

Områdestabilitet Magnormoen solcellepark, Eidskog kommune

Utredning av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019	
Tiltaksbeskrivelse:	Solcellepark
Adresse:	Magnormoen, 2240 Magnor
Gnr/bnr:	61/16
Oppdragsgiver:	Differ Energy AS v/ Einar Boman Rinde

Ansvarlig foretak:	Innlandet Geoteknikk AS
Tlf:	91902628
Mail:	dag@innlandetgeoteknikk.no

Prosjekt nr.:	25-0027
Dokument nr.:	25-0027-01-00
Utarbeidet av/egenkontroll:	Dag Erlend Førsund
Sidemannskontroll:	Lars Petter Tronrud
Godkjent av:	Dag Erlend Førsund

Revisjon:	Dato:	Beskrivelse
00	06.10.2025	Nytt dokument

Sammendrag:

Innlandet Geoteknikk AS har utført en utredning av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019 for planlagt solcellepark på Magnormoen i Eidskog kommune.

Det konkluderes med at solcelleanlegget ligger marginalt innenfor et mulig løseområde for kvikkleireskred utløst i vest ved Gamleelva. Sikkerhet for K1-tiltak vurderes imidlertid ivaretatt:

- Ikke forverring - Tiltaket i seg selv medfører ingen forverring pga. grunn fundamentering og lav tilleggslast (50 kg/m²). Skråningen ligger utenfor tiltakets influensområde.
- Sikkerhet mot erosjonsutløste skred - Ingen erosjon i Gamleelva (kroksjø) i vest.

Det konkluderes med at tiltaksområdet ikke ligger innenfor et mulig utløpsområde for kvikkleireskred. Det vurderes ikke å være behov for geoteknisk prosjektering for å sikre «ikke forverring» av stabiliteten. TEK 17§7-3 Sikkerhet mot områdeskred vurderes hermed ivaretatt. Utredningen avsluttes.

Vedlegg

22-0068-1 Datarapport Magnormoen renseanlegg (IG, 2022).

Grunnundersøkelser på Magnormoen, 611470-01 – Magnor renseanlegg infiltrasjonsanlegg (Asplan Viak, 2017).

Innholdsfortegnelse:

1	Innledning	3
1.1	Bakgrunn	3
1.2	Tiltakskategori	5
1.3	Oppsummering av utredning av områdeskredfare	6
2	Regelverk og krav – TEK 17 og PBL	7
2.1	TEK 17 §7-1 Generelle krav om sikkerhet mot naturpåkjenninger	7
2.2	TEK 17 §10-2	7
2.3	PBL – Krav til byggetomta og ubebygd areal, §28-1, 28-2 og 28-3.....	7
3	Grensesnitt og krav til prosjektering	8
3.1	Utredningens formål	8
3.2	Geoteknisk prosjektering av stabiliserende tiltak for sikkerhet mot områdeskred	8
3.3	Relevante standarder, håndbøker, veiledere etc.	9
4	Grunnlag for kritiske skråninger og potensielt løsneområde	10
4.1	Avgrens områder som kan være utsatt for områdeskred – NVE Atlas.....	10
4.2	Topografi i høydekart	12
4.3	NGUs løsmassekart.....	13
4.4	Influensområder.....	14
4.5	Grunnundersøkelser i området	15
4.6	Avgrensning av løsneområde	18
4.7	Befaring	20
5	Konklusjon	22
6	Referanser	23

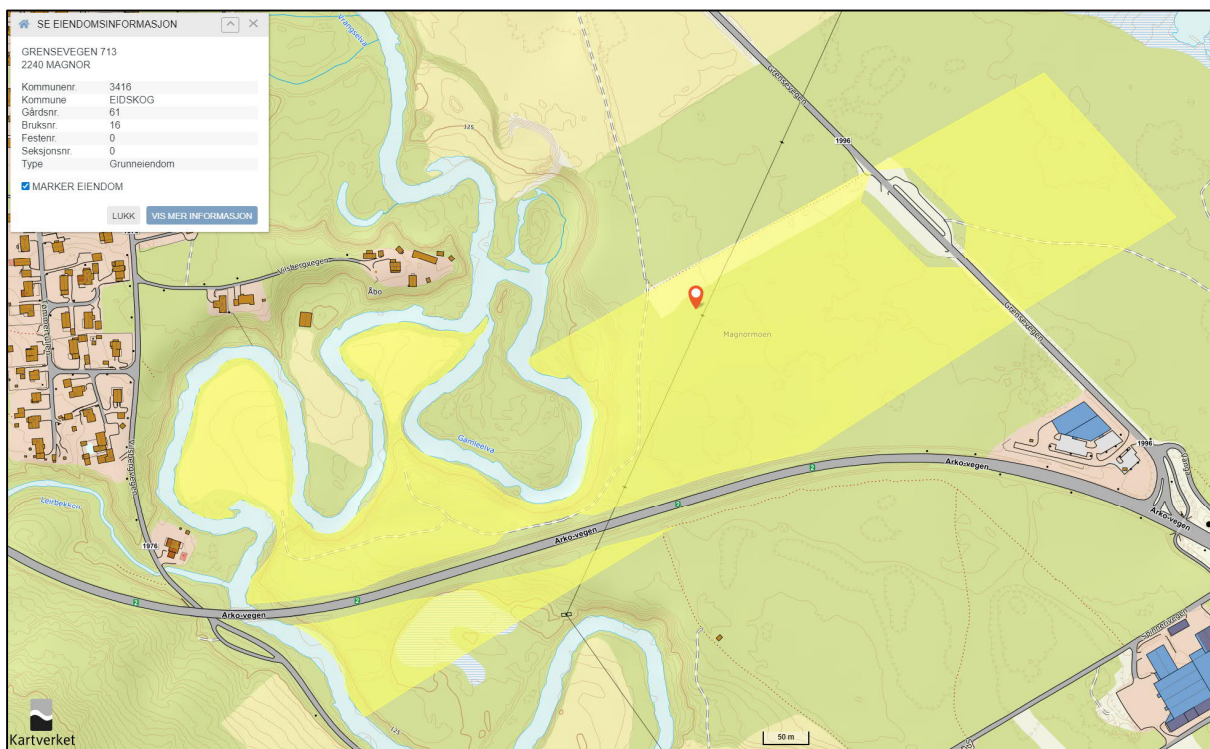
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

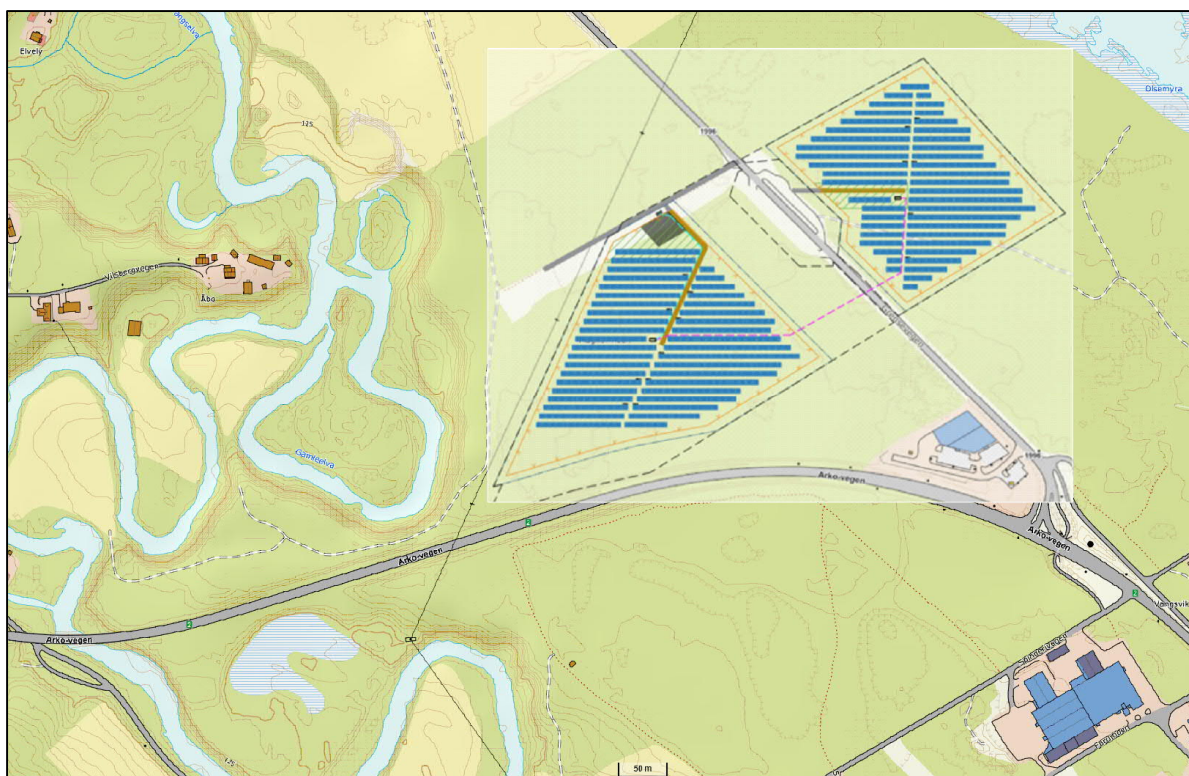
Einar Boman Rinde har, på vegne av oppdragsgiver Differ Energy AS, kontaktet Innlandet Geoteknikk AS for utredning av områdestabilitet for nytt solcelleanlegg på Magnormoen i Eidskog kommune.



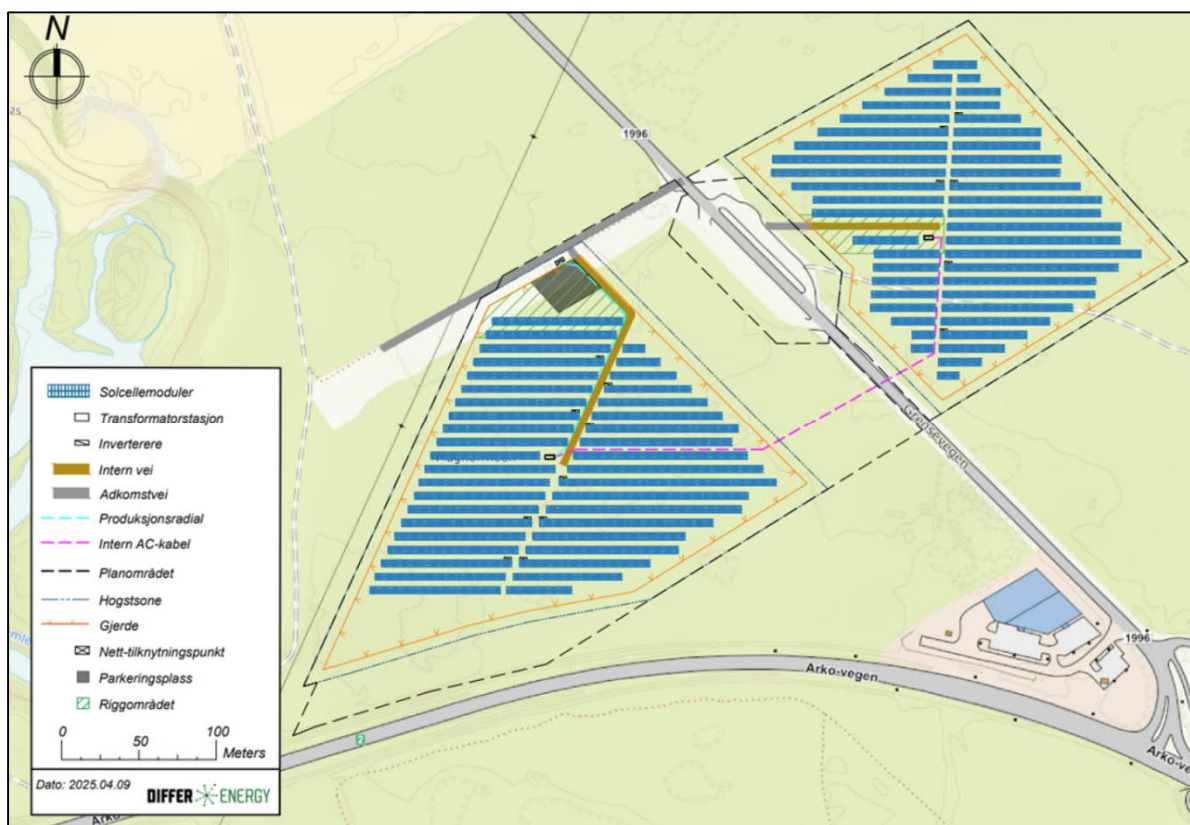
Figur 1: Utklipp fra Norgeskart (Kartverket, u.d.) som viser del av tomten og området.



Figur 2: Utklipp fra Norgeskart (Kartverket, u.d.) som viser del av eiendommen og området.



Figur 3: Utklipp fra Norgeskart (Kartverket, u.d.) som viser del av eiendommen og området.



Figur 4: Oversendt situasjonsplan.

1.2 Tiltakskategori

Hovedformålet er å unngå at tiltak utløser områdeskred eller at tiltaket blir rammet av områdeskred som utløses et annet sted. Sikkerhet mot områdeskred skal alltid dokumenteres. Kravet til sikkerhet avhenger av tiltakskategori, faregrad og tiltakets påvirkning av skråningens stabilitet.

Planlagt solcelleanlegg på Magnormoen plasseres i tiltakskategori K1 iht. Tabell 1. Tiltakskategori K1 velges fordi det bare er en mindre del av solcelleanlegget som ligger innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred (se Figur 7). For byggesak er steg 1-11 i NVEs veileder 1/2019 påkrevd.

For K1-tiltak gjelder følgende krav til sikkerhet:

- Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.
- Det skal gjøres en vurdering av alle relevante løse- og utløpsområder med tanke på skråninger hvor erosjon kan utløse skred, se kap. 4. For vurdering av erosjon, se NVE Ekstern rapport 9/2020 (15). Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrejerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kap. 5.3.3.
- Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse som angitt i kap. 3.1. Kvalitetssikring gjennomføres internt i foretaket.

Tabell 1: Tiltakskategori med eksempler på type tiltak, hentet fra NVEs kvikkleireveileder 2019 (NVE, 2020).

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

1.3 Oppsummering av utredning av områdeskredfare

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Punkt	Prosedyre	Vurdering
1.	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.	Tiltaksområdet ligger ikke i en allerede kartlagt faresone, se kap. 4.1.
2.	Avgrens områder med mulig marin leire	Se NGUs løsmassekart i kap. 4.3 og NVE Atlas i kap. 4.1.
3.	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Se topografi i kap. 4.2. Terrenget tilfredsstiller terrengkriterier som tilsier fare for områdeskred, se aktsomhetsområde i kap. 4.1.
4.	Bestem tiltakskategori	K1-tiltak, se kap. 1.2.
5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Tiltaksområdet ligger innenfor 20xH fra skråning ved Gamleelva (kroksjø, del av Vrangselva) i vest og Vrangselva i sør/sørvest. Grunnundersøkelser viser at man i alle tilfeller har et betydelig lag sand/grus og sand/silt over dypereleiggende leire, og at skredmekanismen er rotasjonsskred. Denne avgrensningen viser at tiltaksområdet ligger marginalt innenfor et løsneområde definert som 5xH utløst i skråning ved Gamleelva i vest. Samtidig ser man at tiltaksområdet ligger utenfor et mulig løsneområde for skred utløst i sør/sørvest. Influensområder i kap. 4.4 viser at arbeid på tiltaksområdet ikke vil kunne ha negativ effekt på stabiliteten i skråningen.
6.	Befaring	Ingen erosjon observert i Gamleelva. Utglidninger observert i Vrangselva.
7.	Gjennomfør grunnundersøkelser	Vurderingen baserer seg på tilgjengelig grunnlag. Stor mektighet silt, sand og grus, over leire (delvis kvikk).
8.	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Rotasjonsskred
9.	Klassifiser faresoner	Ikke aktuelt.
10.	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Tiltaksområdet ligger marginalt innenfor et mulig løsneområde for skred utløst i vest ved Gamleelva. «Ikke forverring» og sikkerhet mot erosjonsutløste skred ivarettatt. TEK 17§7-3 Sikkerhet mot områdeskred vurderes hermed ivarettatt.

