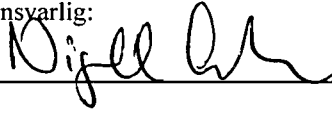


NGU Rapport 98.114

Detaljundersøkelser av klebersteinsforekomst
ved Klungen, Melhus kommune

Rapport nr.: 98.114		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Detaljundersøkelser av klebersteinsforekomst ved Klungen, Melhus kommune			
Forfatter: T. Heldal, H. Elvebakk, T. Lauritsen, F. Sivertsvik, G. Viken & B. Iversen		Oppdragsgiver: Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Melhus	
Kartblad (M=1:250.000) Trondheim		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Trondheim 1621-4	
Forekomstens navn og koordinater: Klungen		Sidetail: 35	Pris: Kr. 210,-
Feltarbeid utført: Mai-juni 1998		Rapportdato: 01.09.1998	Prosjektnr.: 263354
		Ansvarlig: 	
Sammendrag:			
<p>Det er foretatt kjerneboring og geofysiske undersøkelser av klebersteinsforekomster rundt et gammelt brudd ved Klungen gård, Melhus.</p> <p>Klebersteinsforekomsten ligger som en plateformet kropp omtrent parallelt med terrengoverflaten. Totalt anslår vi mektigheten av tilgjengelig kleberstein til å ligge mellom 7 og 20 meter. En granittgang skjærer på skrå oppover i klebersteinssonen og sperrer for drift på de dypere deler av klebersteinen i områdets nordøstlige deler. Forekomsten viser interne vekslinger mellom karbonatrik, myk og karbonatfattig, hard kleberstein, hvorav førstnevnte totalt utgjør ca. 70%. Store deler av forekomsten er relativt forskifret, og det foreligger en viss fare for at dette virker negativt på blokkstørrelse og bearbeidingssegenskaper.</p> <p>Løsmasseoverdekningen i området er tolket ut ifra borhull og georadar. Det ble påvist en gammel skrottippe opp til 9 meter mektig øst for bruddet og vi kan med rimelig stor sikkerhet spore konturene av et gjenfylt, gammelt brudd i sydøst. Videre ser vi fra undersøkelsene at vi jevnt over har mindre enn 4 meters overdekning på flaten vest for hovedbruddet og i området rundt borhull 6 og 9. Disse områdene vil uten tvil være de best tilgjengelige for bruddrift.</p> <p>Vi vil foreslå at det foretas avdekning, arkeologiske undersøkelser og prøvedrift i følgende områder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gjenstående stuffer i hovedbruddet • Inn fra bruddets sydlige kant og i en korridor i nordvestlig retning • I området mellom bruddet og borhull 6, avgrenset i nord av den gamle skrottippen 			
Emneord: Fagrapport	Naturstein	Kleberstein	
Talk			

INNHOOLD

1. INNLEDNING	4
2. UTFØRT ARBEID OG METODER	4
3. RESYMÉ AV OMRÅDETS GEOLOGI	5
4. FOREKOMSTENS GEOMETRI OG MEKTIGHET	7
4.1 Bergartstyper	7
4.2 Klebersteinens opptreden og geometri	8
4.3 Delkonklusjon	8
5. FOREKOMSTENS INTERNE VARIASJONER OG KVALITET	8
5.1 Undertyper av kleberstein	8
5.2 Sprekker i forekomsten	10
5.3 Delkonklusjon	10
6. LØSMASSETYPER OG MEKTIGHET	11
6.1 Løsmassetyper	11
6.2 Tykkelse på løsmassene	11
6.3 Delkonklusjon	12
7. KONKLUSJONER	12
8. FORSLAG TIL UNDERSØKELSER/PRØVEDRIFT.....	12
9. REFERANSER	13

FIGURER

Figur 1	Geologisk kart over Klungen-området
Figur 2	Kart over det undersøkte området
Figur 3	Kart med inntegnet borhull og geologiske profillinjer
Figur 4-10	Geologiske profiler (tolkning)
Figur 11	3D-modell (perspektiv)
Figur 12-16	Borhullslogger i tverrprofiler
Figur 17	Radarprofil
Figur 18	3D-modell med løsmasseoverdekning
Figur 19	Kart med forslag til videre undersøkelser

VEDLEGG

Vedlegg 1	Borhullslogger (tekst)
-----------	------------------------

1. INNLEDNING

Sammen med Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) kartla NGU forekomster av kleberstein og klorittskifer i Øye-Klungen området, Melhus. Hensikten var både å kartlegge forekomstenes kvalitet som råstoff for NDRs fremtidige restaureringsarbeider og registrere brudd og skrottipper knyttet til drift gjennom flere tidsperioder fra middelalderen og fremover.

Dette arbeidet er rapportert i Heldal & Storemyr (1997). I rapporten konkluderes det med at klebersteinsforekomsten ved gården Klungen (figur 1) synes mest interessant for videre undersøkelser og prøvedrift. Følgende anbefalinger ble gitt i rapporten:

Vi anbefaler at undersøkelsene tar utgangspunkt i bruddet i Klungen, og tar sikte på å påvise stein i strøkforlengelsen av de gode klebersteinssonene her samt til en viss grad de over- og underliggende lagene. I noen grad kan det være aktuelt å også gå utenfor dette området for å styrke forståelsen av klebersteinsforekomstenes geometri.

Følgende kritiske faktorer søkes belyst:

- *Tilgjengelig utbredelse og mektighet, samt fordeling mellom de to typene kleberstein*
- *Blokkstørrelse (spesielt graden av oppsprekning parallelt med foliasjonen)*
- *Klebersteinskvalitet og anvendelighet til Domkirkens formål*

De oppfølgende undersøkelsene ble foreslått delt inn i følgende delaktiviteter:

- *Innmåling av fastpunkt og etablering av basislinje*
- *Kjerneboring*
- *Geofysiske undersøkelser (bakkemagnetometri og georadar)*
- *Prøveuttak og -bearbeiding*

De tre første punktene ble gjennomført i april og mai 1998, og rapporteres under. Prøveuttak og prøvebearbeiding, som selvsagt avhenger av resultatene av de andre undersøkelsene, vil eventuelt bli foretatt i 1999.

2. UTFØRT ARBEID OG METODER

I april ble det kjerneboret totalt 210 meter fordelt på 9 borhull i Klungen-bruddets nærområde. Kjernene ble logget visuelt. Videre ble det gjort bakkemagnetiske målinger langs to profillinjer i området for å se om deler av klebersteinen og/eller sidebergartene har en

magnetisk signatur som kan være til hjelp i undersøkelsene. For å kartlegge løsmasseoverdekningen (foruten det gamle bruddet finnes ingen blotninger av fast fjell i feltet) ble brukt georadar (200 Mhz) langs 9 profilinjer.

Både borhullene og endepunkter for radarprofilene ble koordinat- og høydefestet ved hjelp av differensiell GPS. Punktene ble i SOSI-format lastet inn i Bentley Microstation sammen med borhullsloggene.

Fra terrengpunktene (XYZ-koordinater) ble det ved hjelp av Intergraph SiteWorks generert en terrengoverflate som etter korrigering danner grunnlaget for en 3D-modell for området. Tilsvarende ble det generert overflater av de viktigste bergartsgrensene ut ifra koordinatfestete skjæringer i borhullene. Dette har vært et svært viktig element i tolkningen av undergrunnsgeologien i det undersøkte området.

Ut fra 3D-modellen er det laget sett med tverrprofiler av bergartsgrenser og løsmasser (sistnevnte også ved hjelp av data fra georadar-opptakene). 2D-kart er overført til og presentert i ArcView.

3. RESYMÉ AV OMRÅDETS GEOLOGI

På bakgrunn av kartlegging fra 1996/97 (Heldal & Storemyr 1997) ble bergartene i området delt inn i tre tektonostratigrafiske¹ enheter (figur 1). Nederst (i vest) opptrer heterogen grønnstein med to markerte horisonter av svart «chert»². På kartet er denne referert til som *nedre grønnsteinsenhet*. Over denne følger sterkt omdannet (meta-) gabbro og kleberstein (*gabbro-kleberstein enhet*). Både gabbroen og klebersteinen inneholder ganger av hornblendegranitt. Den øverste enheten (*øvre grønnsteinsenhet*) innenfor det kartlagte området er homogen grønnskifer/grønnstein med tynne lag av kvartskeratofyr³. Alle enhetene er sterkt forskifret, og det kan være vanskelig å gjenkjenne primære strukturer i bergartene. Imidlertid synes den øvre grønnskiferenheten å vesentlig representere putelava⁴.

¹ Tektonostratigrafi: bergartsenheterens vertikale rekkefølge slik de opptrer i berggrunnen, til forskjell fra stratigrafi, som betegner bergartenes avsetningsrekkefølge.

² Chert: mikrokrySTALLINSK kvartsbergart utfelt på havbunnen. Er vanlig å finne sammen med vulkanske bergarter på havbunnen.

³ Kvartsrik vulkansk bergart

⁴ Lava som har størknet under vann. Lavaen størkner i puteformete legemer med rask avkjøling i randsonen

Kontaktene mellom hovedenhetene heller i gjennomsnitt slakt mot øst, i likhet med skifriheten eller hovedfoliasjonen⁵. Vi antar at kontaktene er tektoniske, dvs. at de trolig representerer skyveforkastninger. Langs kontakten mellom de øvre to enhetene kan vi observere en betydelig fyllonittisering (forskifring) i grønnsteinen som tiltar ned mot gabbro/klebersteinsenheten. Langs denne kontakten finner vi klorittskifer med innslag av tektoniske linser av metagabbro og grønnskifer. Det er denne klorittskiferen som i tillegg til kleberstein er utnyttet til bygningsstein.

Kleberstein opptrer som linseformete legemer i den midtre tektoniske enheten, mellom metagabbro og øvre grønnskiferenhet. Klebersteinen representerer enten omdannede ultramafiske⁶ kropper i metagabbroen eller en separat ultramafisk enhet med tektonisk kontakt mot metagabbroen. Foliasjonen i klebersteinen og kontaktene mellom de to typene kleberstein (se under) har i deler av området (Klungen-Huseby) et steilere østlig fall enn kontakten med den overliggende grønnsteinsenheten. Den steile orienteringen gir tildels betydelige *tilsynelatende* mektigheter på klebersteinssonen. Vi er imidlertid tilbøyelig til å tro at folderepetisjoner og/eller imbrikasjoner internt i sonen har forårsaket dette, og at klebersteinens undergrense i virkeligheten har en orientering som er nærmere terrengets overflate enn foliasjonens orientering (se under). Dette forholdet var selvsagt av stor betydning å få klarlagt gjennom de oppfølgende undersøkelsene.

I den regionale kartleggingen ble klebersteinen delt inn i to hovedtyper; «myk» karbonatrik kleberstein og «hard» karbonatfattig kleberstein (senere i rapporten følger en ytterligere inndeling av disse i undertyper). Mot kontakten med andre litologier (metagabbro og hornblendegranitt) finner vi en tynn, tremolitt/aktinolittrik overgangssone.

