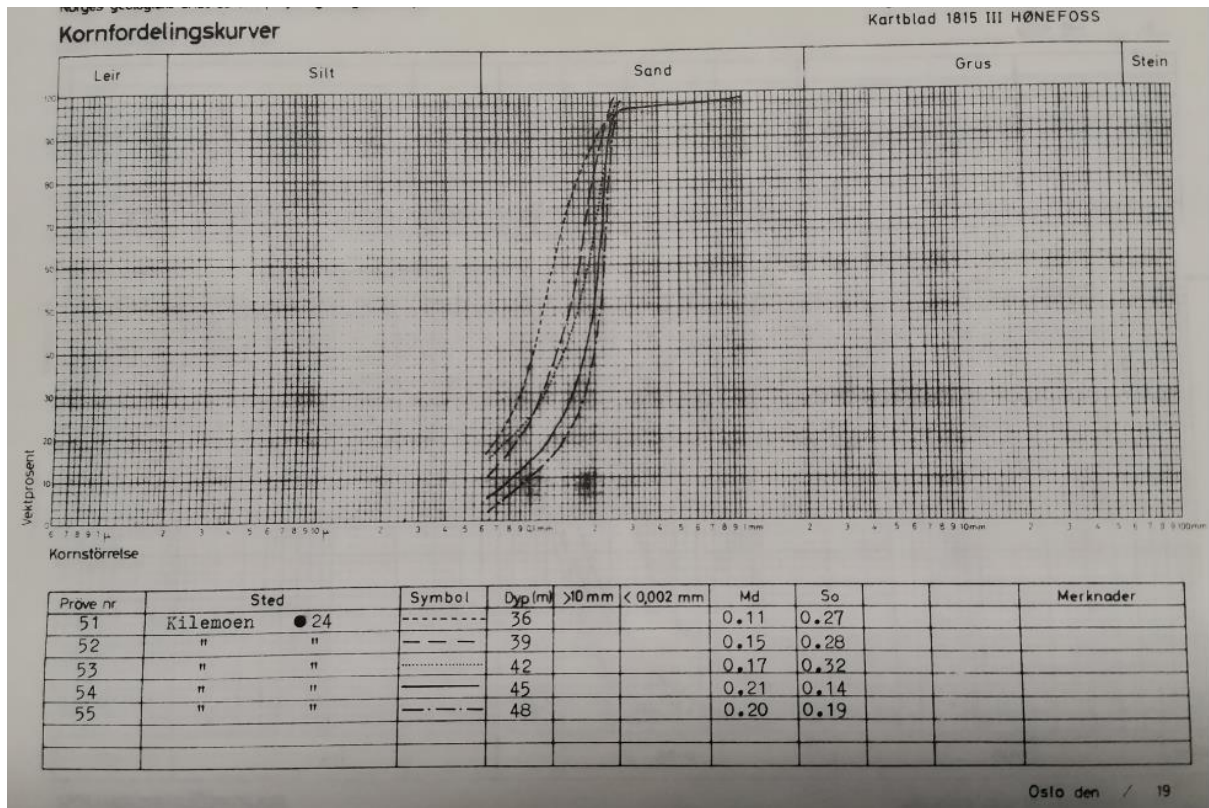
Siktekurver pkt. 15, 21-48 m



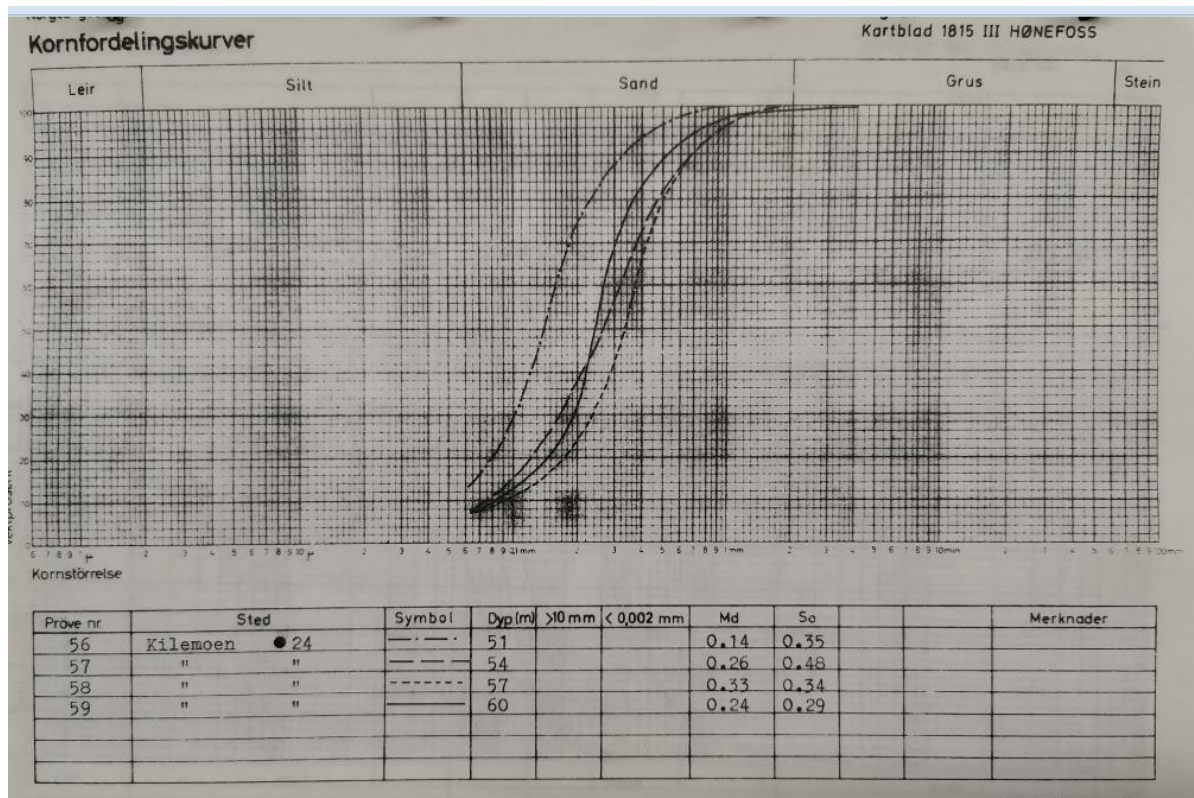
Siktekurver pkt. 15,51-60 m



Siktekurver pkt. 24, 21-33 m



Siktekurver pkt. 24, 36-48 m



Siktekurver pkt. 24 52-60 m