Saksnummer:	25-0027
Kontrollert dokument:	25-0027-01-00
Egenkontroll:	Dag E. Førstund
Sidemannskontroll:	Lars Petter Tronrud

2 Regelverk og krav – TEK 17 og PBL

2.1 TEK 17 §7-1 Generelle krav om sikkerhet mot naturpåkjenninger

Iht. TEK 17§7-1 skal:

- 1) *Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger.*
- 2) *Tiltak skal prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket.*

Typer naturpåkjenninger og anvisning til relevante veiledere og regelverk redegjøres for i TEK 17§7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo og TEK 17§7-3 Sikkerhet mot skred.

2.2 TEK 17 §10-2

§10-2. Konstruksjonssikkerhet

- 2) *Byggverket skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot brudd og tilstrekkelig stivhet og stabilitet for laster som kan oppstå under forutsatt bruk. Kravet gjelder byggverk under utførelse og i endelig tilstand.*
- 3) *Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.*

2.3 PBL – Krav til byggetomta og ubebygd areal, §28-1, 28-2 og 28-3

§28-1. Byggegrunn, miljøforhold mv.

Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

For grunn som ikke er tilstrekkelig sikker, skal kommunen om nødvendig nedlegge forbud mot opprettelse eller endring av eiendom eller oppføring av byggverk, eller stille særlige krav til byggegrunn, bebyggelse og uteareal.

Departementet kan gi nærmere forskrifter om sikkerhetsnivå og krav til undersøkelser, sikringstiltak for person eller eiendom, dokumentasjon av tiltaket og særskilte sikringstiltak.

§28-2. Sikringstiltak ved byggearbeid mv.

Bygge- eller livingsarbeid, graving, sprenging eller fylling kan ikke igangsettes uten at de ansvarlige på forhånd har truffet nødvendige tiltak for å sikre mot at skade kan oppstå på person eller eiendom, og for å opprettholde den offentlige trafikk.

Maskiner, stillaser og alt utstyr for byggearbeid skal være forsvarlig innrettet og vedlikeholdt, og driften skal være ordnet slik at fare for liv og helse ikke oppstår. Kommunen kan gi de pålegg den finner påkrevd for at disse bestemmelser blir holdt, herunder om grunnundersøkelser.

3 Grensesnitt og krav til prosjektering

3.1 Utredningens formål

Denne utredningen omhandler kvikkleireskred/områdestabilitet, der tilfredsstillende sikkerhet oppnås ved gjennomgang av prosedyren som beskrevet i *NVEs veileder 1/2019, kap. 3.2*.

Kravene i *TEK 17 §7-3 Sikkerhet mot Skred* gjelder alle typer skred:

- Skred i fast fjell (fjellskred og steinsprang).
- Skred i løsmasser (jordskred, flomskred og kvikkleireskred).
- Skred i snø (løssnøskred, flaskred og sørpeskred).

Der tiltaksområdet ligger innenfor et aktsomhetsområde for skred i fast fjell eller skred i snø, vil det måtte gjøres egne utredninger for disse skredtypene iht. aktuelle NVE veiledere.

3.2 Geoteknisk prosjektering av stabiliserende tiltak for sikkerhet mot områdeskred

Iht. SAK 10 §9-3 skal geoteknisk prosjektering legges i tiltaksklasse 1, 2 eller 3 avhengig av:

- Tiltakets kompleksitet og vanskelighetsgrad
- Mulige konsekvenser som mangler og feil i prosjekteringen vil kunne få for helse, miljø og sikkerhet.

Tiltak i tiltaksklasse 1 vil kunne utføres uten bistand fra geotekniker, mens tiltak i tiltaksklasse 2 og 3 krever geoteknisk prosjektering og uavhengig kontroll PRO/UTF.

En utredning av områdestabilitet er i seg selv ikke noe som skal ansvarsbelegges. Det kan imidlertid bli behov for geoteknisk prosjektering dersom utredningen viser at det er behov for et stabiliserende tiltak for å ivareta sikkerheten, for eksempel avlastning i skråningstopp eller pålastning i skråningsbunn. Stabiliserende tiltak i kvikkleiresoner/mulige kvikkleiresoner må prosjekteres på fagfeltet geoteknikk, prosjekteringen legges i tiltaksklasse 2 eller 3. Hvorvidt det er krav om stabiliserende tiltak for å ivareta sikkerhet iht. TEK 17§7-3 redegjøres for i utredningens konklusjon.

Utredningen inkluderer ikke vurderinger rundt geoteknisk kategori, konsekvens- og pålitelighetsklasse, kontrollklasse og tiltaksklasse og behov for geoteknisk prosjektering, ut over det som kreves for å ivareta sikkerhet mot områdeskred iht. TEK 17§7-3.

3.3 Relevante standarder, håndbøker, veiledere etc.

- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler.
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.
- NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008 Laster på konstruksjoner. Del 1-7: Allmenne laster, ulykkeslaster.
- NS-EN 1993. Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner.
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.
- NS-EN 1998-5:2004+NA:2014. Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold.
- Peleveiledning. Den norske pelemekomite/NBR. 2019.
- NVE: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper, nr. 1/2019.
- NVE: Ekstern rapport nr. 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: Metodebeskrivelse.
- Vegvesenets håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging

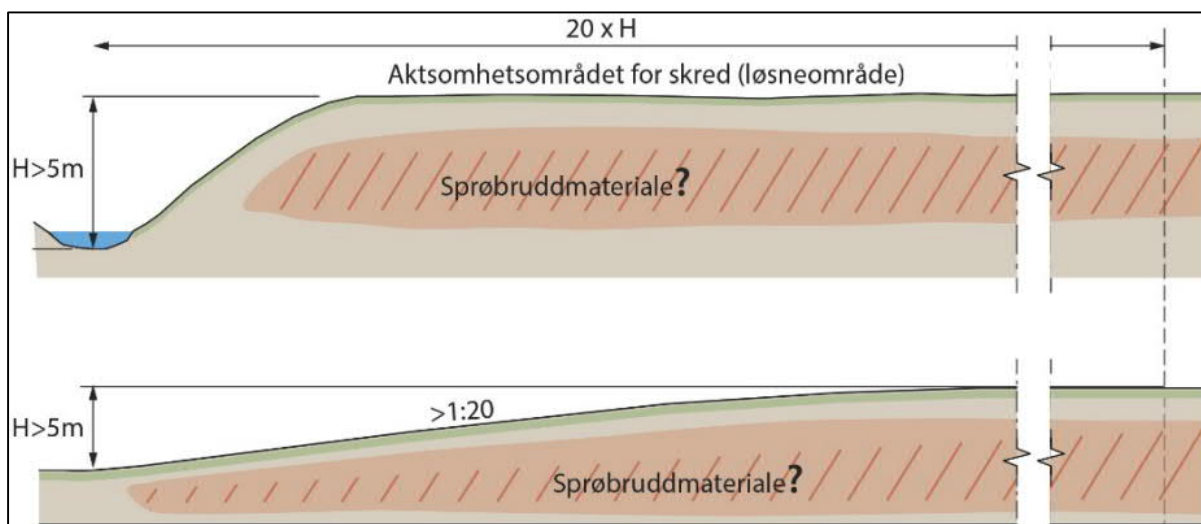
4 Grunnlag for kritiske skråninger og potensielt løsneområde

4.1 Avgrens områder som kan være utsatt for områdeskred – NVE Atlas

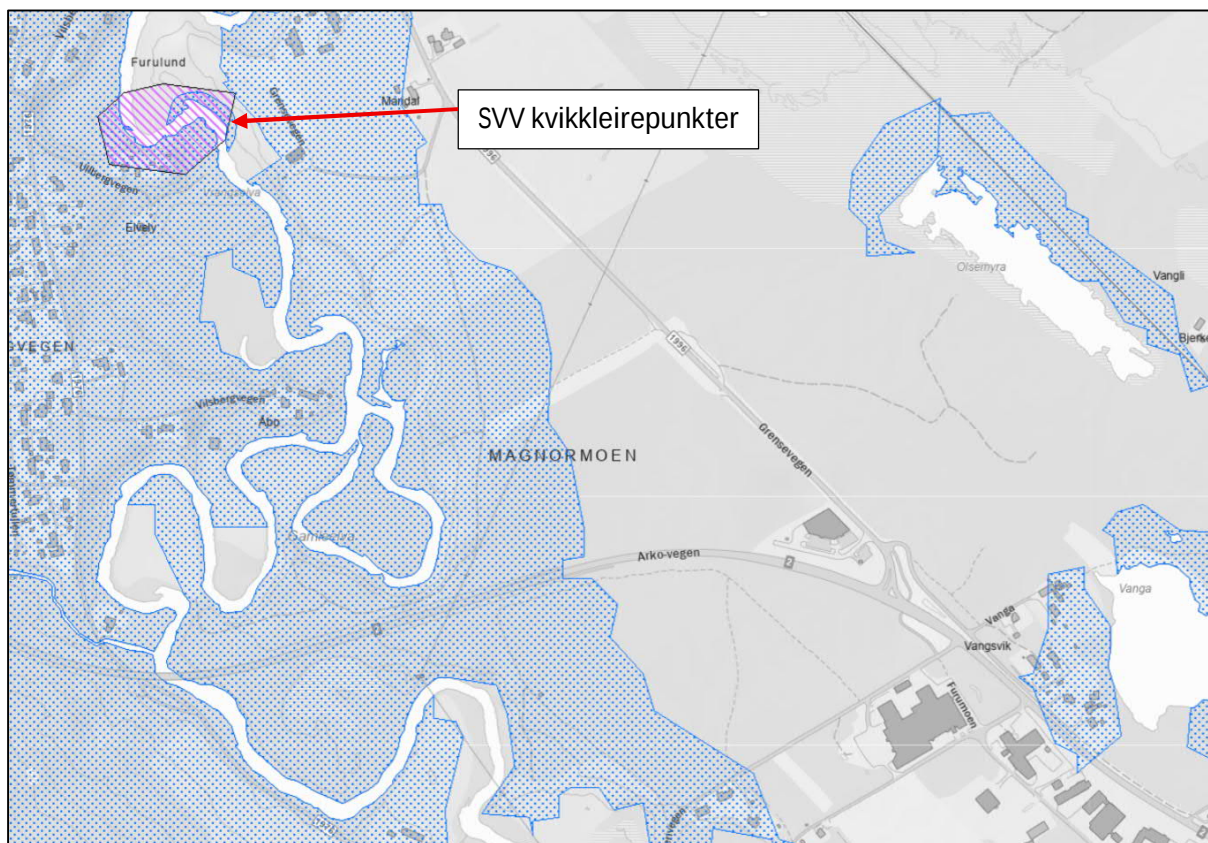
Tiltaksområdet ligger under marin grense på ca. kote +133, i et område som delvis er kartlagt som et «aktsomhetsområde for kvikkleireskred». Følgende kriterier for å definere aktsomhetsområder, altså en grov avgrensning av områder som kan være utsatt for områdeskred:

- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, eller
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter

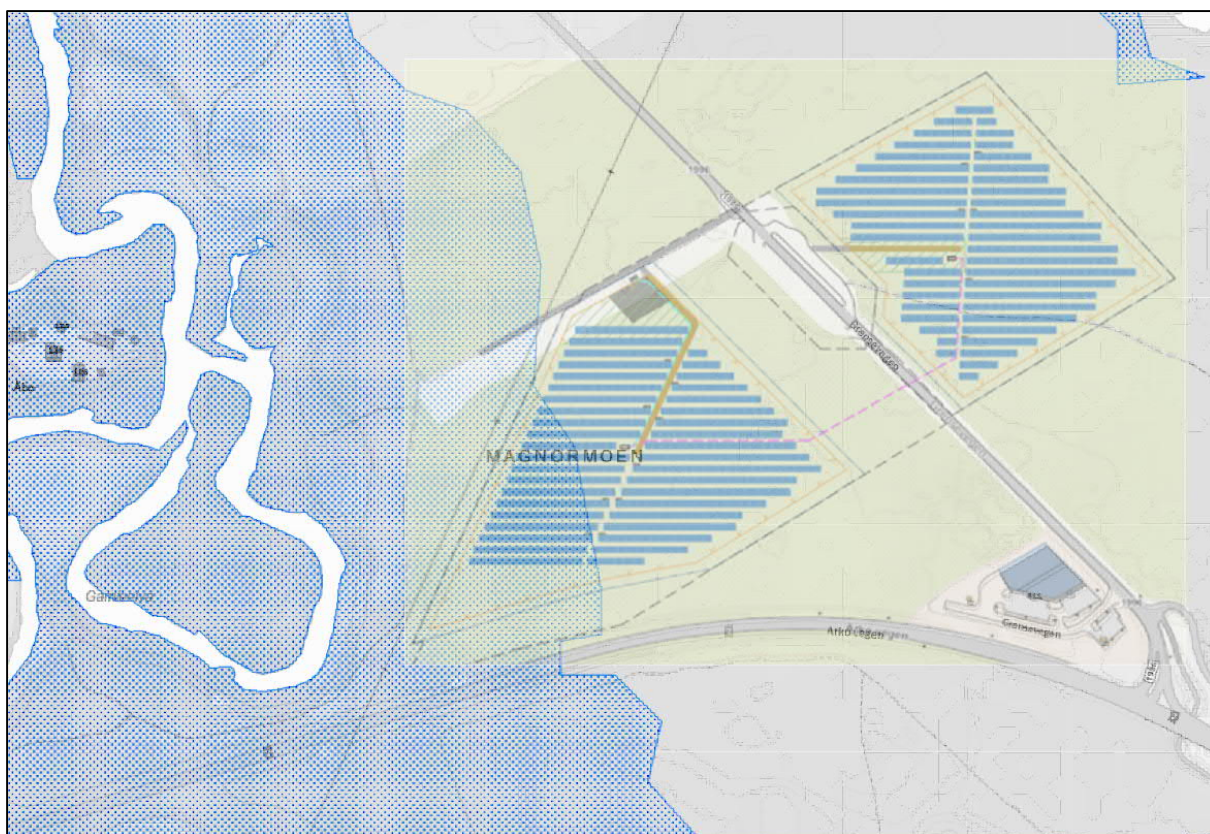
Overlapp mellom aktsomhetsområde og planlagt solcelleanlegg ses i Figur 7.



Figur 5: Aktsomhetsområde for løsneområde.