To gamle brudd (figur 2 og 3) og ett skjerp finnes i klebersteinssonen som strekker seg sydvestover fra Klungen gård. Det største bruddet står i dag frem midt på jordet som en stor, vannfylt grop med utstrekning på 40-50 x 15-20 m (figur 2). I følge NGU-rapport nr. 802 er det omtrent 10 m dypt innerst mot vest. Nede i bruddet er det en liten «halvøy» hvor det står en liten hytte. Det andre bruddet er gjenfylt og ligger i dag under dyrket mark (figur 2). Dette bruddet ble sannsynligvis åpnet i 1892 og forlatt omkring århundreskiftet.

⁵ Foliasjon er betegnelsen på foretrukken orientering av mineraler (spesielt glimmer og kloritt) i metamorfe bergarter

⁶ Svært mørke og jern-magnesiumrike bergarter, rik på olivin og/eller pyroksen. Slike mineraler kan omdannes til serpentin, som videre kan omdannes til talk.

4. FOREKOMSTENS GEOMETRI OG MEKTIGHET

4.1 Bergartstyper

Lokalisering av borhullene 1 til 9 er gitt i figur 2. I figur 3 er avmerket skjæringslinjer for geologiske tverrprofiler, mens profilene med en tolkning av undergrunnsgeologien er gitt i figur 4 -10. I disse profilene har vi, i tillegg til løsmasseoverdekning, delt inn i følgende bergartstyper:

- Kleberstein (udifferensiert; en mer detaljert inndeling i klebersteinstyper presenteres i neste kapittel).
- Øvre grønnskiferenhet (inkludert fyllonittisk sone med klorittskifer i nederste del)
- Metagabbro
- Hornblendegranitt (inkludert «undertyper» som aplitt og kvartsrik overgangssone; se vedlegg 1)
- Biotitt- og/eller tremolittrik overgangssoner mellom kleberstein og sidebergarter

Kontaktene mellom kleberstein og metagabbro samt mellom kleberstein og grønnskifer har en tilnærmet terrengparallell orientering med et svakt, østlig fall. Klebersteinens interne strukturer, derimot, heller 20 til 40 grader mot øst, altså en god del brattere enn over- og underliggende kontakter/enheter. Dette støtter opp om hypotesen fra kartleggingen (Heldal & Storemyr 1997) om at klebersteinssonen opptrer som en tilnærmet terrengparallell «plate», men at interne variasjoner i den har en brattere orientering. Vi heller fremdeles til at dette forholdet har sin forklaring i at klebersteinssonen er klemte mellom en overliggende skyvesone og gabbroen, der en opprinnelig primær kontakt mot sistnevnte er modifisert av skjærsoner knyttet til skyvningen.

Hornblendegranitt, aplitt og en kvartsrik, tett bergart (muligens en metasomatisk sone mellom kleberstein og granitt) opptrer i en del av borhullene. Omfanget av dette var noe overraskende. Etter sammenstilling og tolkning av borhullene får vi fram et mønster der granitten opptrer dels mellom gabbro og kleberstein og dels oppe i klebersteinen, og vi antar at dette skyldes at granitten representerer et plate- til linseformet legeme som klatrer oppover i sekvensen i nordlig retning. Vi tror at den representerer en intrusiv gang som opprinnelig har kuttet både gabbroen og klebersteinen med ganske høy vinkel for så å bli rotert inn mot parallellitet med de andre bergartsgrensene gjennom deformasjonsprosessen.

De biotitt- og tremolittrike overgangssonene opptrer på grensen mellom kleberstein og andre bergarter. Vi tror disse representerer forskifrete, metasomatiske omvandlingssoner som normalt opptrer i ytterkanten av klebersteinsforekomster.

4.2 Klebersteinens opptreden og geometri

Kjerneboringene sannsynliggjør en tolkning av at under løsmasseoverdekningen på mesteparten av innmarka til Klungen går opptre kleberstein, dvs. at kartet i figur 1 synes å være riktig. Vi har over vist at klebersteinens nedre begrensning er kontakten mot gabbro og/eller hornblendegranitt. Klebersteinssonen definerer altså en plateformet kropp i nærområdet til Klungen-bruddet avgrenset av terreng/løsmasser i topp og metagabbro i bunn, men der granitten skjærer på skrå oppover i klebersteinen som vist i profilene.

I den nordøstlige del av feltet er klebersteinssonen tilgjengelig i hele sin mektighet, mens vi i sydøst og øst «mister» tilgjengeligheten til sonens nedre del (det som ligger under granitten). For drift på klebersteinen i henhold til NDRs kapasitet og behov antar vi at man i første rekke må fokusere på de deler av klebersteinen som er tilgjengelig over henholdsvis gabbro og granitt. Mektigheten til den dagnære del av klebersteinsforekomsten ligger mellom 7 og 20 meter.

4.3 Delkonklusjon

Klebersteinsforekomsten ligger som en plateformet kropp omtrent parallelt med terrengoverflaten. Totalt anslår vi mektigheten av tilgjengelig kleberstein til å ligge mellom 7 og 20 meter. En granittgang skjærer på skrå oppover i klebersteinssonen og sperrer for drift på de dypere deler av klebersteinen i områdets nordøstlige deler.

5. FOREKOMSTENS INTERNE VARIASJONER OG KVALITET

5.1 Undertyper av kleberstein

I den foregående kartleggingen ble det skilt mellom to typer kleberstein, henholdsvis gråblå karbonatrik, myk og mørk karbonatfattig og hard kleberstein.

Den *karbonatrike klebersteinen* er blågrå på farge, foliert i varierende grad, og inneholder karbonat i årer eller som enkeltkorn. Karbonat (dolomitt, magnesitt/breuneritt) utgjør omtrent 30%. Finkornet talk og kloritt opptre i tilsvarende mengder (figur 17). Ertsmineraler (vesentlig magnetitt, men også svovelkis og magnetkis) utgjør ca. 10%.

Den *karbonatfattige klebersteinen* er gråsvart på farge og inneholder ca 35% talk, 10% kloritt, 10% karbonat (som små korn), 10-15% serpentin og 10-12% erts (figur 18). I tillegg opptrer 15% amfibol, vesentlig av tremolittisk/aktinolittisk sammensetning.

Opaker opptrer i varierende grad i begge typene. Disse består dominerende av velkrystallisert pyritt, oksyder (vesentligmagnetitt; kun i smale soner) og magnetkis. Det er videre påvist små mengder amfibol av mulig asbestiform⁷ amfibol i den karbonatfattige klebersteinen og tildels betydelige mengder i de tynne overgangssonene.

Etter kjerneboringen har vi funnet grunnlag for en viss underinndeling av disse typene, som vist i tabell 1.

HOVEDTYPE	UNDERTYPE
1. Karbonatrik, myk (talkrik) blågrå	1a. Foliert/båndet (dels forskifret)
	1b. Spettet (massiv)
	1c. Båndet magnetittrik (dels forskifret)
2. Karbonatfattig, mørk	2a. Båndet, myk (talkrik; dels forskifret)
	2b. Hard (massiv)
	2c. Middels hard (massiv)

Tabell 1

Inndeling av typer og undertyper kleberstein

I figurene 12-16 viser vi borhullsloggene i profiler, der underinndelingen er foretatt. Som tidligere nevnt, er klebersteinens interne struktur steilere enn enhetenes gjennomsnittlige orientering. Dette indikerer at undertypene kleberstein veksler i henhold til foldestrukturer som forsøkt skissert i noen av profilene (se særlig figur 14). Med andre ord, det forventes at man ved inndrift vil møte kvalitetsvekslinger vinkelrett til sonens interne planstruktur (20 til 40 grader østlig fall).

Type 1c og 2a forekommer lite i borhullene. Førstnevnte opptrer kun i borhull 8, og bakkemagnetiske undersøkelser bekrefter at denne typen er av begrenset utbredelse; det ble kun påvist magnetiske anomalier like vest for borhull 8.

Type 1a dominerer i området. Deretter følger 2b. Ved inndrift vil man altså måtte påregne en veksling mellom hard, karbonatfattig og mørk kleberstein og lys, karbonatrik og myk.

⁷ Amfibol kan være asbest når mineralet opptrer i fibrig form

Sistnevnte er tildels forskifret, og man kan risikere at denne kvaliteten kommer ut i smale blokker og det er fare for avskalling under hogging.

Type 1b synes å være kvalitetsmessig best av de påviste klebersteinsvarianter. Denne har en spettet og massiv, fremfor foliert og båndet struktur, og kom ut i lengre kjernestykker under boringen enn type 1a. Denne er påvist i borhull 7 under hornblendegranitten og i borhull 6 over granitten. Førstnevnte ligger trolig utenfor rekkevidde i overskuelig framtid (12,5 meter under bakkenivå). Den andre vil imidlertid trolig ha utgående mellom borhull 6 og 9.

5.2 Sprekker i forekomsten

Oppsprekningsgraden er en viktig faktor som i stor grad avgjør oppnåelige blokkstørrelser. I borkjernene synes sprekker parallelt med foliasjonen å være viktigst; forskifrete partier opptrer med visse mellomrom internt i klebersteinen, og siden disse representerer svakhetssoner finner vi ofte åpne sprekker langs dem. Videre er den karbonatfattige klebersteinen mer «infisert» av tverrsprekker og stikk enn den karbonatrike, siden førstnevnte er hardere og dermed sprøere.

Åpne sprekker som er observert i borhullene er ofte tilstede på grensen mellom bergartstyper, og forøvrig ganske spredt. Disse gir oss til nå ingen indikasjon på at sprekketettheten i klebersteinsforekomsten er av særlig betydning.

Imidlertid ser vi at klebersteinen har en tendens til å løsne langs foliasjonsplan (kløvplan) slik at borkjernene brytes av. Dette sier oss noe om holdfasthet til klebersteinen; høy tetthet på brudd i kjernene antyder lav holdfasthet, og motsatt. Vi ser klart høyest frekvens av kjernebrudd i folierte/båndete varianter (fra 7-15 pr. meter) mens de massive/spettete variantene ligger på 5-7 brudd pr. meter. Spesielt førstnevnte er bekymringsfullt, siden folierte/båndete varianter utgjør en betydelig del av forekomsten. Siden borkjerner ikke lar seg overføre til blokk kan vi ikke bruke disse målene rent kvantitativt. Dog vil vi antyde at muligheter for smale blokker og avskalling under hogging vil være det mest kritiske punkt for en videre evaluering av forekomstens drivbarhet. Vi vil imidlertid ikke få et endelig svar på dette før det er foretatt prøvebrytning og -bearbeiding.

5.3 Delkonklusjon

Forekomsten viser interne vekslinger mellom karbonatrik, myk og karbonatfattig, hard kleberstein, hvorav førstnevnte totalt utgjør ca. 70%. Store deler av forekomsten er relativt

forskifret, og det foreligger en viss fare for at dette virker negativt på blokkstørrelse og bearbeidingssegenskaper.

6. LØSMASSETYPER OG MEKTIGHET

6.1 Løsmassetyper

Området består vesentlig av innmark som er lagt utover eksponert fjell, gamle brudd/skrottipper og marin leire. Både borhullene og georadar-opptakene (figur 17) har vært til nytte for å kartlegge løsmassetyper og mektigheten av dem (se under).

Normalt i området finner vi et tynt jordlag oppå marin leire. Langs kanten som strekker seg ØSØ for hovedbruddet har vi skrotmasser fra bruddriften med tildels store skrotblokker (figur 2). Dette finner vi etter all sannsynlighet også i det gjenfylte bruddet lengre mot øst (figur 2). Videre vil vi antyde at vi har elveavsetninger i bunnen av dalen i fortsettelsen av det sistnevnte bruddet.

6.2 Tykkelse på løsmassene

Ut i fra radaropptak og borhull har vi foretatt en tolkning av løsmassenes tykkelse som fremkommer i de geologiske profilene (figur 4 - 10). Dette sier oss følgende:

- 3-4 meter jevn løsmasseoverdekning på flaten vest for hovedbruddet.
- Opptil 6 meter overdekning i kanten av den lille skrenten som strekker seg SSV for hovedbruddet.
- Opptil 9 meter tykkelse av skrotmasser i den gamle tippet øst for hovedbruddet.
- Mer enn 5 meter tykkelse på skrotmasser i det gamle gjenfylte bruddet.
- Ubetydelig tykkelse på løsmassene i området mellom borhull 6 og 9.

Løsmassetykkelsen langs de sju tverrprofilene er fremstilt i en isometrisk 3D-modell i figur 18. Konturene av de gjenfylte bruddet i figur 2 er laget ved hjelp av radarprofilene, og synes å være ganske sikre. Vi vil påpeke at vi forøvrig ikke har funnet indikasjoner på andre bruddformer under løsmassene, men at det kan være sjanser for å finne spor av gammel drift rundt borhullene 6 og 9 samt i strøkforlengelsen NØ og SV for hovedbruddet.

6.3 Delkonklusjon

Det er interessant å merke seg de betydelige mektighetene på den gamle skrottippen øst for hovedbruddet og at vi med rimelig stor sikkerhet kan spore konturene av det gjenfylte, gamle bruddet. Videre ser vi fra undersøkelsene at vi jevnt over har mindre enn 4 meters overdekning på flaten vest for hovedbruddet og i området rundt borhull 6 og 9. Disse områdene vil uten tvil være de best tilgjengelige for bruddrift.

7. KONKLUSJONER

Klebersteinens mektighet og geometri indikerer at størrelsen på forekomsten er mer enn tilstrekkelig for NDRs behov.

Både karbonatfattig og karbonatrik kleberstein kan være av interesse for drift. Det er en intim veksling mellom disse to hovedtypene. Førstnevnte inneholder noe amfibol. Det vil være viktig å avklare hvorvidt denne er asbestiform i forbindelse med en eventuell prøvedriftsfase.

Store deler av forekomsten er ganske forskifret, noe som kan føre til problemer med å få ut hele og gode emner. Prøvedrift må til for å avklare hvorvidt dette er et problem og omfanget av det.

De best tilgjengelige forekomster for drift befinner seg på flaten vest for hovedbruddet, i bruddets sydlige fortsettelse og i området mellom bruddet og borhull 6.

8. FORSLAG TIL UNDERSØKELSER/PRØVEDRIFT

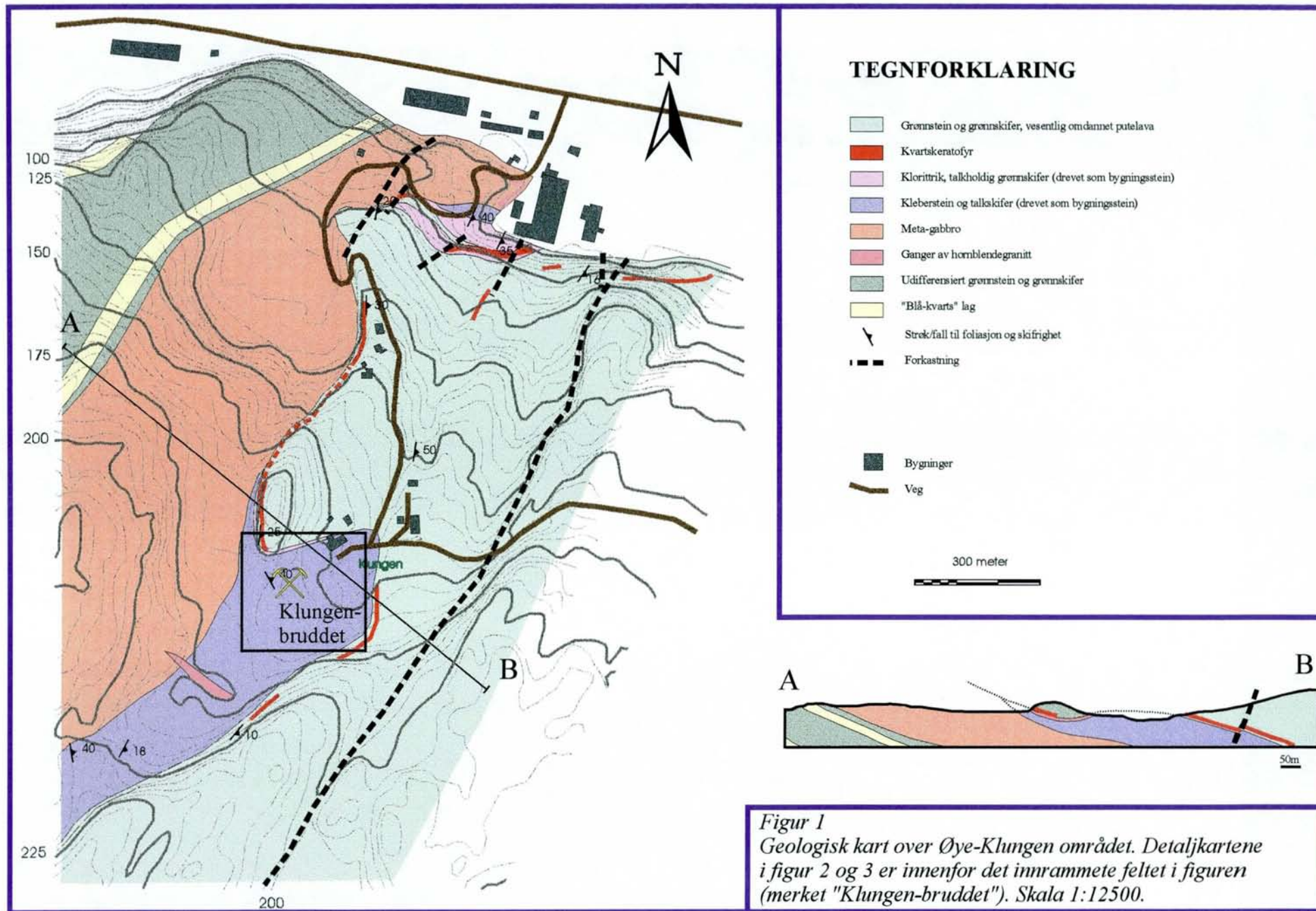
Vi vil foreslå at det foretas avdekning, arkeologiske undersøkelser og prøvedrift i følgende områder (figur 19):

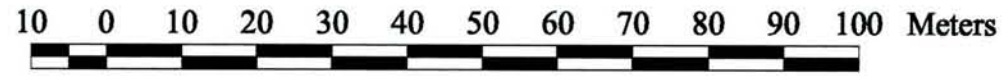
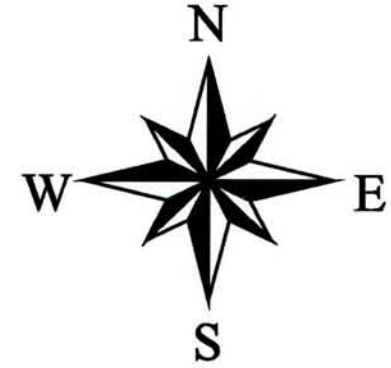
- Gjenstående stuffer i hovedbruddet
- Inn fra bruddets sydlige kant og i en korridor i nordvestlig retning
- I området mellom bruddet og borhull 6, avgrenset i nord av den gamle skrottippen

Vi mener en slik fremgangsmåte vil gi et best mulig inntrykk av forekomstens kvalitet uten å måtte fjerne store mengder løsmasser. Man må rette særlig oppmerksomhet på grad av forskifring i klebersteinen og produksjonsmessige konsekvenser.

9. REFERANSER

Heldal, T. & Storemyr, P. 1997: *Geologisk undersøkelse og arkeologisk registrering av de middelalderske bruddene ved Øye, Klungen og Huseby i Sør-Trøndelag*. NGU rapport 97.149.