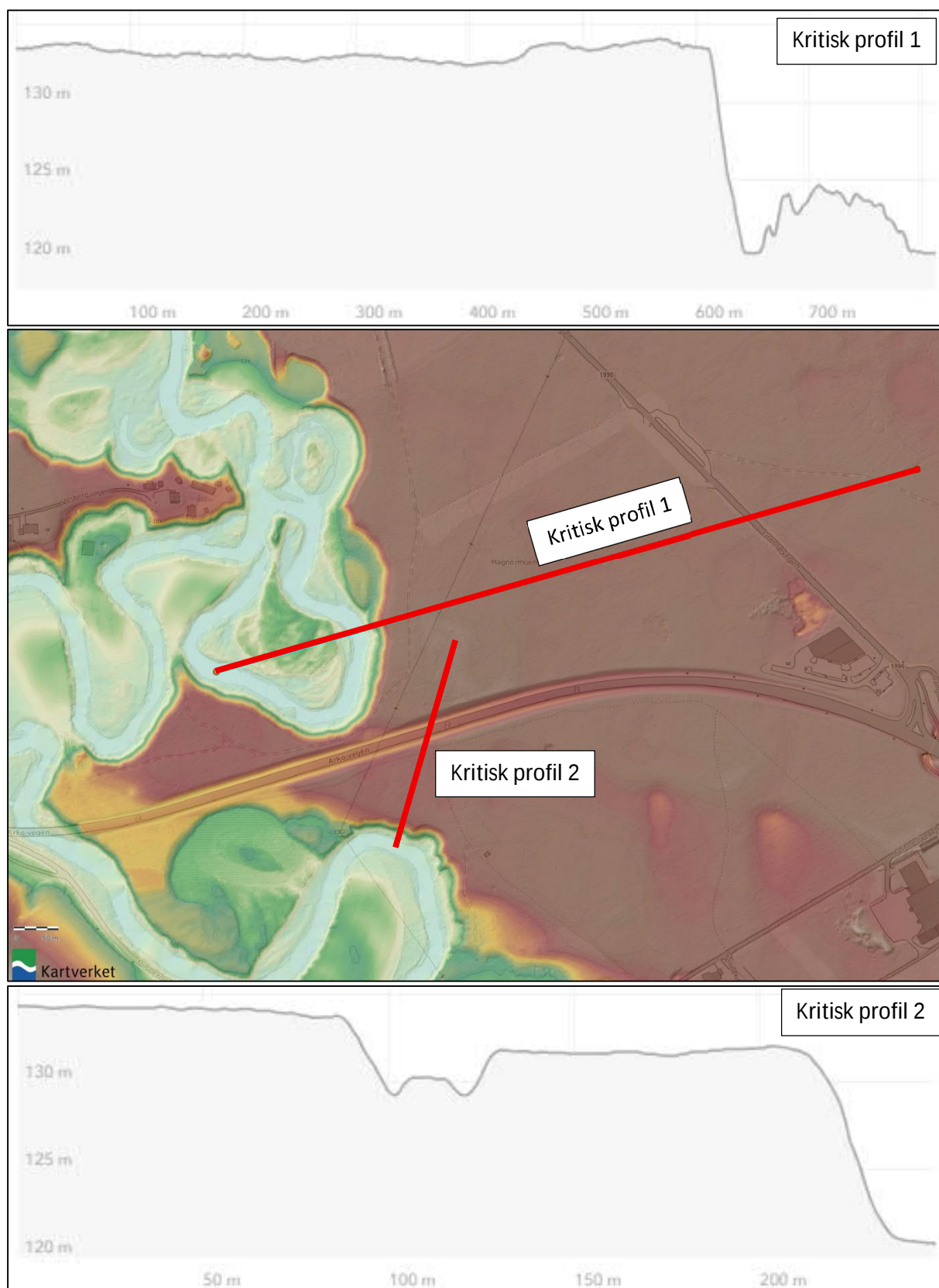
Figur 6: NVE Atlas (NVE, u.d.) viser kvikkleiresoner og aktsomhetsområder (blå skraverte arealer) i området.



Figur 7: NVE Atlas (NVE, u.d.) hvordan solcelleanlegget og «aktsomhetsområde for skred» overlapper.

4.2 Topografi i høydekart

Terrenget er generelt flatt på kote +133, og faller ned mot Gamleelva i vest (kroksjø) og Vrangselva i sørvest, begge på ca. kote +120.

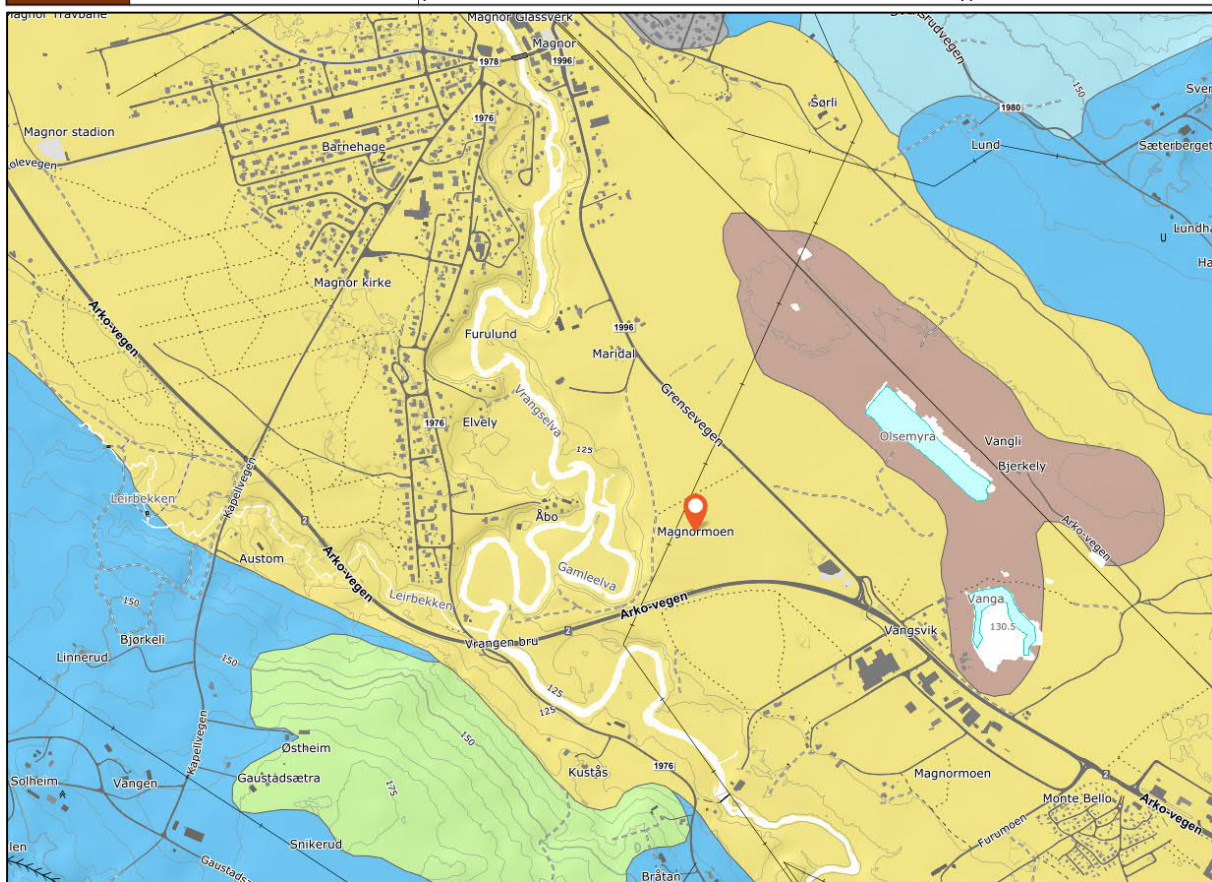


Figur 8: Utklipp fra Høydedata (Kartverket, u.d.) som illustrerer topografien i området i farger.

4.3 NGUs løsmassekart

Løsmassekart (Figur 9) og beskrivelser er hentet fra NGUs nettsider (NGU, u.d.). NGUs løsmassekart er ingen detaljkartlegging av grunnforhold og masser i området, feil kan forekomme. Kartet gir imidlertid en god indikasjon på grunnforholdene i et område.

	Morenemateriale, sammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	Materiale transportert og avsatt av isbreer. Materialet er dårlig sortert, ofte kompakt og kan inneholde alle kornstørrelser, alt fra leir til stein og store blokker. Avsetningen er normalt sammenhengende med hyppige fjellblotninger. Den er sjelden mer enn 0.5 m tykk, men kan enkelte steder være mektigere.
	Bart fjell	Fjelloverflate uten løsmassedekke.
	Hav-, fjord- og strandavsetning, sammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen.	Område med ulike typer marine avsetninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe større. Kornstørrelser angis normalt ikke, men kan være alt fra leir til blokk.
	Breelvavsetning (Glasifluvial avsetning) (oransje)	Materiale transportert og avsatt av breelver. Sedimentet består av sorterte, ofte lagdelte avsetninger av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk. Breelvavsetninger har ofte tydelige overflateformer som tørrlagte kanaler, terrasser og rygger. Mektigheten er ofte flere ti-talls meter.
	Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet	Sammenhengende, finkornet marin avsetning med mektighet opp til mange ti-talls meter. Avsetningstypen kan også omfattede masser fra kvikkleireskred, ofte angitt med tilleggssymbol.
	Elve- og bekkeavsetning (Fluvial avsetning) (gul)	Materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. Sortert sand og grus dominerer, og partiklene er ofte godt rundet. Avsetningene kan ha meget varierende mektigheter. Typiske overflateformer er elvesletter, terrasser og vifter.
	Torv og myr	Organisk materiale dannet av ikke nedbrutte planterester, akkumulert gjennom perioden etter siste istid. Det skilles ikke mellom ulike torvtyper.



Figur 9: Utklipp fra NGUs løsmassekart (NGU, u.d.).

Iht. kap. 3.3.7 *Skråninger utenfor influensområdet til tiltaket* (NVE, 2020) «legges det til grunn at en skråning er utenfor influensområdet til tiltaket dersom tiltaket ligger i avstand større enn 2H bak fra skråningstopp (i ravine- og platåterreng), hvor H er total høydeforskjell av skråningen, se Figur 3.4. Tiltak som ligger mer enn 2H bak skråningstopp vil ikke kunne initiere et fremoverprogressivt skred dersom bæreevnen ellers er tilstrekkelig. Hvis tiltaket ligger foran foten (i utløpsområdet) av skråningen, ligger skråningen utenfor influensområdet til tiltaket dersom stabiliteten ikke forverres pga. f.eks. graving eller peleramming».

Skråningshøyden er ca. 15 meter iht. tilgjengelig kartgrunnlag:

- Skråning i vest (se Figur 8, profil 1) ligger tett opp mot tiltakets influensområde.
- Skråning i sør/sørvest (se Figur 8, profil 2) ligger klart utenfor influensområdet til tiltaket.



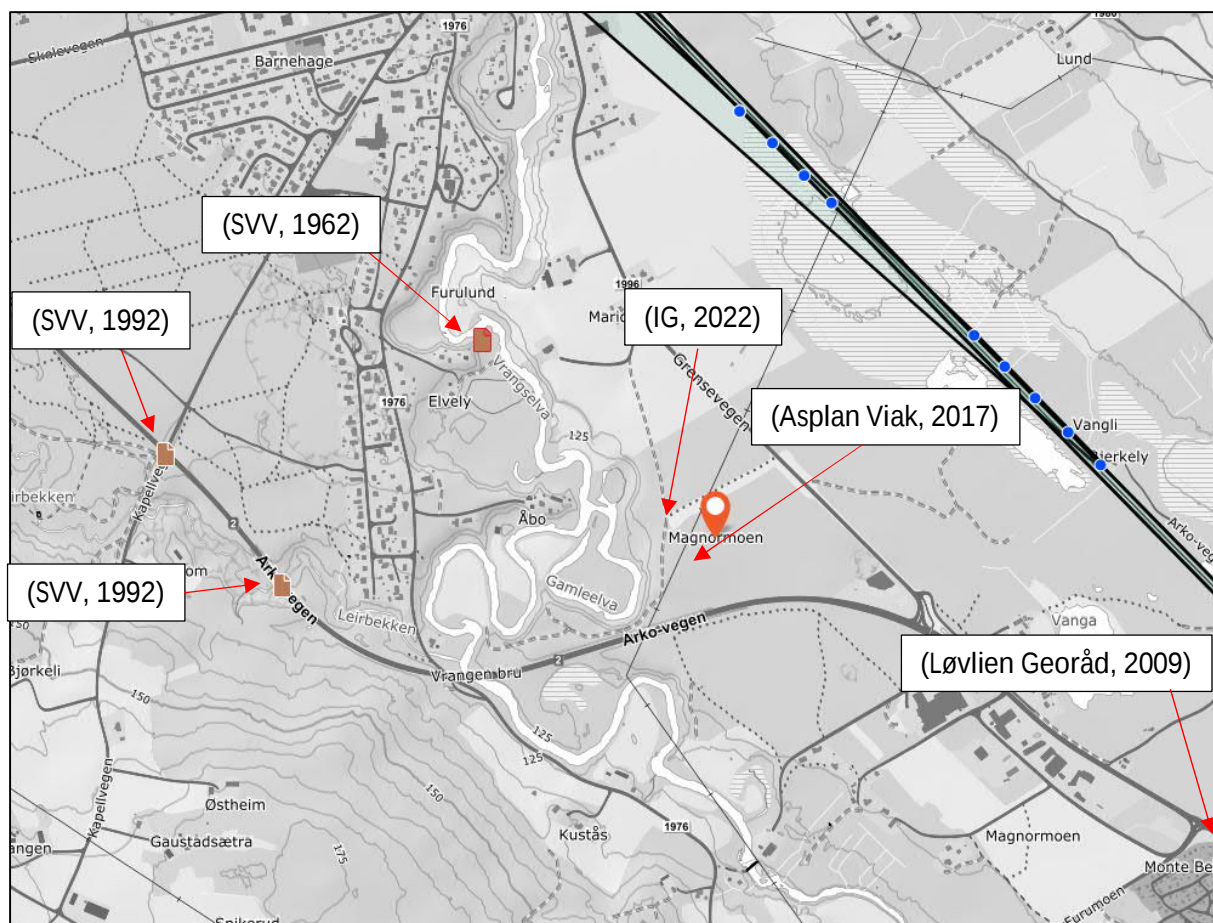
4.5 Grunnundersøkelser i området

Grunnundersøkelser ved tiltaksområdet:

- 22-0068-1 Datarapport Magnormoen renseanlegg (IG, 2022).
- Grunnundersøkelser på Magnormoen, 611470-01 – Magnor renseanlegg infiltrasjonsanlegg (Asplan Viak, 2017).

Grunnundersøkelser ellers i området, fra NADAG og andre kilder inkluderer:

- D59, Rapport over grunnundersøkelse for bru over Vrangselva ved Magnor (SVV, 1962).
 - o Sand og grus i elveskråninger, et lag med leire (kvikkleire) nede i elveløpet som antas å gå inn under sand- og grusavsetninger.
- Dd 491, Rv 2 Skotterud-Magnormoen. Nordli bru. Grunnundersøkelser (SVV, 1992).
 - o Ren, ensgradert sand fra terreng (kote +136) ned til kote +130 til 131, og vekslende lag av silt, sand og leire ned til kote +123. Videre beskrives ren leire (+123 til 119) og lag av sand og silt før berg (kote +119 til 115 (117,5)).
- Dd 492, Rv 2 Skotterud-Magnormoen. Leirbekken kulvert. Dreietrykksondering og prøveserie (SVV, 1992).
 - o Grunnundersøkelser ned til ca. 5-5,6 meter under aktuelt terreng (kote +122,4/122,9 til +116,8/117,9. Lav motstand i dreietrykksondering i nedre del.
- Magnormoen kontrollstasjon, Geoteknisk rapport 09-195 nr. 1 (Løvlien Georåd, 2009).
 - o Tynt lag bløt leire over berg fra ca. 8-9 meter under terreng.