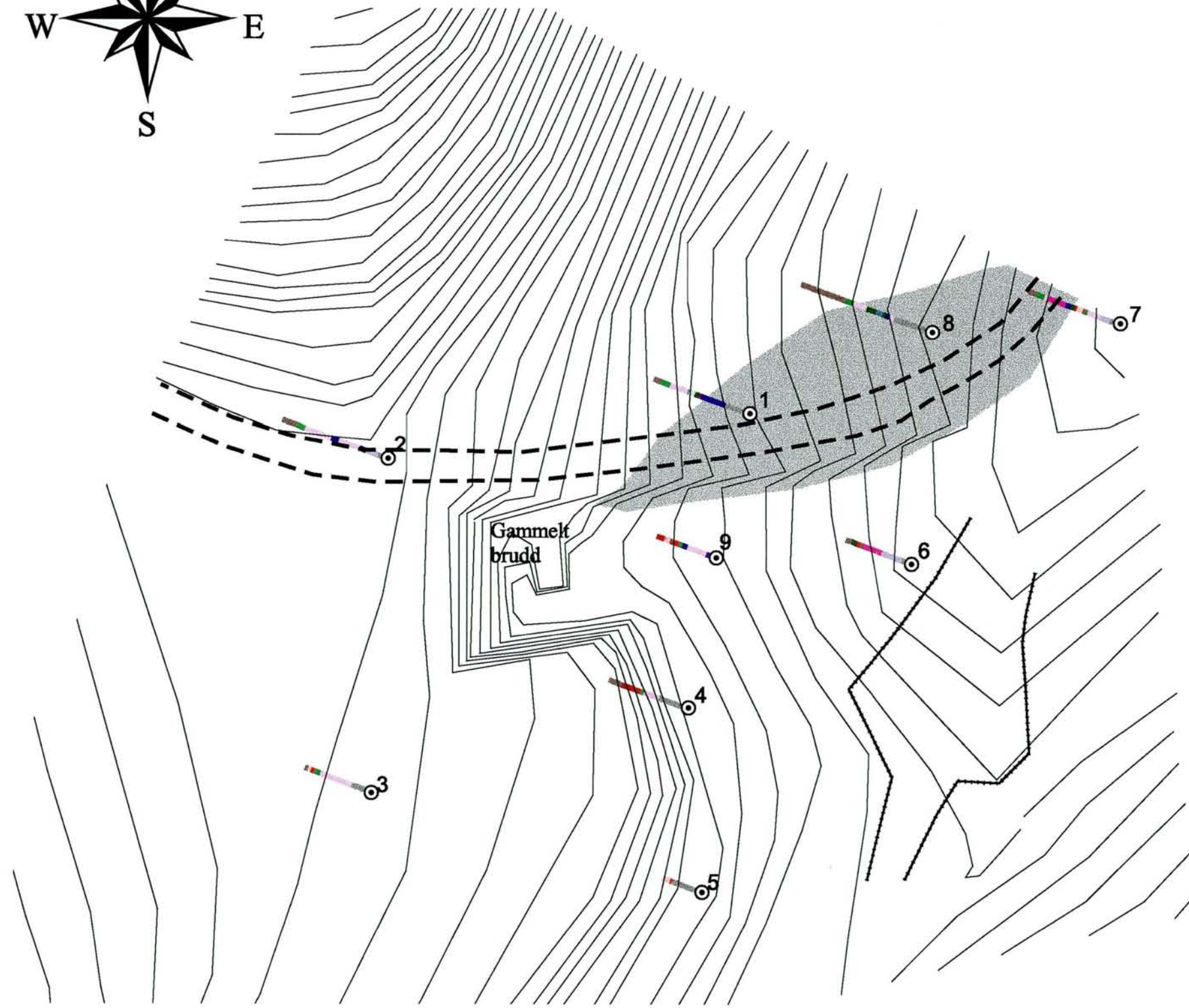


TEGNFORKLARING

- Høydekurver
- Traktorveg
- Antatt lokalisering av gjenfylt, gammelt brudd
- Antatt utbredelse til gammel skrottepp

Borhullslogger

- Lokalisering av kjerneboringshull
- Jord/løsmasser
- Karbonatrik, myk, båndet kleberstein
- Karbonatrik, myk, spettet kleberstein
- Karbonatfattig, myk kleberstein
- Magnetitrik kleberstein
- Karbonatfattig, hard, mørk kleberstein
- Mørk, middels hard kleberstein
- Kloritrik overgangssone
- Kloritt-tremolitrik overgangssone
- Hornblendegranitt
- Finkornet granitoid
- Finkornet til tett, kvartsrik bergart
- Metagabbro



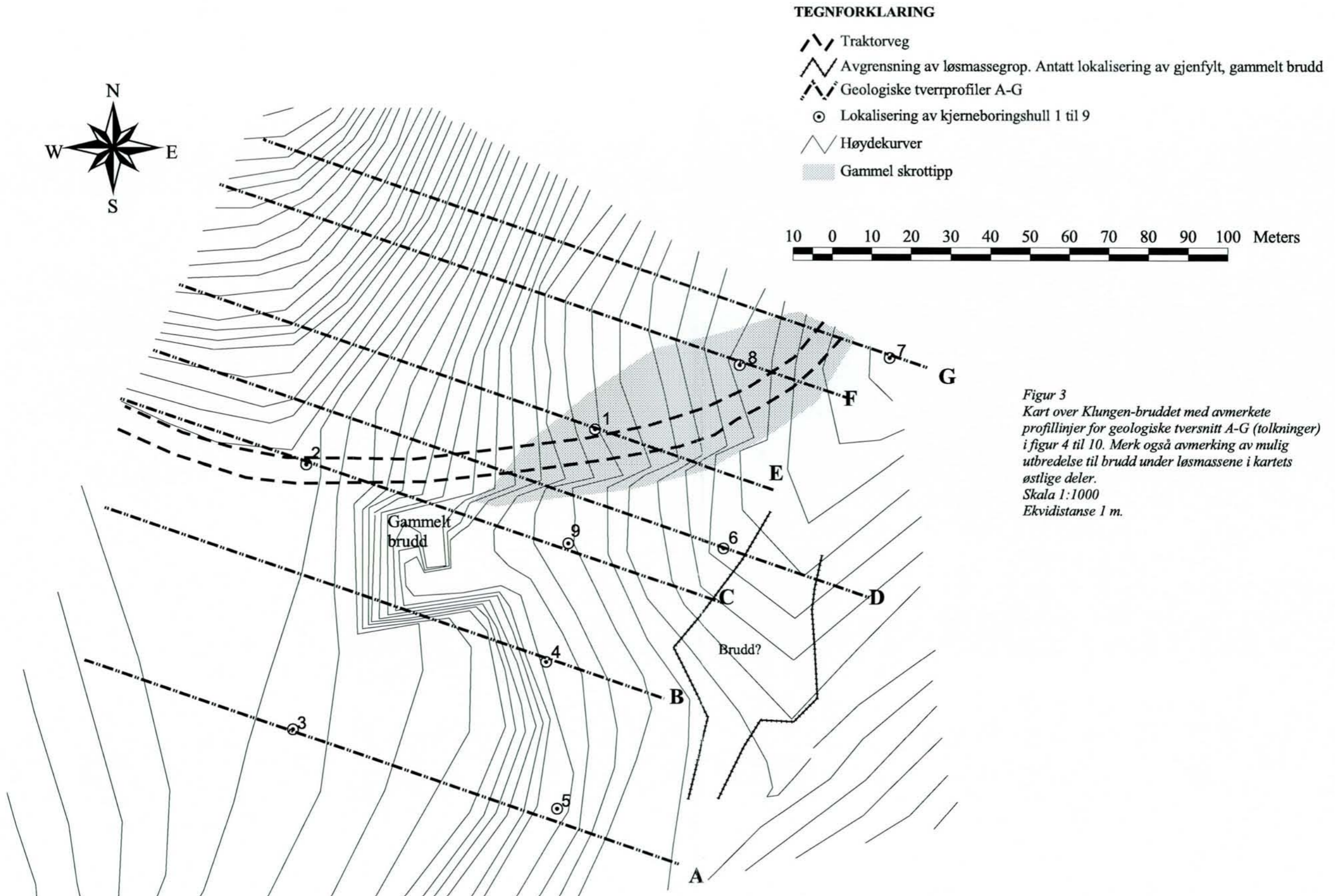
Figur 2

Kart over Klungen klebersteinsbrudd med borhullslogger. Loggene fremstår som projeksjon av borhullene til horisontalplanet.

Skala: 1:1000

Ekvidistanse: 1 meter

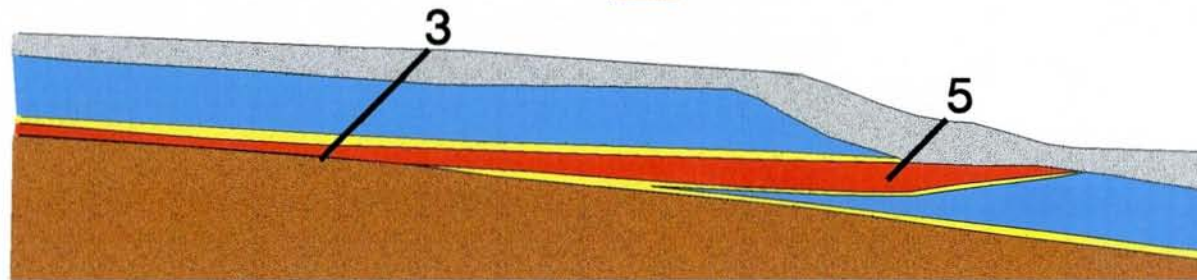
Kartet er generert fra et sett med innmålte terrengpunkter, og er følgelig ikke 100% nøyaktig.



SKALA 1:1000. Nordvest er til venstre på figuren.

TEGNFORKLARING

-  Jord/løsmasser
-  Grønnskifer
-  Kleberstein (udifferensiert)
-  Hornbløndegrannit/aplitt
-  Biotittrik overgangssone/fyllonitt
-  Metagabbro

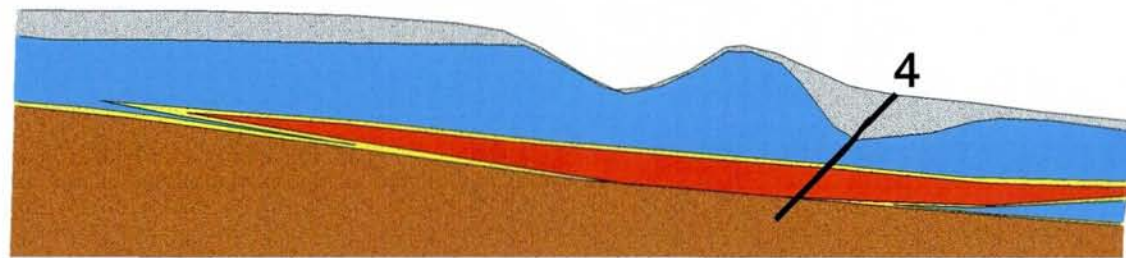


Figur 4: Geologisk tværrprofil A og borhull 3 og 5.