Figur 12: Utklipp fra NADAG (NGU, u.d.) viser tidligere utførte grunnundersøkelser i området.

Grunnundersøkelsene i rapport 22-0068-1 (IG, 2022) viser at grunnen består av silt, sand og grus over bløt leire i nivå under elva. Leirlaget tolkes å ligge under silt/sand/grus innover i terrenget mot solcelleanlegget.



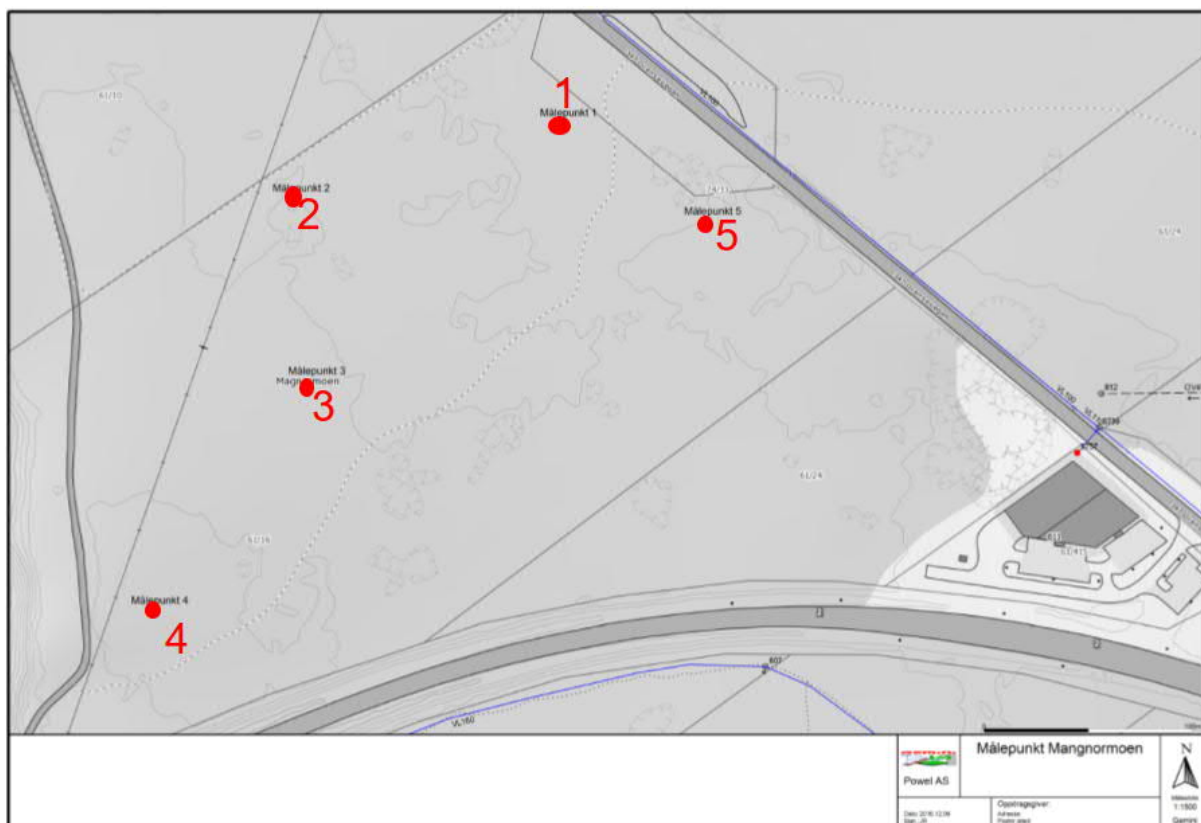
Figur 14: Utklipp fra laboratorierapport (ref. 1) der sprøbruddmateriale er markert med oransje og rødt. Sprøbruddmateriale som muliggjør retrogresjon er markert med rødt.

Tabell 2: Beregnet flyteindeks for prøver fra borpunkt 1, 14-18 meter dybde.

Hull 1	Flyteindeks $I_L = (w - w_p) / I_p$			
Meter	w	w _p	I _p	I _l
14,6	33,8	18,7	15,1	1,0
15,6	29,7	23,3	7,0	0,9
16,6	35,7	18,7	9,1	1,9
17,6	28,5	17,4	9,9	1,1

4.5.2 Grunnundersøkelser på Magnormoen – Asplan Viak

Grunnundersøkelser på Magnormoen (Asplan Viak, 2017) ifm. Magnormoen rense- og infiltrasjonsanlegg dekker mye av tiltaksområdet. Grunnundersøkelsene korrelerer godt med grunnundersøkelsene i kap. 4.5.2. Borpunkt 4, lengst sørøst på tiltaksområdet, viser grusig sand ned til ca. 6-7 meter under terreng. Deretter siltig sand fra 7-11 meter under terreng.



Figur 15: Grunnundersøkelser fra grunnundersøkelser ifm. Magnormoen rense- og infiltrasjonsanlegg (Asplan Viak, 2017).

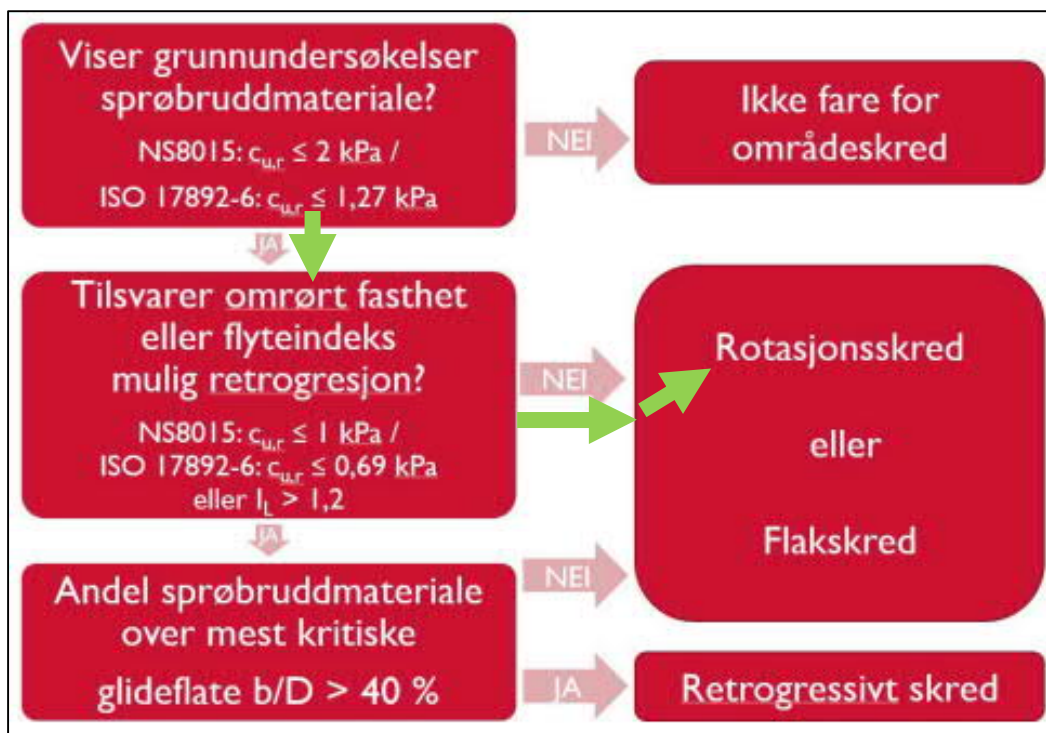
4.6 Avgrensning av løснеområde

Tidligere vurdering i området (IG, 2022) viser at skredmekanismen er rotasjonsskred og at løснеområdet begrenses til ca. $5 \times H = 75$ meter. Korrelasjon med grunnundersøkelser på tiltaksområdet (Asplan Viak, 2017) presentert i kap. 4.5.2 gjør at avgrensningen også gjelder for skråning i sør/sørvest.

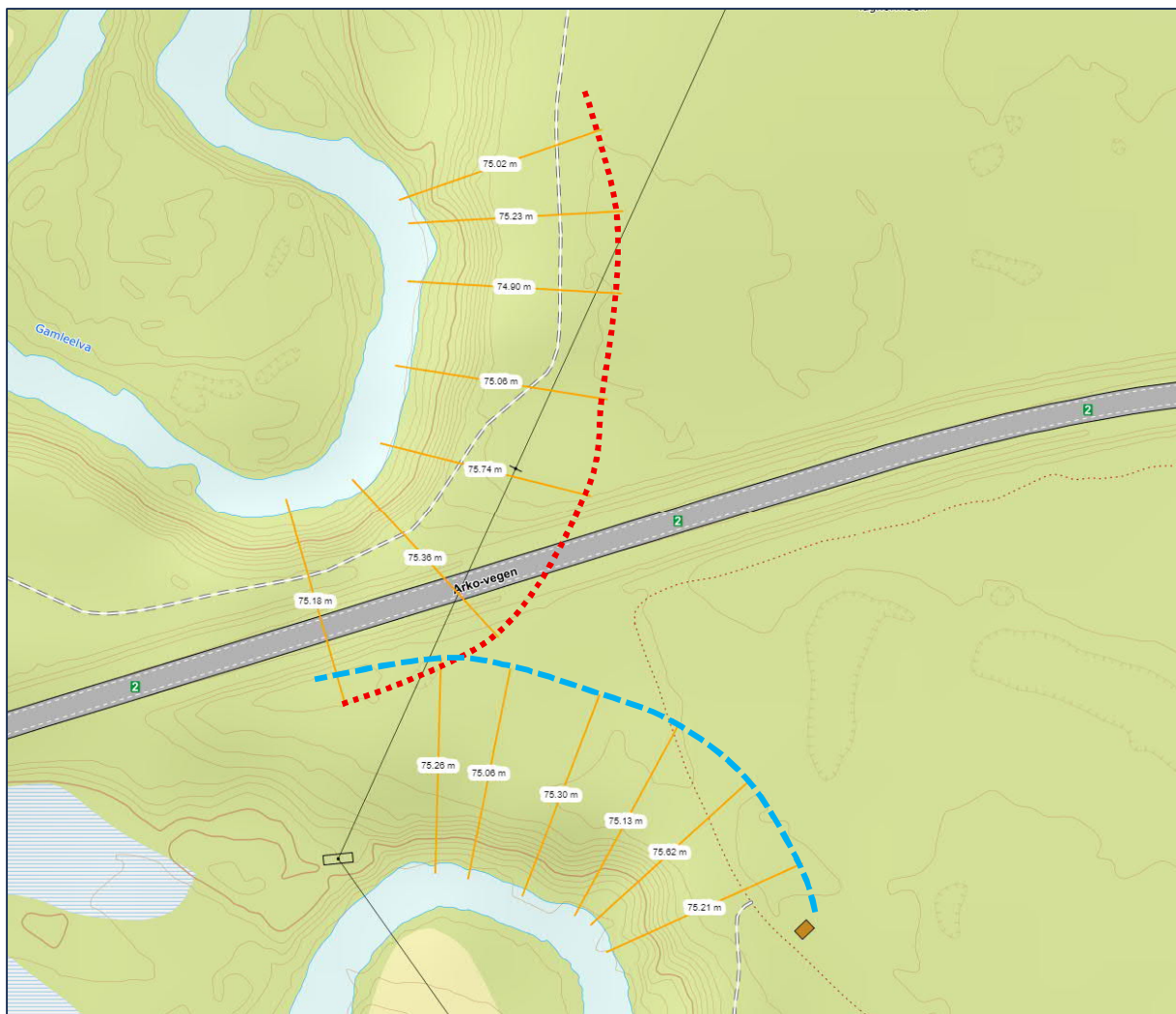
Gjennomgang av flytskjema for vurdering av skredmekanisme (Figur 16) viser følgende:

- Viser grunnundersøkelsene sprøbruddmateriale?
 - o Ja ($c_{u,r} \leq 1,27$ kPa, ISO 17892-6)
- Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?
 - o Omrørt skjærfasthet er generelt høyere (se Figur 14) enn angitt omrørt skjærfasthet ($c_{u,r} \leq 0,69$ kPa, ISO 17892-6) som muliggjør retrogresjon (se krav i Figur 16).
 - o Flyteindeks I_L er generelt lavere enn angitt flyteindeks ($I_L > 1,2$) som muliggjør retrogresjon (se Tabell 2).
- Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$?
 - o Det er påvist tynne lag, det er mindre enn 40% sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate.

Gjennomgang av laboratorieresultatene (Figur 14) viser at det bare er tynne lag med sprøbruddmateriale og at bare en analyse i prøveserien viser at retrogresjon er mulig. Det konkluderes med at skredmekanismen er rotasjonsskred og at maksimalt løснеområde er $5 \times H = 5 \times 15 = 75$ meter.



Figur 16: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, fra NVEs veileder 1/2019.



Figur 17: Avgrensning av løseområde 5xH viser at tiltaksområdet ligger marginalt innenfor et mulig løseområde for skred utløst i vest/sørvest og utenfor et mulig løseområde for skred utløst i sør.

4.7 Befaring

Befaring ble utført i august 2022. Vrangselva meandrerer gjennom landskapet og skaper høydeforskjell opp mot planlagt renseanlegg på ca. 15 meter. Gamleelva i vest, en kroksjø med liten vannføring som nesten er isolert fra elva. Ellers i elveløpet observeres høydeforskjeller og tegn på andre tidligere elveløp. Aktiv erosjon observeres flere steder i Vrangselva, små og store utglidninger og stedvis mange trær som har falt ut i elveløpet. I Gamleelva (kroksjøen) ble det ikke observert utglidninger, bare noen trær i elveløpet, men i mindre grad enn i selve elva.



Figur 18: Bilde tatt i sørvestlig retning i skråning ned mot Gamleelva (kroksjø).



Figur 19: Bilde tatt i sørøstlig retning (mot tiltaksområdet) i terreng ved Gamleelva (kroksjø).



Figur 20: Bilde fra Gamleelva (kroksjø), like vest for tiltaksområdet.



Figur 21: Bilde fra Gamleelva (kroksjø), like vest for tiltaksområdet.

5 Konklusjon

Innlandet Geoteknikk AS har utført en utredning av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019 for planlagt solcellepark på Magnormoen i Eidskog kommune.

Det konkluderes med at tiltaksområdet ligger marginalt innenfor et mulig løснеområde for kvikkleireskred utløst i vest ved Gamleelva. Sikkerhet for K1-tiltak vurderes ivaretatt:

- Ikke forverring - Tiltaket i seg selv medfører ingen forverring pga. grunn fundamentering og lav tilleggslast (50 kg/m²). Skråningen ligger utenfor tiltakets influensområde.
- Sikkerhet mot erosjonsutløste skred - Ingen erosjon i Gamleelva (kroksjø) i vest.