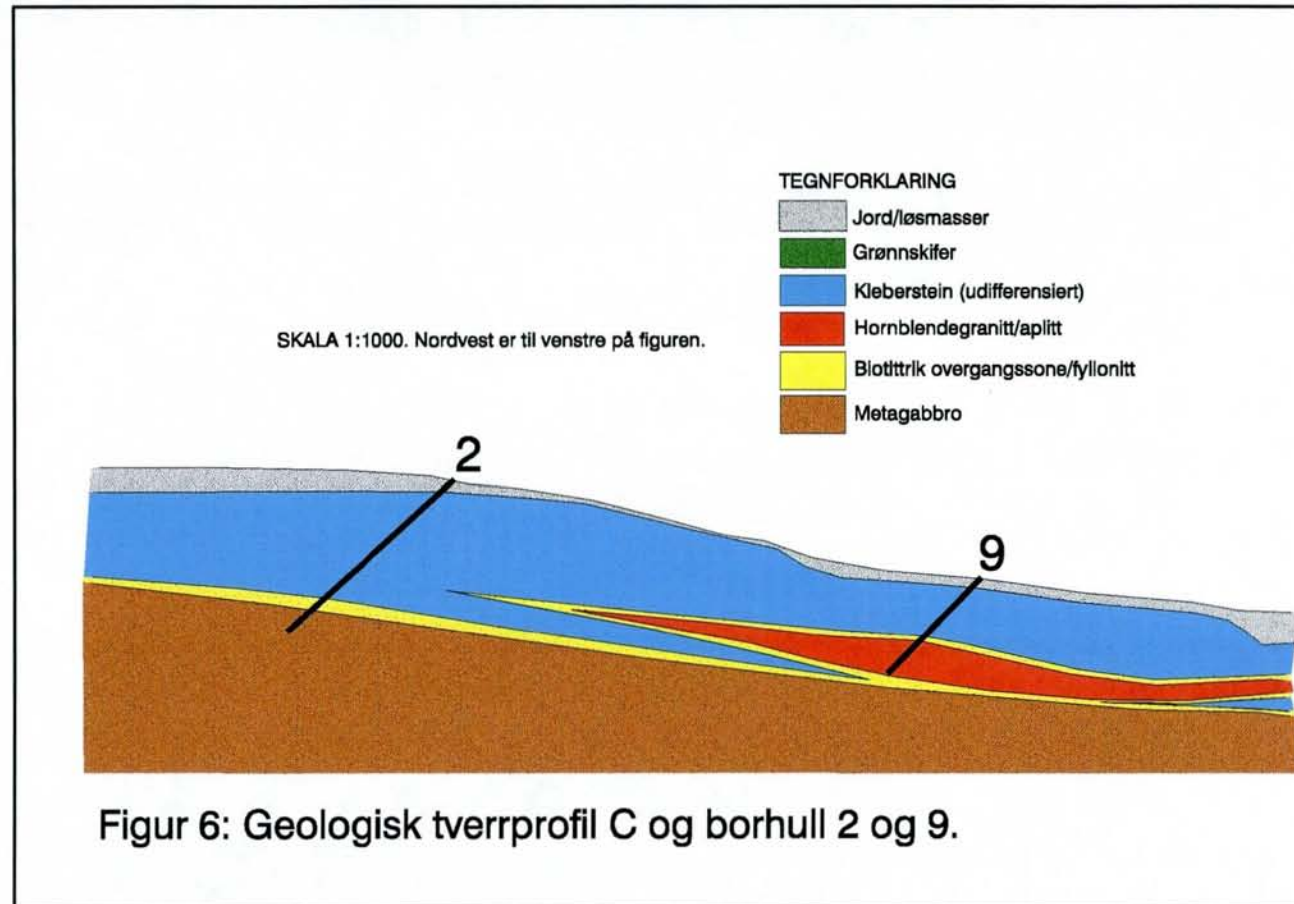
SKALA 1:1000. Nordvest er til venstre på figuren.

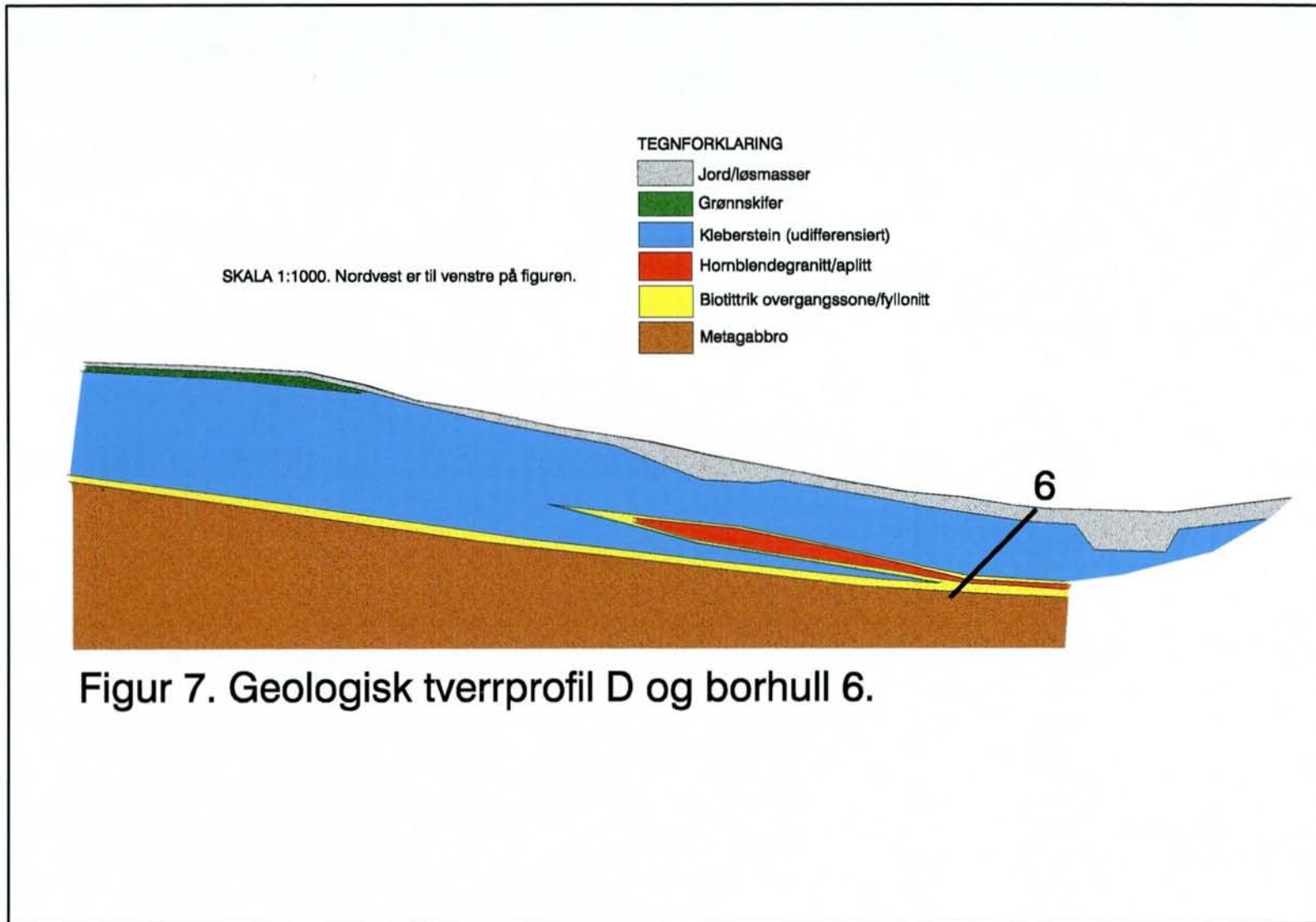
TEGNFORKLARING

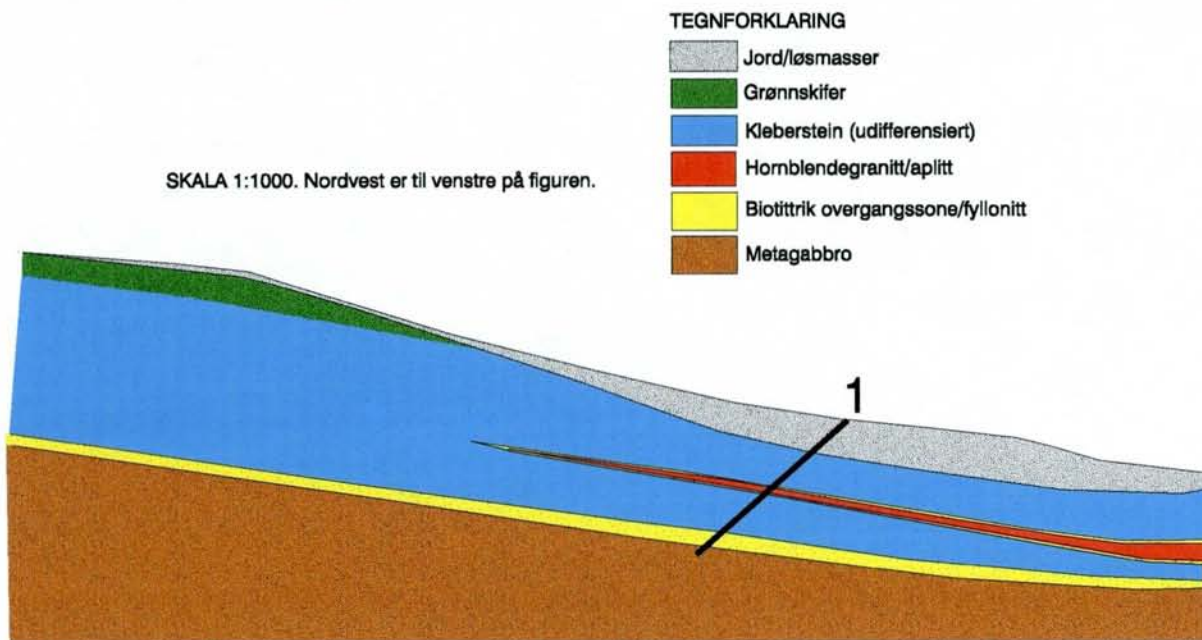
-  Jord/løsmasser
-  Grønskifer
-  Kleberstein (udifferensiert)
-  Hornblendegranitt/aplitt
-  Blottirik overgangssone/fyllonitt
-  Metagabbro



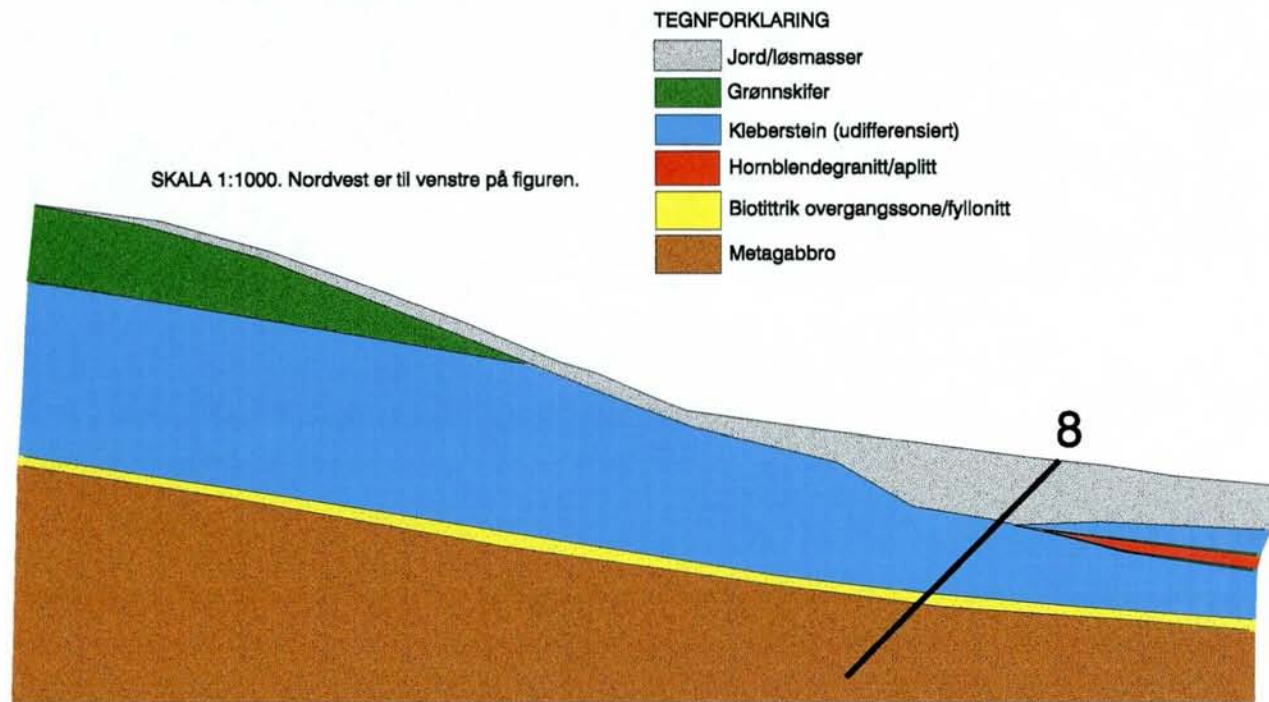
Figur 5: Geologisk tværrprofil B og borhull 4.