Det konkluderes med at tiltaksområdet ikke ligger innenfor et mulig utløpsområde for kvikkleireskred. Det vurderes ikke å være behov for geoteknisk prosjektering for å sikre «ikke forverring» av stabiliteten. TEK 17§7-3 Sikkerhet mot områdeskred vurderes hermed ivaretatt. Utredningen avsluttes.

6 Referanser

Asplan Viak. (2017). - *Grunnundersøkelser på Magnormoen, 611470-01 – Magnor renseanlegg infiltrasjonsanlegg.*

IG. (2022). 22-0068-03 *Områdestabilitet Magnormoen renseanlegg.*

IG. (2022). 22-0068-1 *Geoteknisk datarapport Magnormoen renseanlegg.*

Kartverket. (u.d.). *Høydedata.* Hentet fra www.hoydedata.no

Kartverket. (u.d.). *Norgeskart.* Hentet fra www.norgeskart.no

Løvlien Georåd. (2009). *Magnormoen kontrollstasjon, geoteknisk rapport 09-195 nr. 1.*

NGU. (u.d.). *Kvartærgeologisk kart fra NGU.* Hentet fra Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

NGU. (u.d.). *NADAG.* Hentet fra https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/

NVE. (2020). *NVEs veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred.* Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

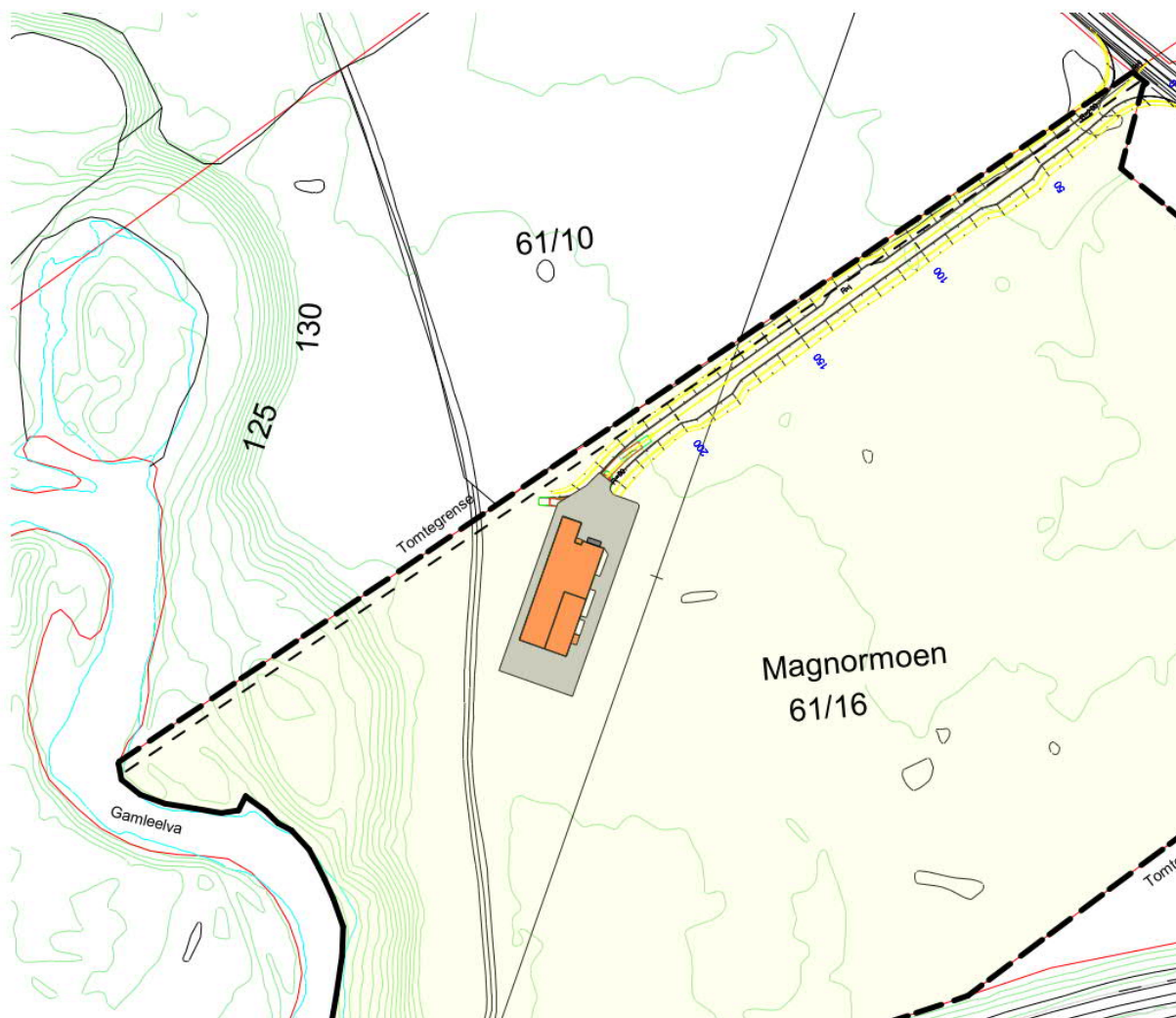
NVE. (u.d.). *NVE Atlas.* Hentet fra atlas.nve.no

SVV. (1962). *D59, Rapport over grunnundersøkelse for bru over Vrangselva ved Magnor.*

SVV. (1992). *Dd 491, Rv 2 Skotterud-Magnormoen. Nordli bru. Grunnundersøkelser.*

SVV. (1992). *Dd 492 Rv 2 Skotterud-Magnormoen. Leirbekken kulvert. Dreietrykksond og prøveserie.*

Geoteknisk datarapport - Renseanlegg på Magnormoen, Eidskog kommune



Innlandet Geoteknikk AS

Rapport nr. 1	
Oppdrag:	Grunnundersøkelser ifm. utredning av områdestabilitet og PRO GEO
Rapport nr.:	22-0068-1
Adresse:	Renseanlegg Magnormoen
Gnr/bnr:	61/16
Oppdragsgiver:	WITO AS v/ Tom Wiggo Bjerknes

Ansvarlig foretak:	Innlandet Geoteknikk AS
Utarbeidet av:	Dag Erlend Førstund
Kontrollert av:	Lars Petter Tronrud
Tlf:	91902628
Mail:	dag@innlandetgeoteknikk.onmicrosoft.com

Dato:	29.08.2022
Revisjon 00:	Nytt dokument

Sammendrag:

WITO AS v/ Tom Wiggo Bjerknes planlegger oppføring av nytt renseanlegg på Magnormoen, tomt med gnr./bnr. 61/16 på Magnormoen i Eidskog, og har i denne forbindelse engasjert Innlandet Geoteknikk AS for grunnundersøkelser, vurdering av områdestabilitet og prosjektering for IG.

Denne rapporten presenterer utførte grunnundersøkelser og inneholder ikke geotekniske vurderinger. Grunnundersøkelsene består av 2 stk. totalsonderinger, 2 stk. CPTu, opptak av 54mm sylindrerprøver og nedsetting av hydraulisk piezometer. Grunnen består av grusig sand over finere sand fra 0-12 meter, deretter leire/siltig leire med sprøbruddegenskaper.

Vedlegg:

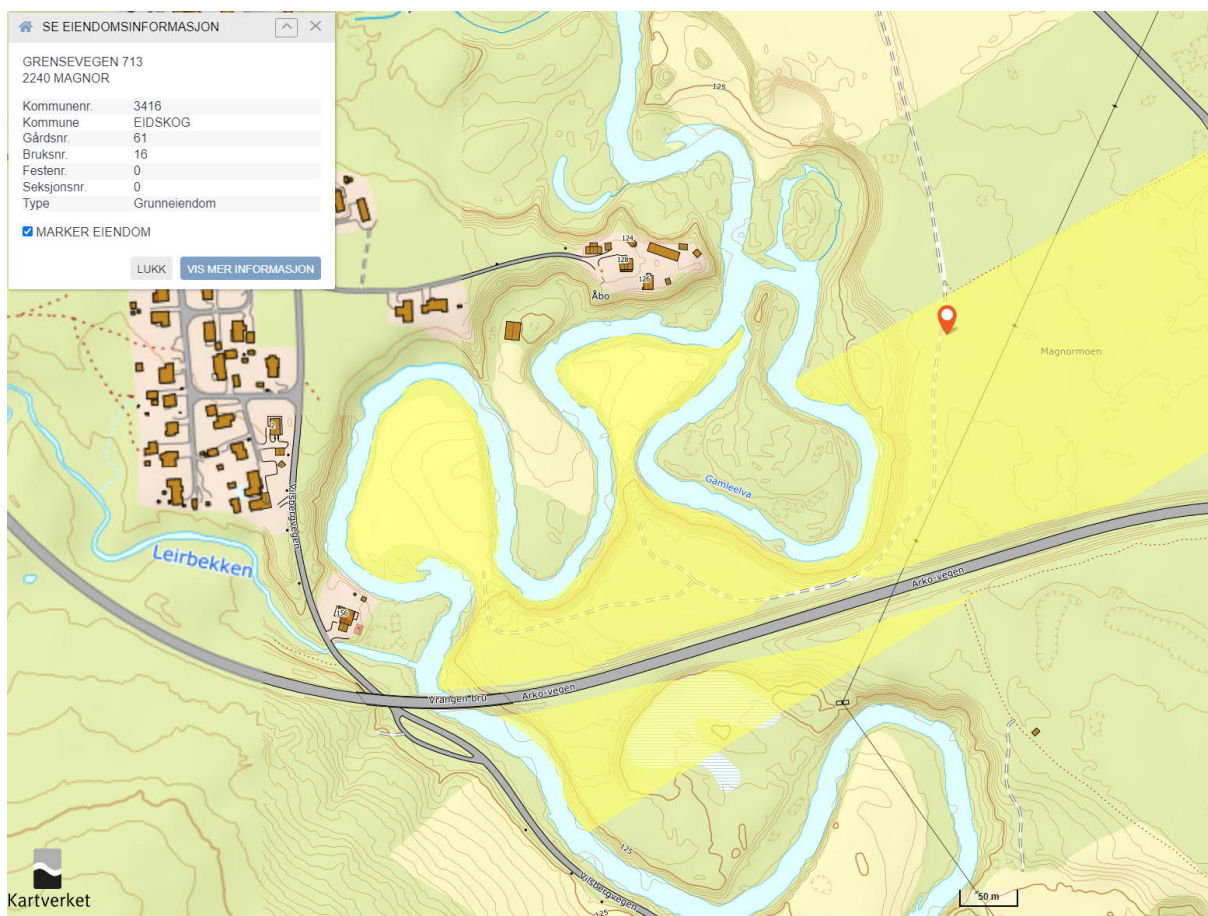
A.1	Borplan
B.1-B.2	Totalsonderinger 1-2
B.3	Borerapport fra Brødrene Myhre AS
B.4	Piezometerkort
C.1	Laboratorierapport fra Multiconsult
D.1	Generell forklaring av sonderingsmetoder
D.2	CPTu kalibreringsark

Innholdsfortegnelse:

1	Innledning	3
2	Topografi og grunnforhold.....	4
	2.1 Topografi og kvartærgeologi	4
	2.2 Befaring	4
3	Grunnundersøkelser og resultater	7
	3.1 Omfang grunnundersøkelser	7
	3.2 Totalsonderinger	7
	3.3 54mm prøver - laboratorieresultater	7
	3.4 Laboratorieresultater	7
	3.5 Berg	7
	3.6 Innmålinger	8
	3.7 Grunnvann	8
4	Referanser	9

1 Innledning

WITO AS v/ Tom Wiggo Bjerknes har engasjert Innlandet Geoteknikk AS ifm. krav om utredning av områdestabilitet for planlagt renseanlegg på Magnormoen, Eidskog kommune. Denne rapporten presenterer utførte grunnundersøkelser og geotekniske laboratoriearbeider og gir en generell beskrivelse av grunnforholdene. Datarapporten inneholder ingen geotekniske vurderinger.

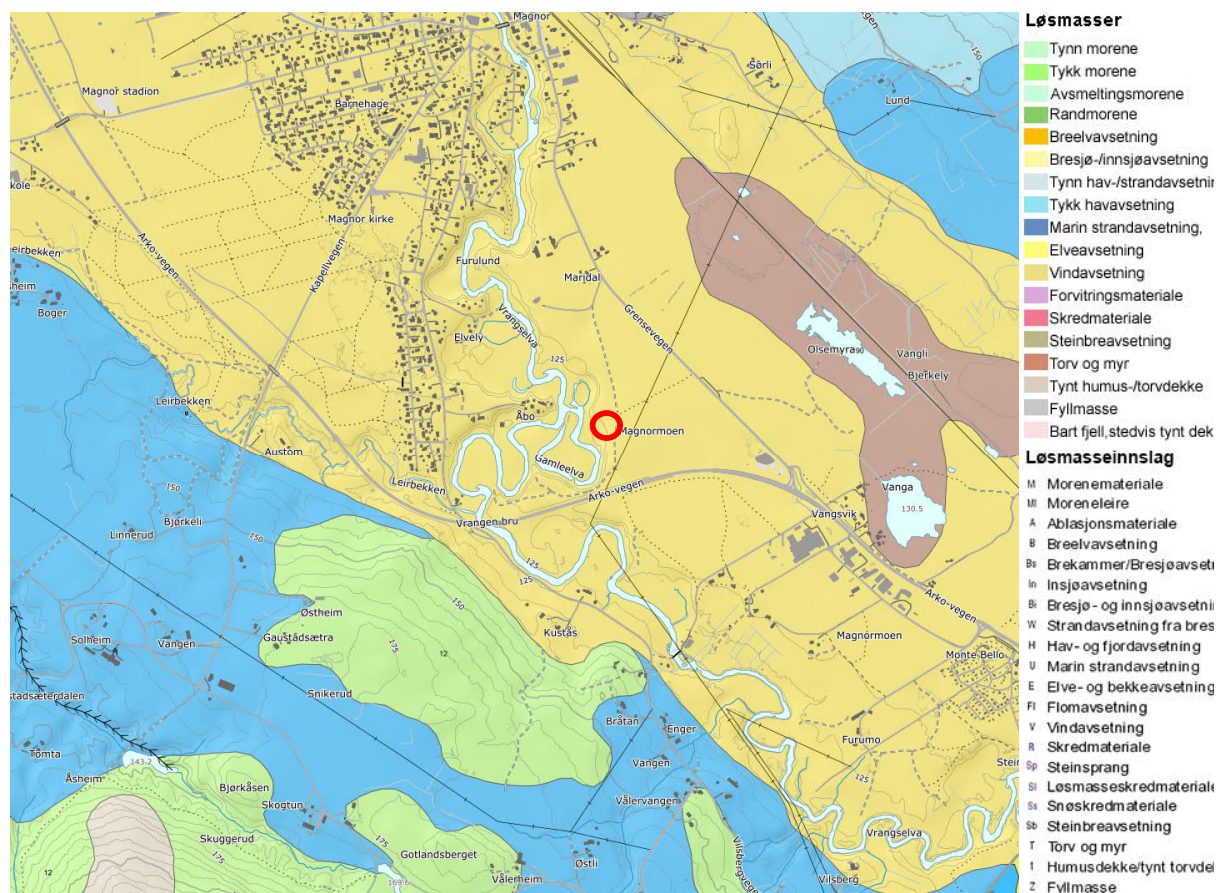


Figur 1: Utklipp fra Norgeskart som viser tomten, rød nål på tomten viser ca. plassering av bygg.