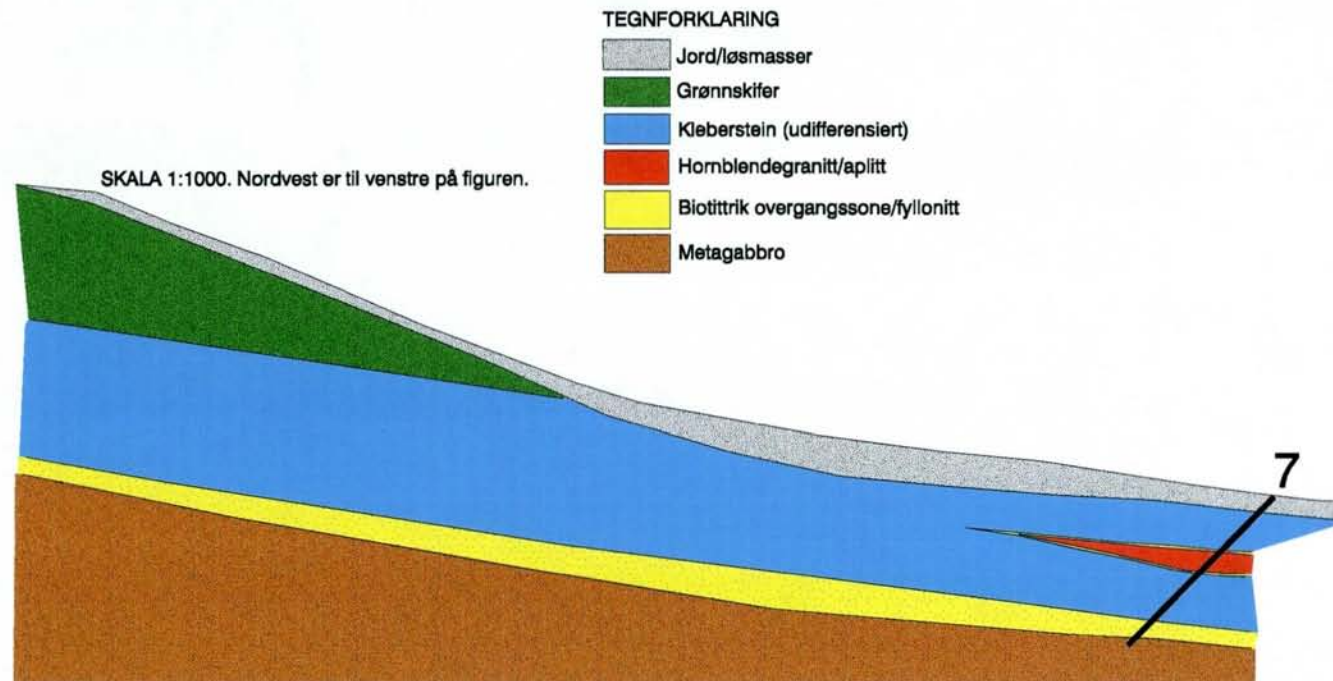




Figur 8: Geologisk tverrprofil E og borhull 1.



Figur 9: Geologisk tværrprofil F og borhull 8.






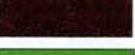

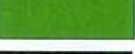







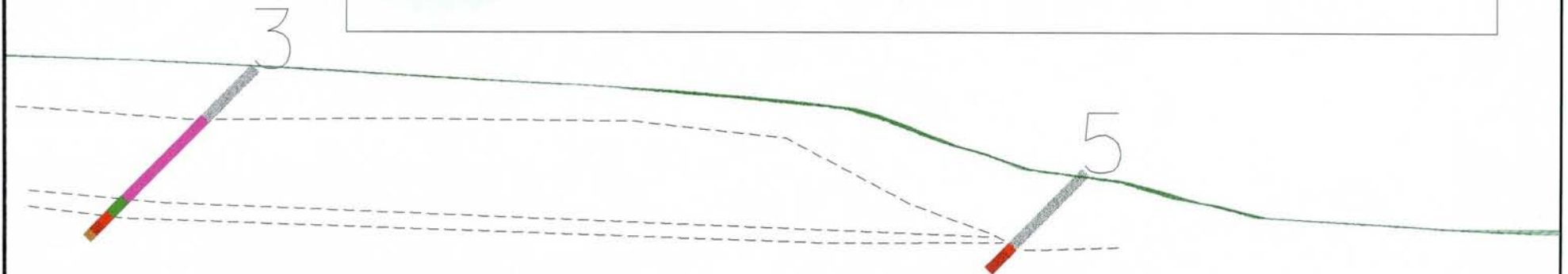
Figur 10: Geologisk tværrprofil G og borhull 7.



Figur 11
Terrengmodell av Klungen-bruddet (i midten) sett fra sydøst, ovenfra. Borhullene er merket med nummer.














TEGNFORKLARING

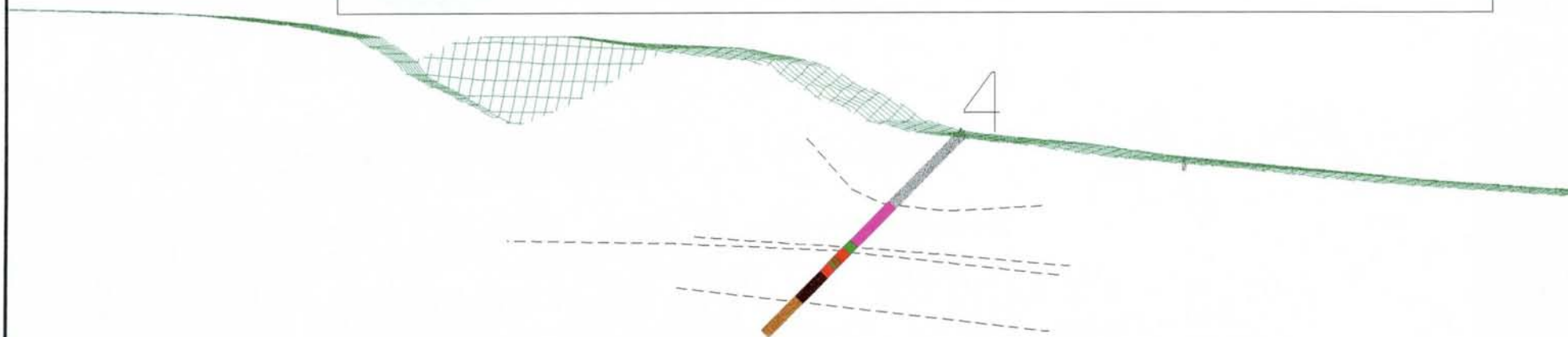
	Jord/løsmasser		Hornblendegranitt
	Karbonatrik, myk, båndet kleberstein		Finkornet granitoid
	Karbonatrik, myk, spettet kleberstein		Finkornet til tett, kvartsrik bergart
	Karbonatfattig, myk kleberstein		Kloritrik overgangssone
	Magnetitrik kleberstein		Kloritt-tremolitrik overgangssone
	Karbonatfattig, hard, mørk kleberstein		Metagabbro
	Karbonatrik, mørk, middels hard kleberstein		



Figur 12: borhullslogger 3 og 5. Skala 1:500






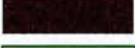







TEGNFORKLARING

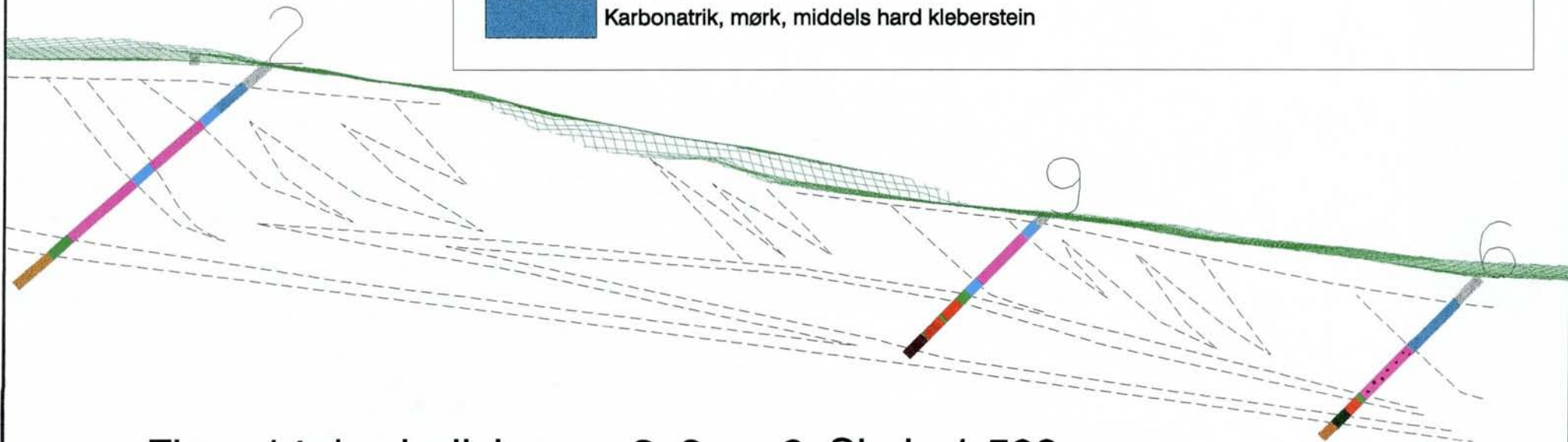
	Jord/løsmasser		Hornblendegranitt
	Karbonatrik, myk, båndet kleberstein		Finkornet granitoid
	Karbonatrik, myk, spettet kleberstein		Finkornet til tett, kvartsrik bergart
	Karbonatfattig, myk kleberstein		Kloritrik overgangssone
	Magnetitrik kleberstein		Kloritt-tremolitrik overgangssone
	Karbonatfattig, hard, mørk kleberstein		Metagabbro
	Karbonatrik, mørk, middels hard kleberstein		