2 Topografi og grunnforhold

2.1 Topografi og kvartærgeologi

Magnormoen renseanlegg planlegges oppført under marin grense på ca. kote +133 på tomt med gnr./bnr. 61/16 i Eidskog kommune. Området er i kvartærgeologisk kart fra NGU kartlagt med elveavsetninger (gul). Det er kartlagt tykk havavsetning (blå), det er altså sannsynlig å påtreffe marin leire under elveavsetningene, se Figur 2.



Figur 2: Kartutsnitt fra NGUs løsmassekart som viser at det er kartlagt elveavsetninger (gul) på Magnormoen. Omkringliggende områder er kartlagt med tykk havavsetning (blå), og man må regne med å påtreffe leire under elveavsetninger på tomten.

2.2 Befaring

Befaring bekrefter innledende vurderinger fra tilgjengelig kartgrunnlag. Vrangselva meandrerer gjennom landskapet og skaper høydeforskjell opp mot planlagt renseanlegg på ca. 15 meter. Nærmest renseanlegget ligger Gamleelva, en kroksjø med liten vannføring som nesten er isolert fra elva. Ellers i elveløpet observeres høydeforskjeller og tegn på andre tidligere elveløp. Aktiv erosjon observeres flere steder i Vrangselva, små og store utglidninger og stedvis mange trær som har falt ut i elveløpet. I Gamleelva (kroksjøen) ble det ikke observert utglidninger, bare noen trær i elveløpet, men i mindre grad enn i selve elva.



Figur 3: Den aktuelle tomten beliggende på ca. kote +133. Vrangselva og Gamleelva (kroksjø) ligger i motsatt retning på ca. kote +118. Området preges av skog og jordbrukslandskap. Det er etablert en vei inn mot tiltaksområdet.



Figur 4: Bilde tatt i sørvestlig retning i skråning ned mot Gamleelva (kroksjø).



Figur 5: Bilde fra Gamleelva (kroksjø), like vest for tiltaksområdet.

3 Grunnundersøkelser og resultater

3.1 Omfang grunnundersøkelser

Det er utført 2 stk. totalsonderinger, 2 stk. CPTu-sonderinger og tatt opp 4 stk. 54mm sylinderprøver for analyse i geoteknisk laboratorium. Arbeidet er utført i henhold til ref. /1/. Feltarbeidet ble utført av Brødrene Myhre AS den 21. juni-22. juni 2022.

Borplan ses i vedlegg A.1, totalsonderinger ses i vedlegg B.1-B.2, borelogg fra Brødrene Myhre ses i vedlegg B.3. En generell forklaring av sonderingsmetoder er vist i vedlegg D.1.

3.2 Totalsonderinger

Det ble utført 2 stk. totalsonderinger som ses i borplan, vedlegg A.1. Sonderingene indikerer friksjonsmasser fra ca. 0-12 meter, deretter antatt marin leire uten økning i matekraft ned til avsluttet sondering.

Sonderingene ses i vedlegg B.1-B.2.

3.3 54mm prøver - laboratorieresultater

Det ble tatt opp 4 stk. 54mm sylinderprøver fra borpunkt 1, 14-18 meter dybde.

3.4 Laboratorieresultater

Laboratorieresultatene ses i vedlegg C.1 og er kort oppsummert i underliggende tabell.

Analyse	Hull 1
Vanninnhold (%)	23,6-35,7
Densitet (g/cm ³)	1,84-2,02
Flytegrense (%)	27,3-33,8
Utrullingsgrense (%)	17,4-23,3
Plastisitetsindeks (%)	7,0-15,1
Enaks (kPa)	25,0-42,0
Uomrørt konus (kPa)	7,9-23,3
Omrørt konus (kPa)	0,54-1,96
Sensitivitet	8-37

3.5 Berg

Berg er ikke påtruffet ifm. undersøkelsene.

3.6 Innmålinger

Borpunktene er innmålt med en Sokkia GCX3 med en Topcon FC-5000 målebok. Koordinatene er oppgitt i EUREF89 UTM 32, høydesystem er NN2000.

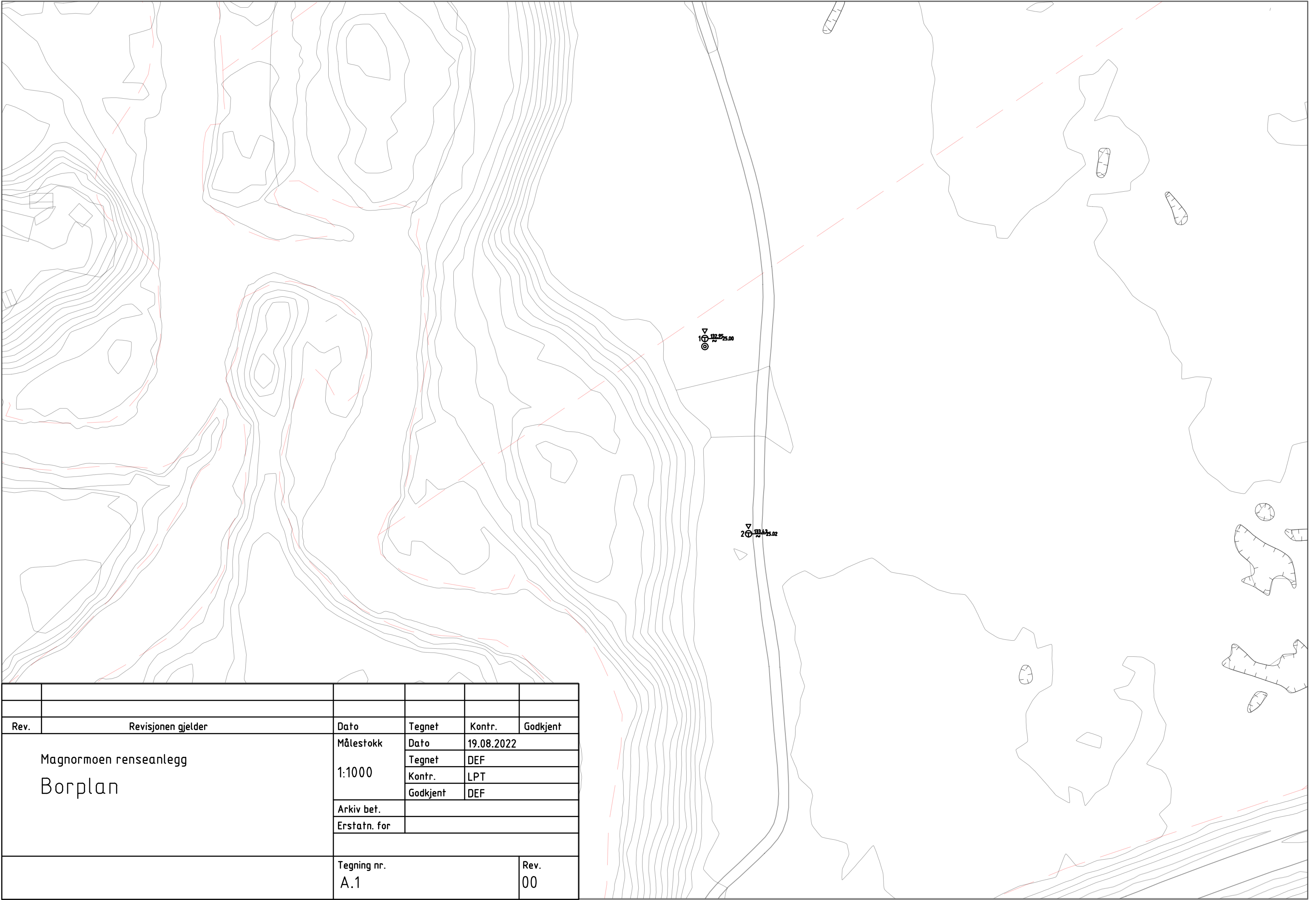
Borhull	X	Y	Z	Metode
1	6649010.966	679159.551	132.946	Totalsondering, CPTu, PZ, 54mm
2	6648950.198	679173.133	133.416	Totalsondering, CPTu

3.7 Grunnvann

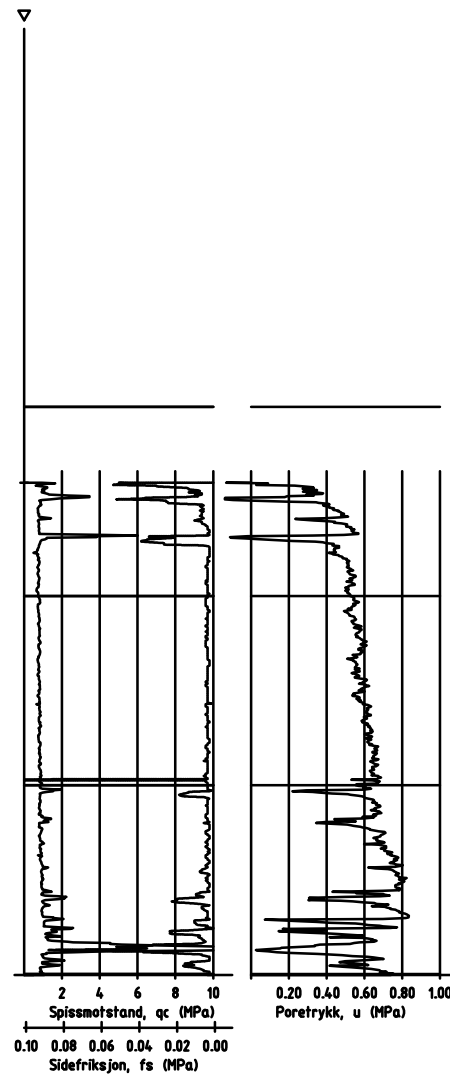
Grunnvann ble målt inn ca. 7 meter under aktuelt terreng. Se ytterligere info i vedlegg B.4 Piezometerkort.

4 Referanser

/1/ Statens vegvesen (1994, rev. 2014) Håndbok R211, Feltundersøkelser.



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet	Kontr.	Godkjent
Magnormoen renseanlegg Borplan		Målestokk 1:1000	Dato	19.08.2022	
			Tegnet	DEF	
			Kontr.	LPT	
			Godkjent	DEF	
		Arkiv bet.			
		Erstatn. for			
		Tegning nr. A.1			Rev. 00



The test are ended wit

Rev.	Revisjonen gjelder				Dato	Tegnet	Konfr.	Godkjent				
Magnormoen renseanlegg Totalsondering hull 2					Målestokk	Dato	19 august 2022					
					1:200	Tegnet	DEF					
						Konfr.	LPT					
						Godkjent	DEF					
					Arkiv bet.							
					Erstatn. for							
					Tegning nr. B.2			Rev. 00				

SONDERBORING

Sted: MAGNOR

Oppdragsgiver: Invander Geo

Dato: 21/6-22

Boreoperatør: LH

Type boring: Sono.

BORELOGG

Punkt	Boring i løsmasser/ dybde til antatt fjell, m	Innboring i antatt fjell, m	Massebeskrivelse, lagdeling, anmerkninger
1	238 _m		0-11,5m Ant SANDIG 11,5-23,8m Ant SILTIG/LEIRE MED SANDIG LAG PÅ 12,7-13m OG 23,3-23,6m
2	15,7 _m		0-12,5m Ant SANDIG 12,5-15,7m Ant SILTIG/LEIRE
CPTU 1	25 _m		FORBORING 0-11m x 2
CPTU 2	25 _m		FORBORING 0-12m x 2
54mm Pneum Hull 1			FORBORING 0-14m x 2 Vest 45mm PER PRØVE.
P2 Hull 1			FORBORING 0-9,5m GJØR FASTE MASSER x 2

[illegible]

RAPPORT

Laboratorieundersøkelser

OPPDRAAGSGIVER

Innlandet Geoteknikk AS

OPPDRAAG

Magnormoen

DATO / REVISJON: 8. august 2022 / 00

DOKUMENTKODE: 10246168-RIG-LAB-RAP



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

EMNE	Laboratorieundersøkelser	DOKUMENTKODE	10246168-RIG-LAB-RAP
OPPDRAAG	Magnormoen	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Innlandet Geoteknikk AS	OPPDRAAGSLEDER	Simon O'Rawe
KONTAKTPERSON	Dag Erlend Førstund	UTARBEIDET AV	Anna Molnes
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	/ /		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Innlandet Geoteknikk AS til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av Brødrene Myhre AS.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	08.08.2022	Første utsendelse av rapport	ANNM	DPA	SIOR
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Omfang av laboratorieundersøkelsen	5
3	Prosedyrer for gjennomføring	5
4	Resultater	6
	4.1 Borpunkt 1	6
5	Tegningsliste	6
6	Vedlegg	6
	6.1 Geotekniske bilag	6

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra Innlandet Geoteknikk AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag «Magnormoen». Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 23.06.2022 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Brødrene Myhre AS og prøvene ble levert til vårt laboratorium som 54 mm sylindrerprøver den 23.06.2022. Multiconsult AS har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 01.-04.08.2022 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	4	
Konsistensgrenser	wf/wp	4	
Kornfordeling	Hydrometeranalyse	2	

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892 serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for NS-EN ISO 9000 serien og NS-EN ISO/IEC 17025

4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

4.1 Borpunkt 1

Borpunkt:	1	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Umrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk													
Beskrivelse																	z	w	ρ	ρ _s	Org.	w _l	w _p	I _p	ε _f	c _{uuc}	c _{ufc}	c _{urfc}	S _t
																	[m]	[%]	[g/m³]	[g/cm³]	[%]		[%]		[%]	[kPa]	[kPa]		
LEIRE, siltig	14,0-15,0	14,20	27,6										14,0	1,10	13	K													
enk. siltsjikt		14,40	28,8	2,02							4	42,0																	
		14,60	33,8					33,8	18,7	15,1			18,6	1,59	12														
		-																											
LEIRE, siltig	15,0-16,0	15,20	32,2										21,8	1,59	14														
enk. siltsjikt		15,40	33,3	1,89							4	30,7																	
		15,60	29,7					30,3	23,3	7,0			23,3	1,96	12														
		-																											
LEIRE, siltig	16,0-17,0	16,20	23,6										21,8	1,96	11														
		16,40	32,8	1,96							3	42,0																	
		16,60	35,7					27,8	18,7	9,1			19,8	0,54	37														
		-																											
LEIRE	17,0-18,0	17,20	34,3										14,0	0,87	16	K													
siltsjikt gjennom hele prøven		17,40	33,6	1,84							7	25,0																	
		17,60	28,5					27,3	17,4	9,9			7,9	0,94	8														
		-																											

5 Tegningsliste

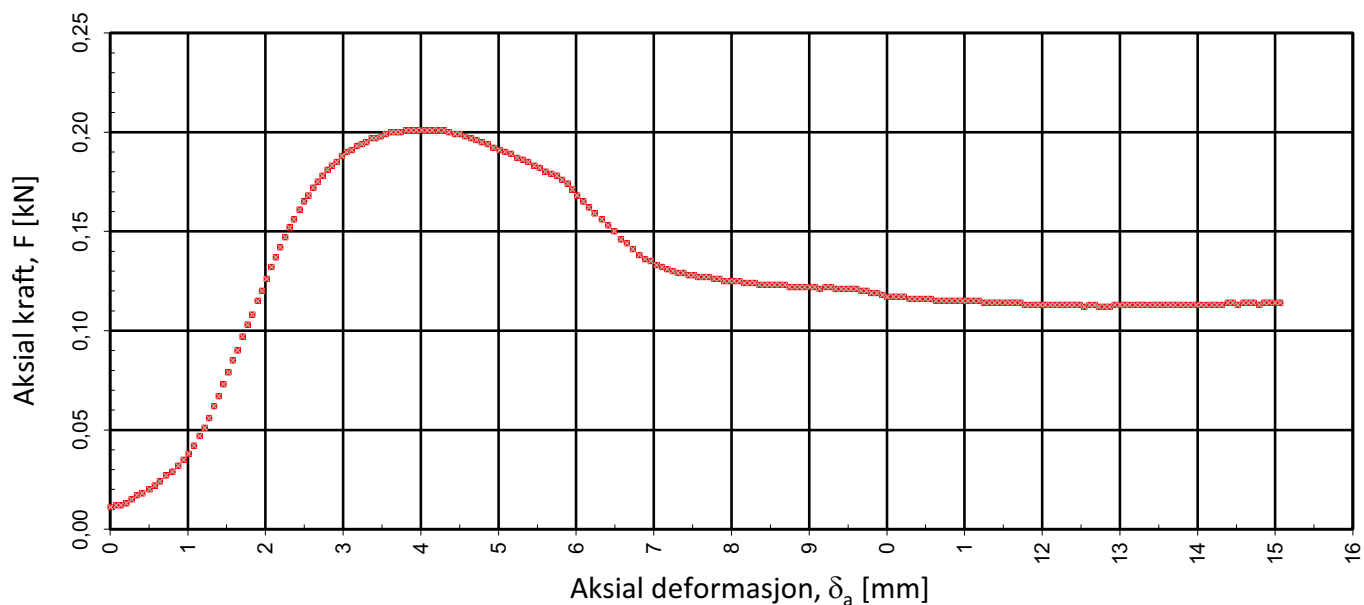
10246168-RIG-TEG-200	Geotekniske data, borpunkt 1
10246168-RIG-TEG-250.1-4	Enaksialforsøk, borpunkt 1
10246168-RIG-TEG-300	Kornfordelingskurver, borpunkt 1

6 Vedlegg

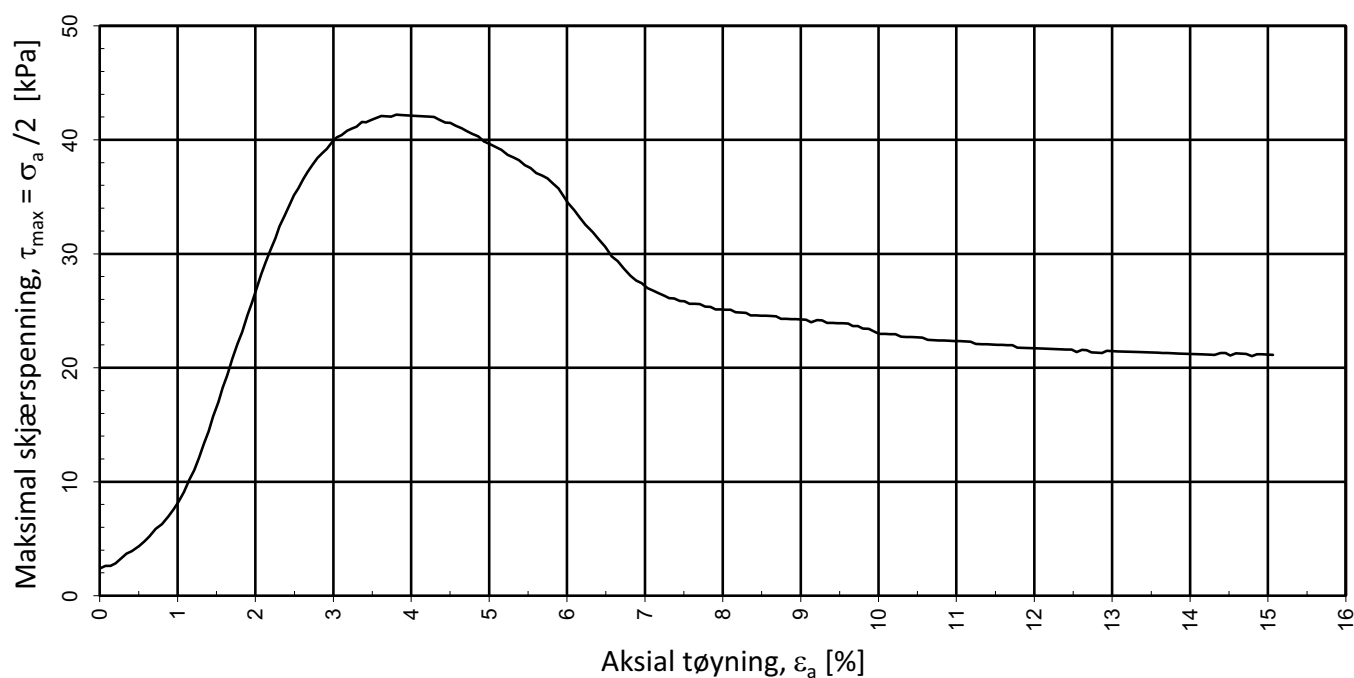
6.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

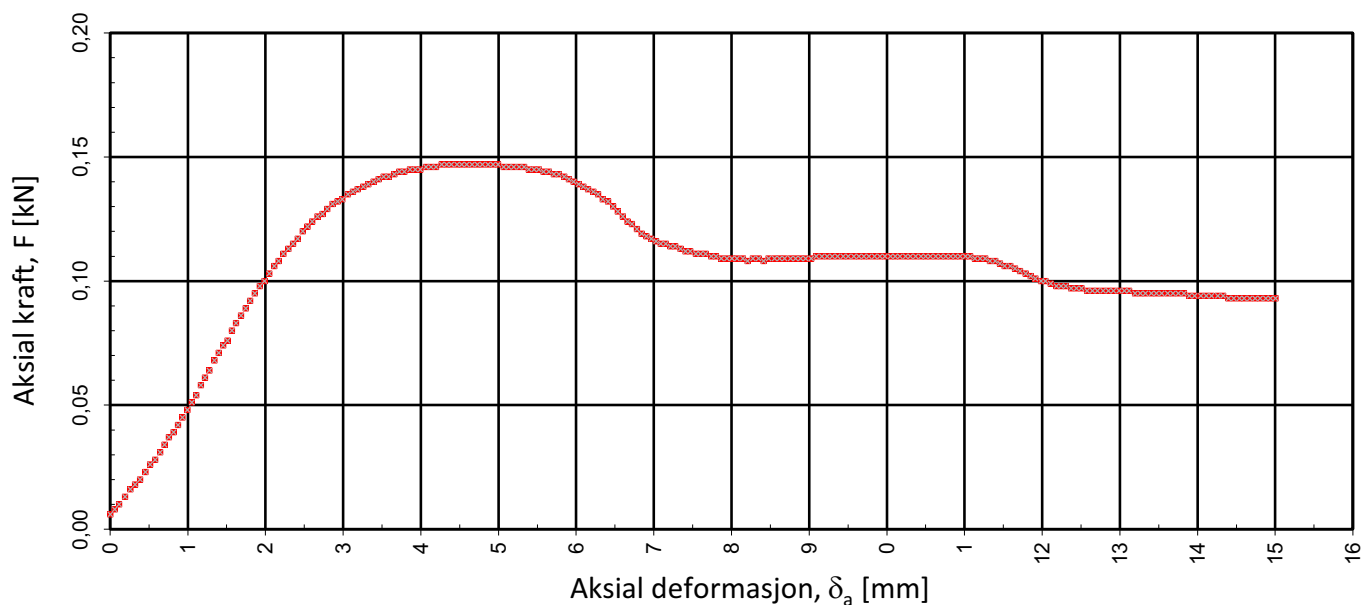
Dybde	Jordart	Kt.	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)						ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S_t (-)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
					0	10	20	30	40	50				60	0	10	20	30	40		50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							



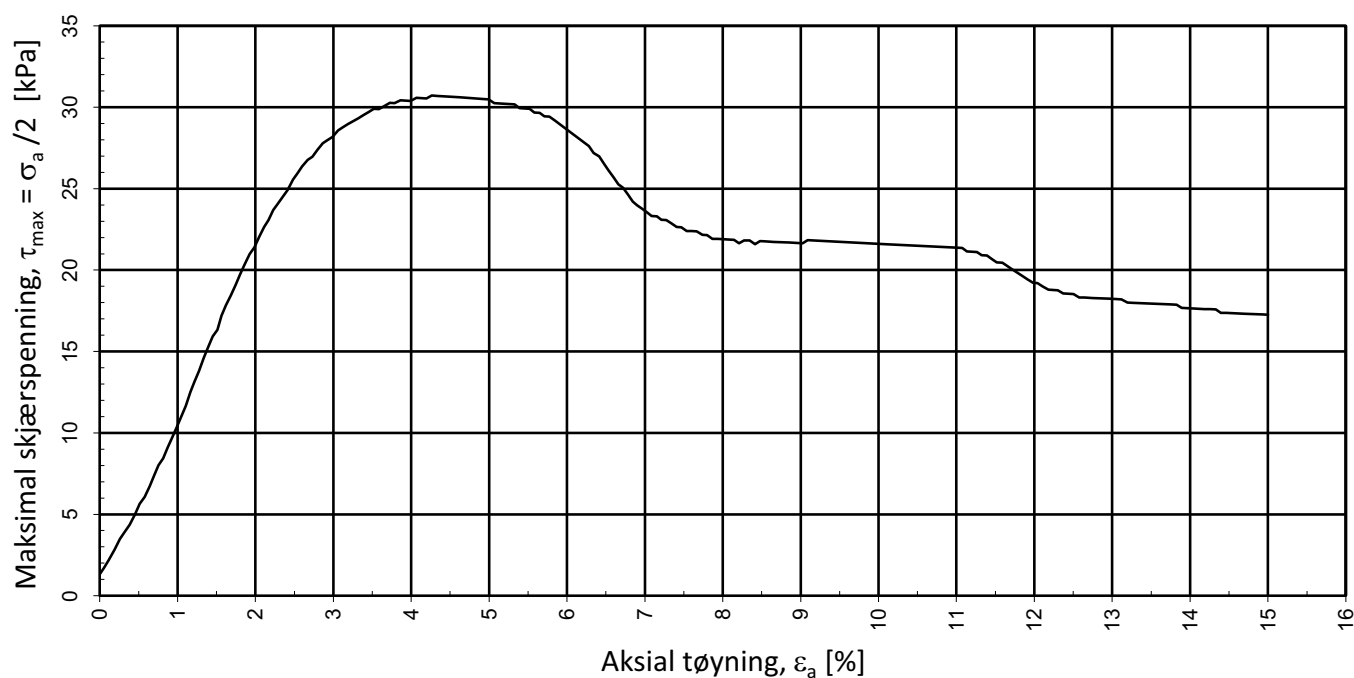
Tøyning mot skjærspenning



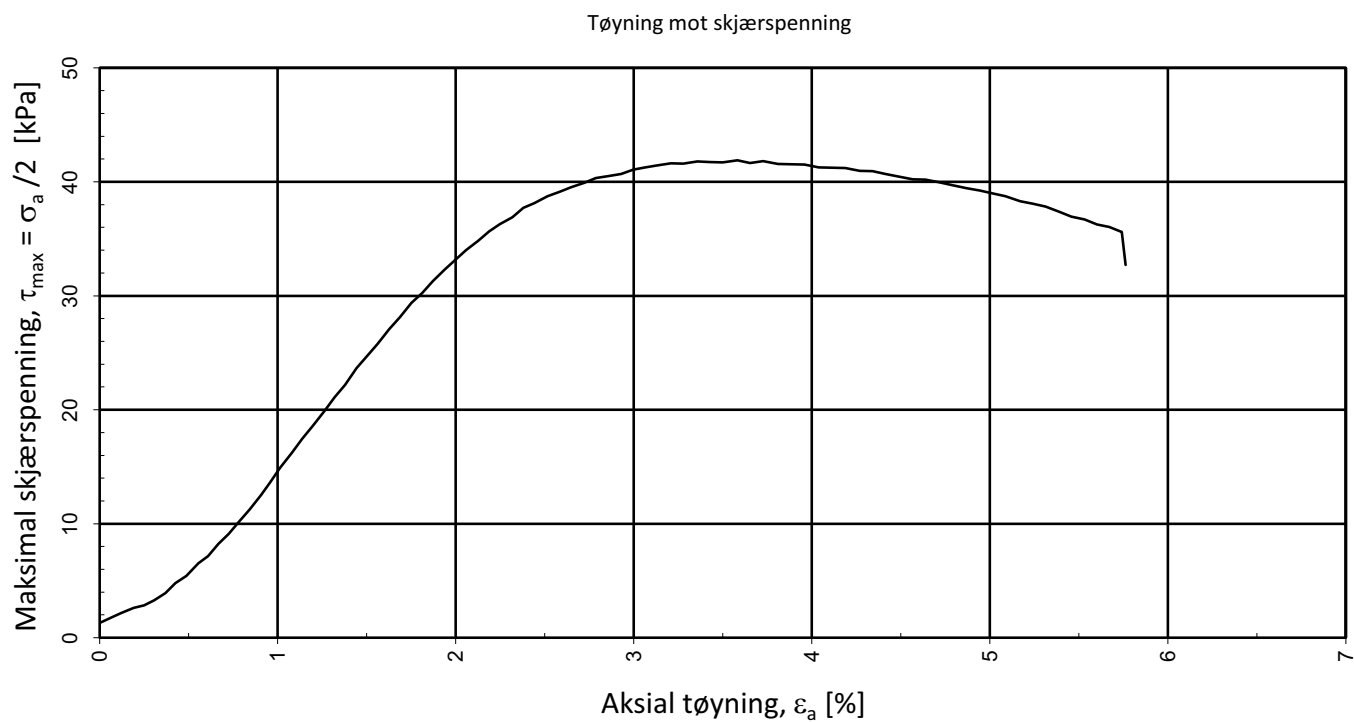
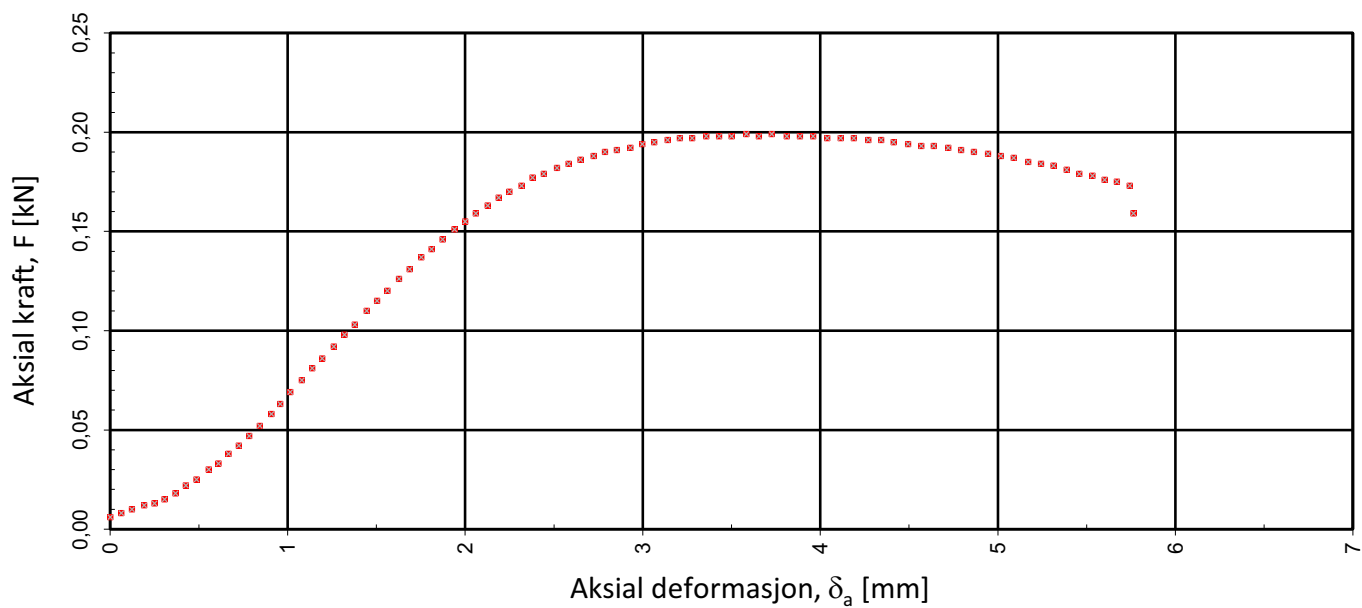
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr.
54,0	100,0	14,3	1
Innlandet Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert
		EDR	EIVSO
Magnormoen		Borpunkt	Dato
		1	01.08.2022
Multiconsult		Tegningsnummer	
		Enaksforsøk	
		Oppdragsnummer	RIG-TEG-250.1
		10246168	