Figur 13: borhullslogg 4. Skala 1:500




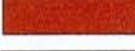









TEGNFORKLARING

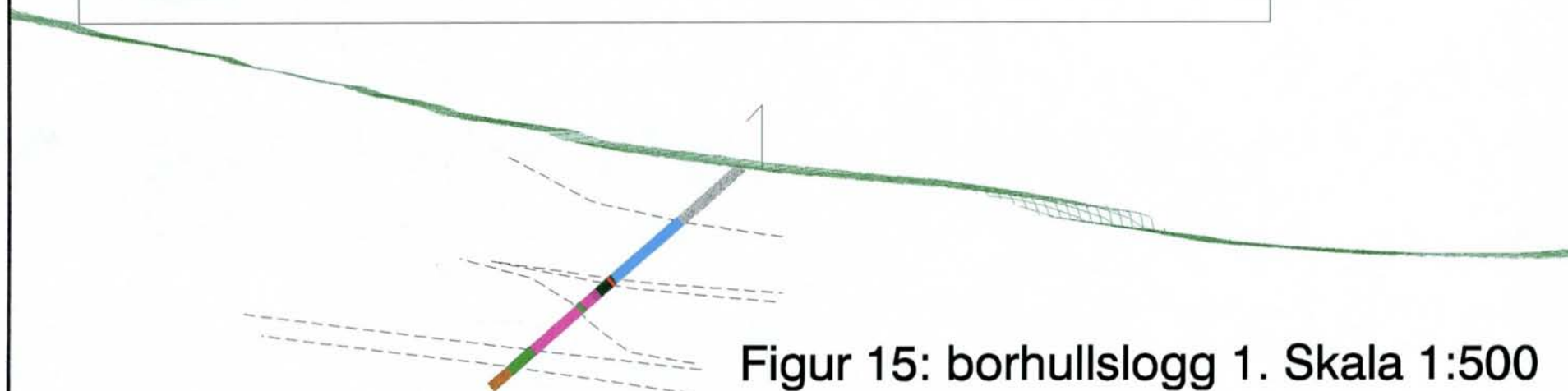
	Jord/løsmasser		Hornblendegranitt
	Karbonatrik, myk, båndet kleberstein		Finkornet granitoid
	Karbonatrik, myk, spettet kleberstein		Finkornet til tett, kvartsrik bergart
	Karbonatfattig, myk kleberstein		Kloritrik overgangssone
	Magnetitrik kleberstein		Kloritt-tremolitrik overgangssone
	Karbonatfattig, hard, mørk kleberstein		Metagabbro
	Karbonatrik, mørk, middels hard kleberstein		



Figur 14: borhullslogger 2, 9 og 6. Skala 1:500






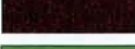







TEGNFORKLARING

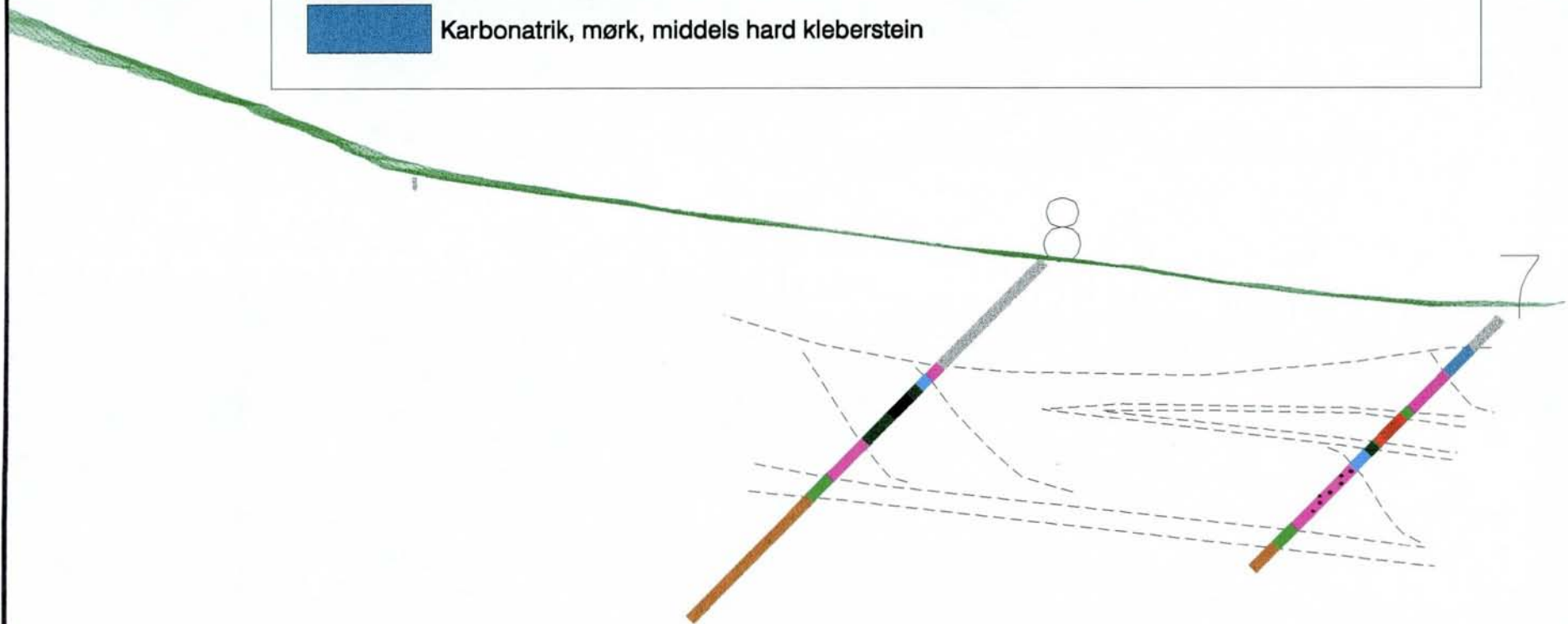
	Jord/løsmasser		Hornblendegranitt
	Karbonatrik, myk, båndet kleberstein		Finkornet granitoid
	Karbonatrik, myk, spettet kleberstein		Finkornet til tett, kvartsrik bergart
	Karbonatfattig, myk kleberstein		Kloritrik overgangssone
	Magnetitrik kleberstein		Kloritt-tremolitrik overgangssone
	Karbonatfattig, hard, mørk kleberstein		Metagabbro
	Karbonatrik, mørk, middels hard kleberstein		



Figur 15: borhullslogg 1. Skala 1:500

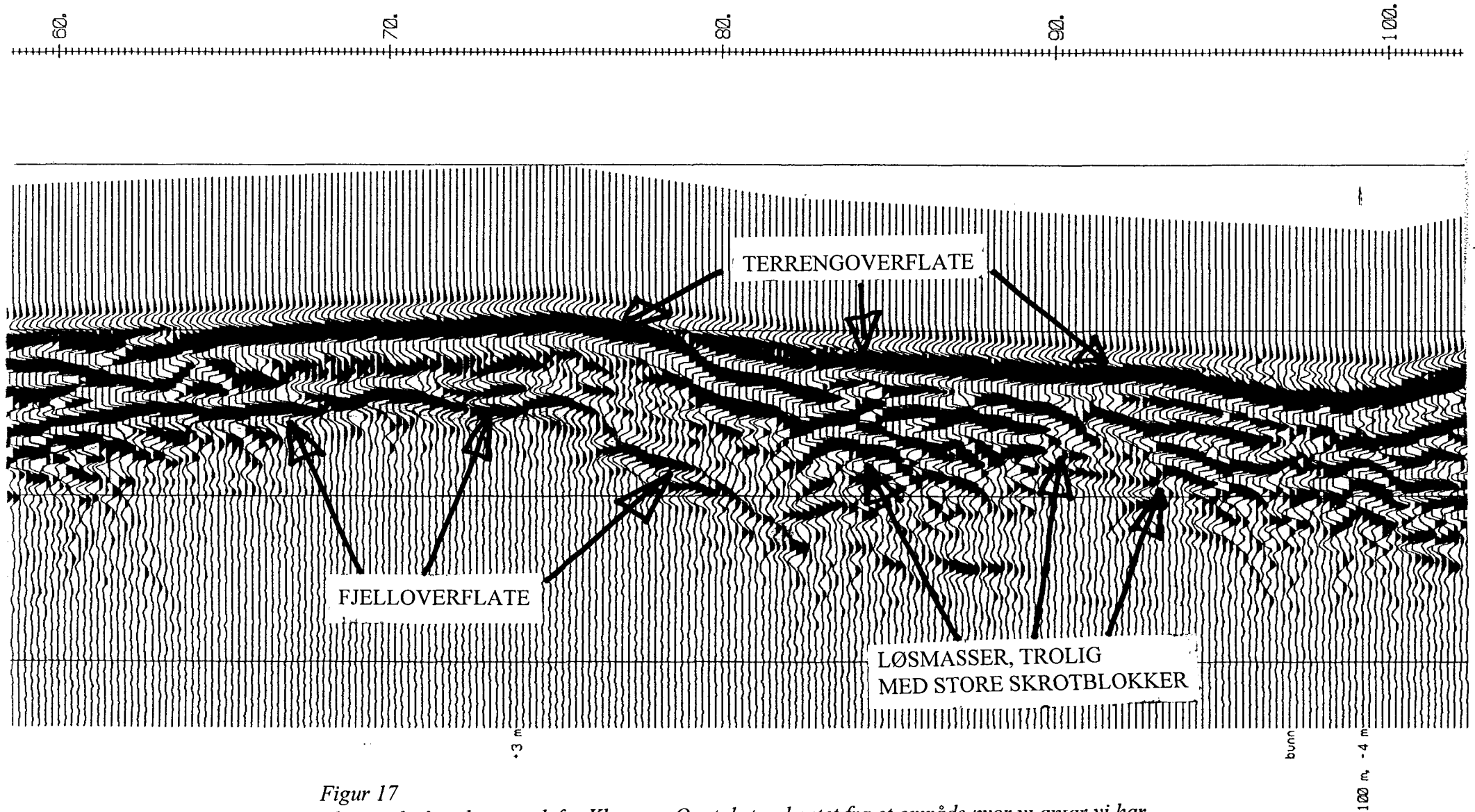
TEGNFORKLARING

	Jord/løsmasser		Hornblendegranitt
	Karbonatrik, myk, båndet kleberstein		Finkornet granitoid
	Karbonatrik, myk, spettet kleberstein		Finkornet til tett, kvartsrik bergart
	Karbonatfattig, myk kleberstein		Kloritrik overgangssone
	Magnetitrik kleberstein		Kloritt-tremolitrik overgangssone
	Karbonatfattig, hard, mørk kleberstein		Metagabbro
	Karbonatrik, mørk, middels hard kleberstein		



Figur 16: borhullslogger 7 og 8. Skala 1:500

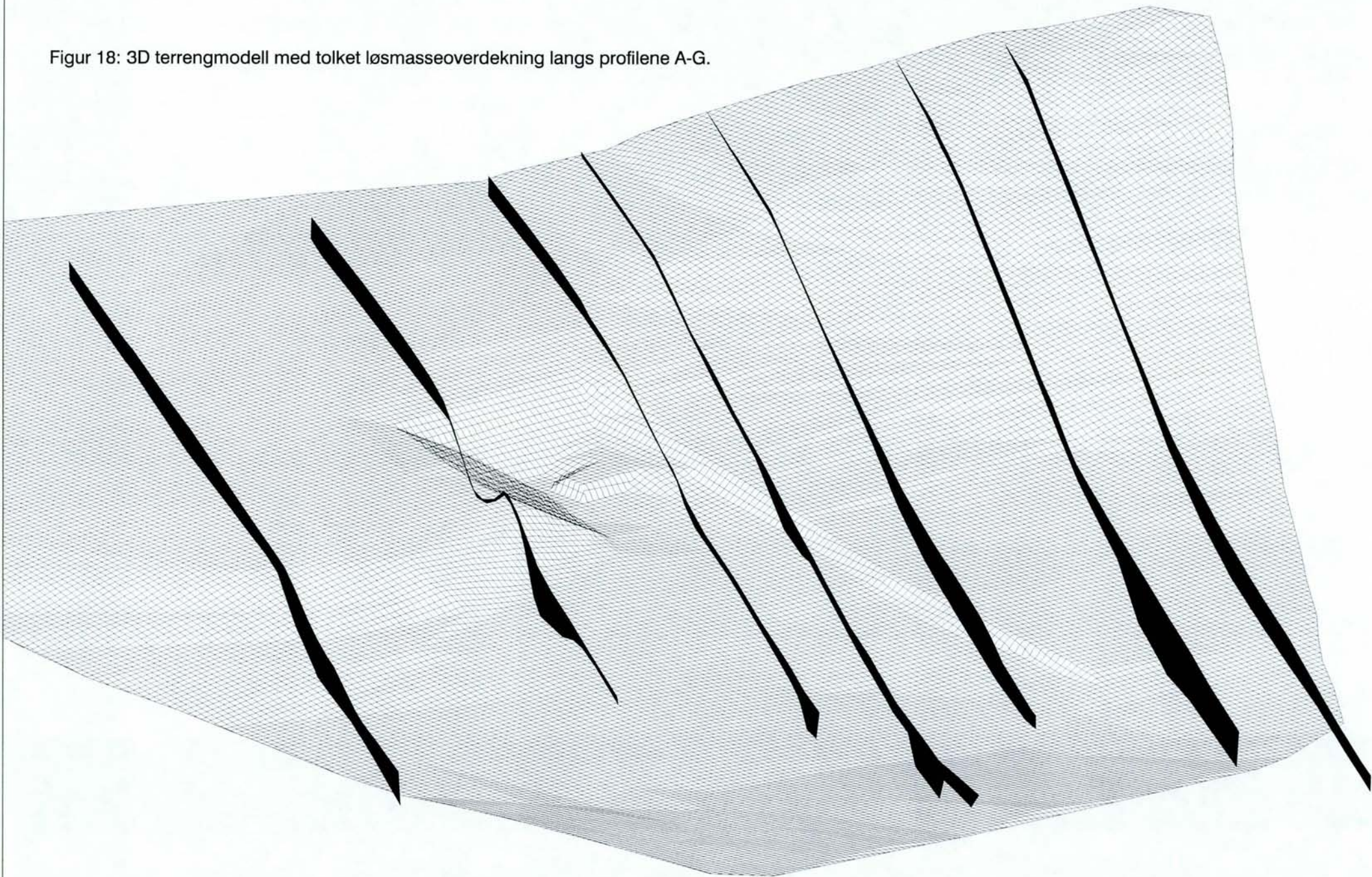
Posi t i on

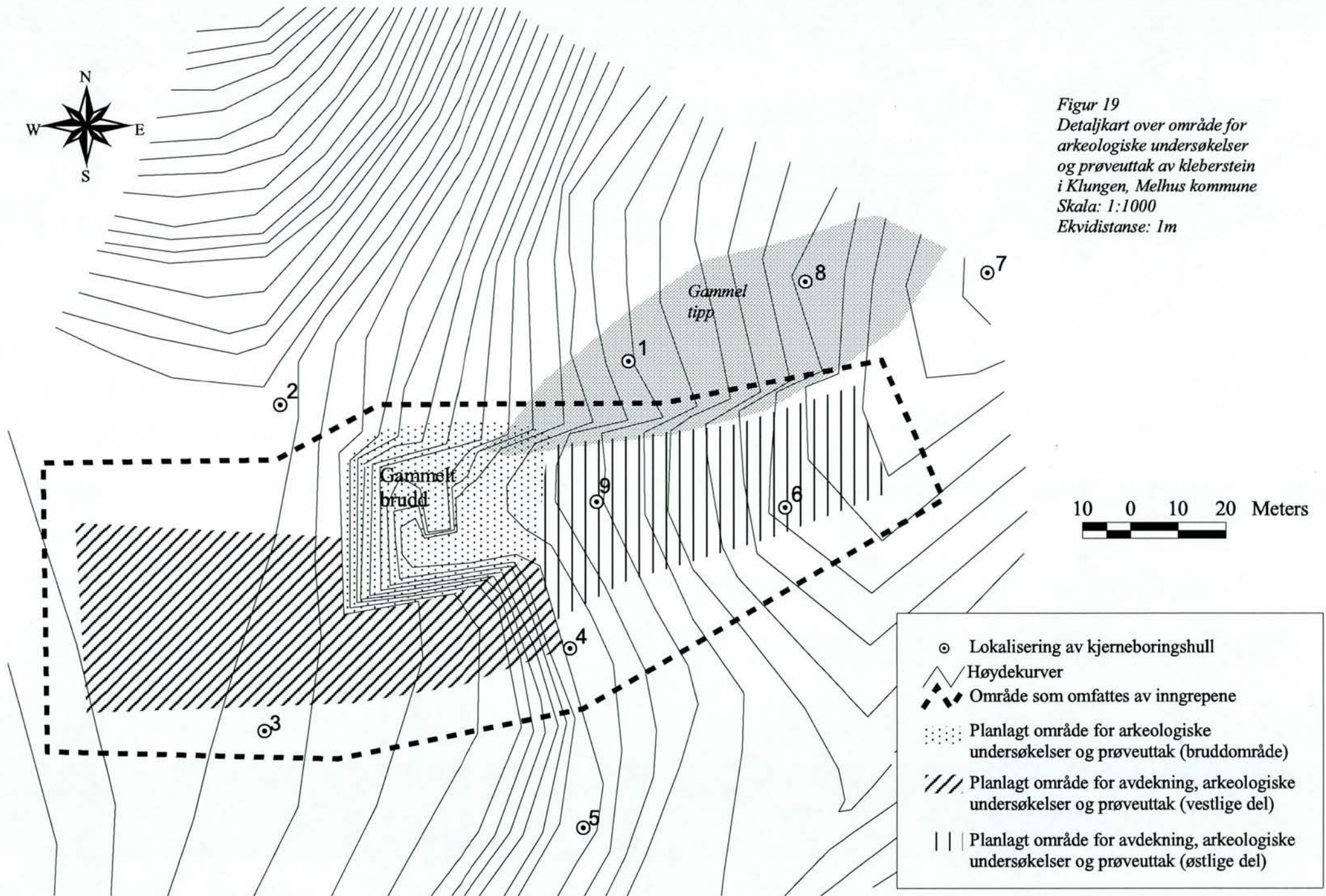


Figur 17

Eksempel på radaropptak fra Klungen. Opptaket er hentet fra et område hvor vi antar vi har skrotmasser fra et gammelt, gjenfylt brudd. Vi ser relativt tydelig overgangen mellom fast fjell og disse massene omtrent midt på profilet. Tallene over profilet angir meter (horisontalt).

Figur 18: 3D terrengmodell med tolket løsmasseoverdekning langs profilene A-G.





VEDLEGG 1

Borhullslogger (tekst)

Kode for bergartstyper:

- 1 karbonatrik, myk, båndet kleberstein
- 2 karbonatrik, myk, spettet kleberstein
- 3 karbonatfattig, hard, mørk kleberstein
- 4 mørk, middels hard kleberstein med karbonatårer
- 5 klorittrik, grønn overgangssone
- 6 kloritt-tremolittrik overgangssone
- 7 metagabbro
- 8 hbl-granitt
- 9 finkornet granitoid
- 10 finkornet til tett, kvartsrik bergart
- 11 magnetittrik kleberstein
- 12 jord
- 13 karbonatfattig, myk kleberstein

BORHULLNR	FRA METER	TIL METER	BERGARTSKODE
1	0	6.63	12
1	6.63	13.77	3
1	13.77	13.93	6
1	13.93	14.2	8
1	14.2	15.4	6
1	15.4	16	13
1	16	17.07	1
1	17.07	17.5	5
1	17.5	22.5	1
1	22.5	25	5
1	25	27	7
BORHULLNR	FRA METER	TIL METER	BERGARTSKODE
2	0	3	12
2	3	6.2	4
2	6.2	8.1	3
2	8.1	14	1
2	14	16.1	3
2	16.1	23.65	1
2	23.65	26	5
2	26	30	7
BORHULLNR	FRA METER	TIL METER	BERGARTSKODE
3	0	5.9	12
3	5.9	15.5	1
3	15.5	17.25	5
3	17.25	18.3	8
3	18.3	19.35	9
3	19.35	20	7

BORHULLNR	FRA METER	TIL METER	BERGARTSKODE
4	0	8.5	12
4	8.5	13.12	1
4	13.12	13.95	5
4	13.95	15.05	8
4	15.05	15.15	5
4	15.15	15.45	8
4	15.45	15.7	5
4	15.7	16.7	8
4	16.7	19.65	10
4	19.65	23.6	7
BORHULLNR	FRA METER	TIL METER	BERGARTSKODE
5	0	8.65	12
5	8.65	9.3	8
5	9.3	11.5	9
BORHULLNR	FRA METER	TIL METER	BERGARTSKODE
6	0	3	12
6	3	8.9	4
6	8.9	14.9	2
6	14.9	15.4	5
6	15.4	16.8	8
6	16.8	18.4	6
6	18.4	20	7
BORHULLNR	FRA METER	TIL METER	BERGARTSKODE
7	0	3.4	12
7	3.4	6.15	4
7	6.15	10.15	1
7	10.15	10.95	5
7	10.95	11.5	8
7	11.5	13.3	9
7	13.3	14	8
7	14	14.1	5
7	14.1	15.05	6
7	15.05	16.7	3
7	16.7	21.9	2
7	21.9	23.3	1
7	23.3	25.4	5
7	25.4	28	7
BORHULLNR	FRA METER	TIL METER	BERGARTSKODE
8	0	11.7	12
8	11.7	13	1
8	13	14.1	3
8	14.1	15.15	6
8	15.15	17.3	11
8	17.3	20.2	6
8	20.2	24.2	1
8	24.2	26.5	5
8	26.5	40	7

BORHULLNR	FRA METER	TIL METER	BERGARTSKODE
9	0	1.3	12
9	1.3	2.8	3
9	2.8	8.5	1
9	8.5	10	3
9	10	11.1	5
9	11.1	13	8
9	13	13.3	5
9	13.3	13.8	8
9	13.8	15.4	9
9	15.4	15.5	5
9	15.5	17.7	10