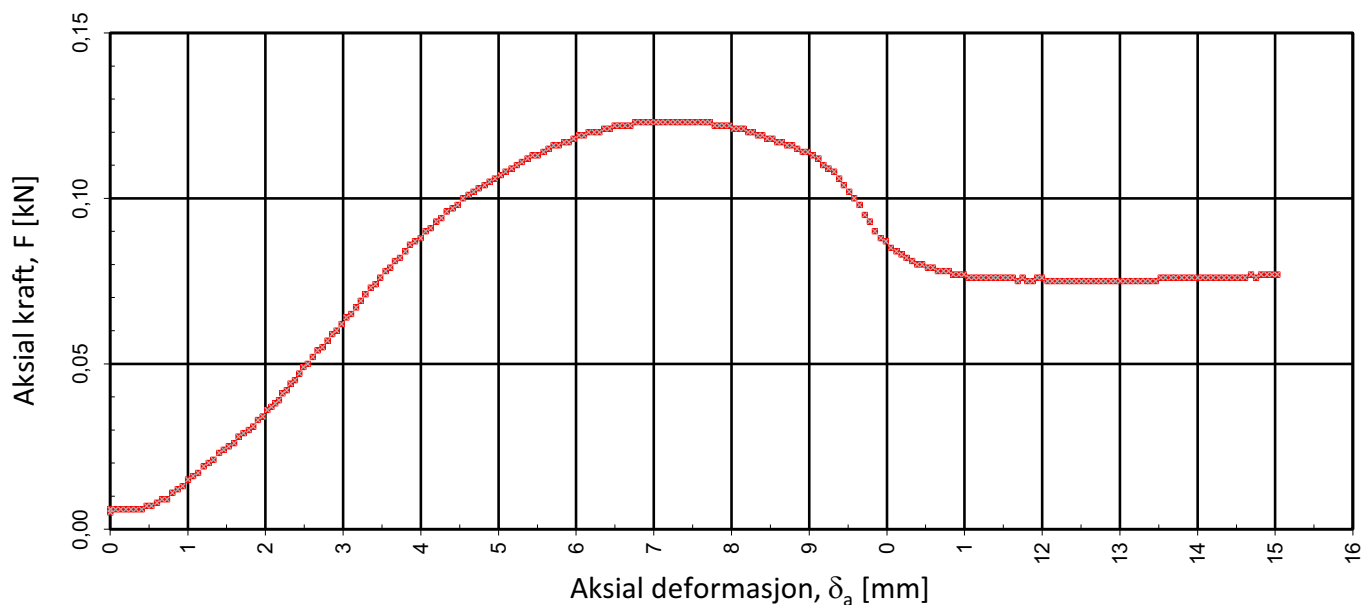
Tøyning mot skjærspenning



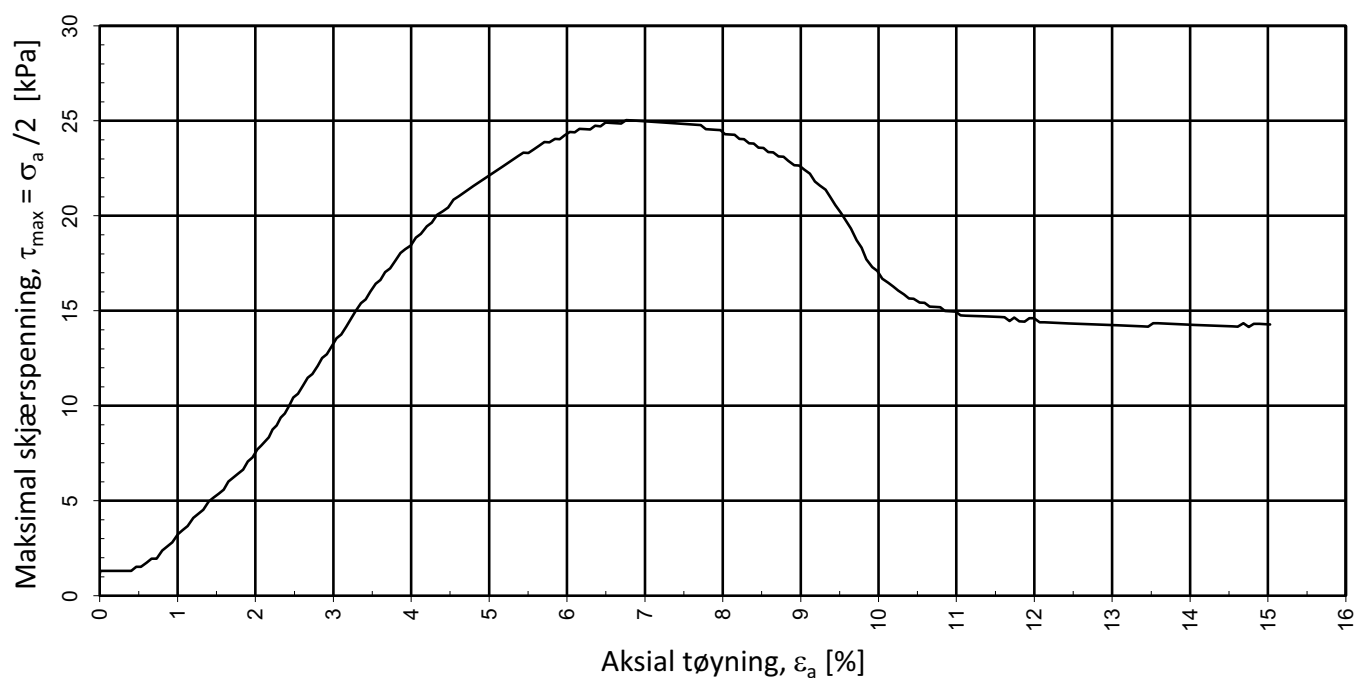
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr.
54,0	100,0	15,5	1
Innlandet Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert
		EDR	EIVSO
Magnormoen		Borpunkt	Dato
		1	02.08.2022
Multiconsult		Tegningsnummer	
		RIG-TEG-250.2	
Enaksforsøk		Oppdragsnummer	
		10246168	



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr.
54,0	100,0	16,5	1
Innlandet Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert
		EDR	EIVSO
Magnormoen		Borpunkt	Dato
		1	02.08.2022
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10246168	RIG-TEG-250.3

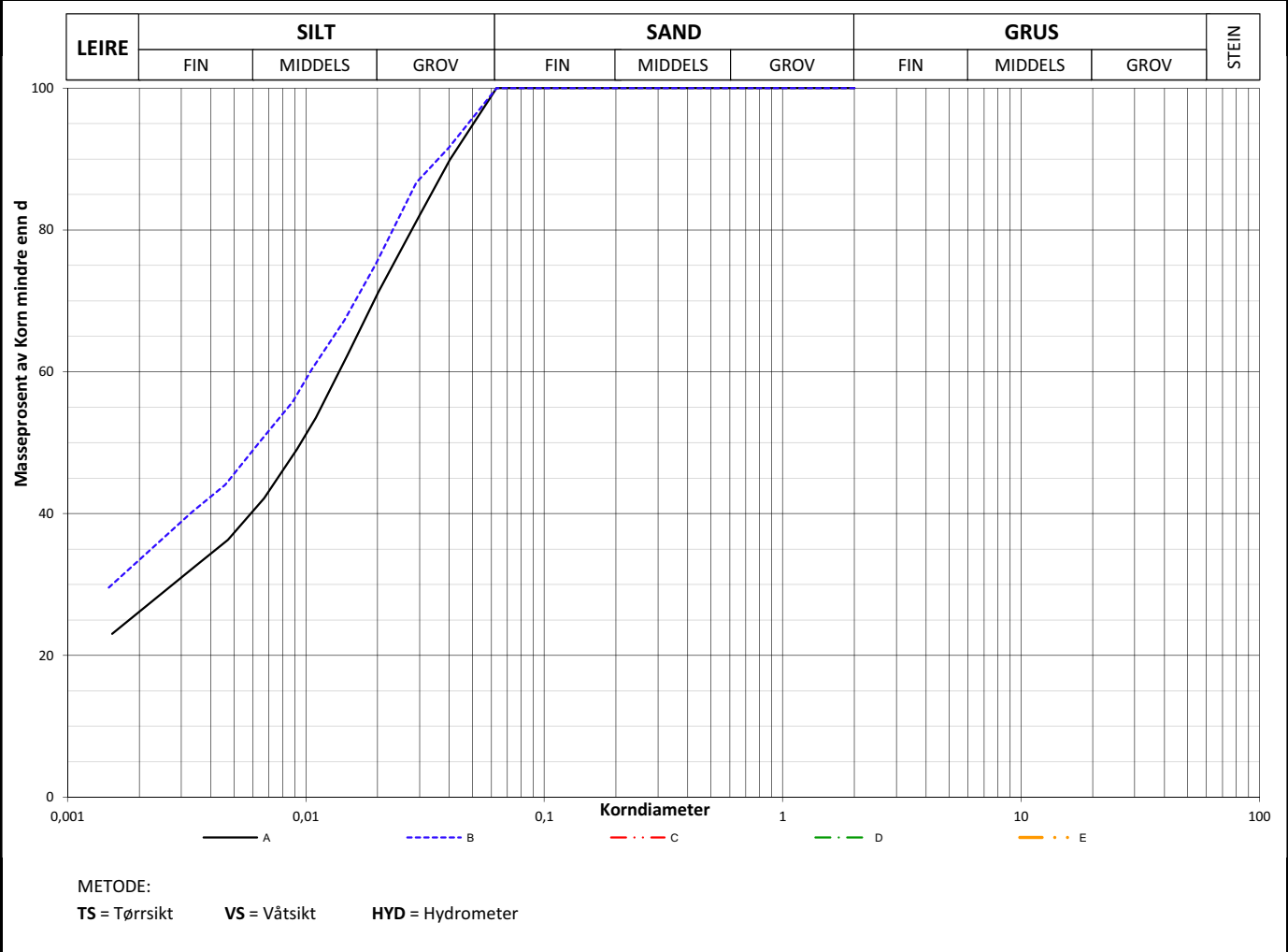


Tøyning mot skjærspenning



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr.
54,0	100,0	17,3	1
Innlandet Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert
		EDR	EIVSO
Magnormoen		Borpunkt	Dato
		1	01.08.2022
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10246168	RIG-TEG-250.4

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	Jordarts Betegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	1	14,0-15,0	LEIRE, siltig				X
B	1	17,0-18,0	LEIRE				X
C							
D							
E							



Prøve	Tele gruppe	w (%)	C _u kN/m ²	C _{ur} kN/m ²	Plastisitet		Gløde- tap %	< 0.02 mm %	Densitet g/cm ₃	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					Wf	Wp							
A											0,0029	0,0096	0,0139
B											0,0016	0,0064	0,0105
C													
D													
E													

Innlandet Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
		DPA	ANNM	SIOR
Magnormoen		Borpunkt	Dato	Revisjon
		-	08.08.2022	0
	Korngradering	Oppdragsnummer		Tegningsnummer
		10246168		RIG-TEG-300

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
Delvis fibrig torv, mellomtorv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
Amorf torv, svarttorv	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHold

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

HUMUSINNHold

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

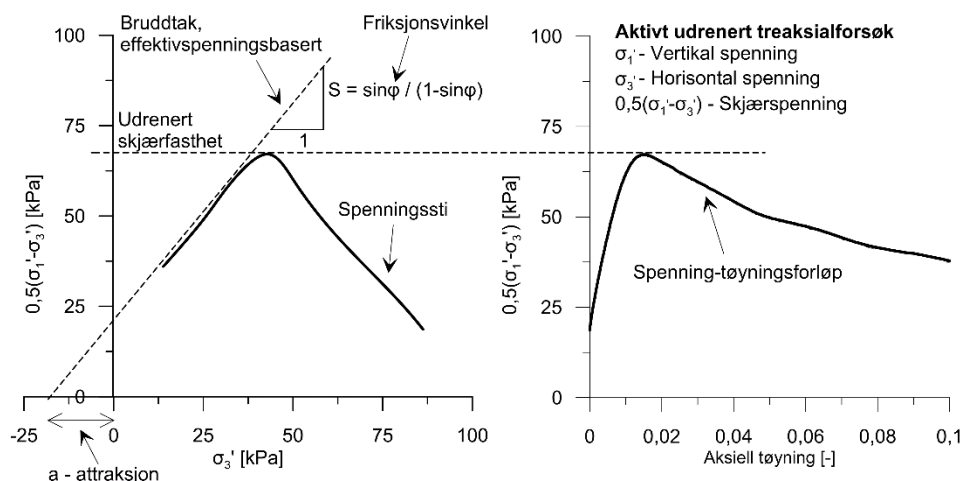
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

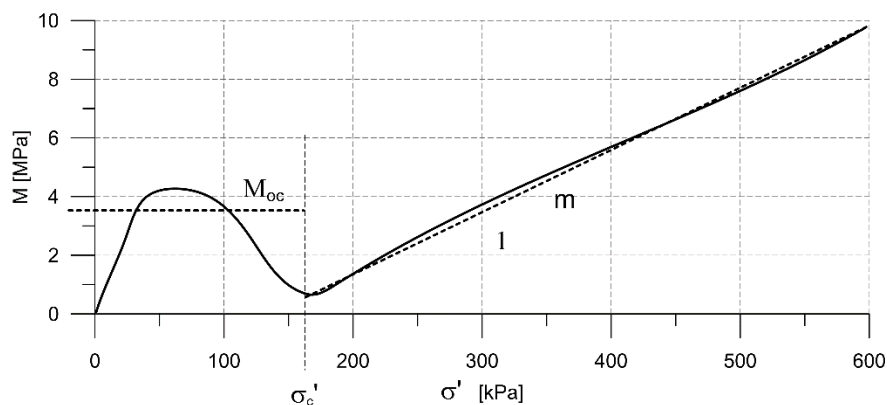
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA} , avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{ud}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

**SENSITIVITET**

Sensitiviteten $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa NS8015, $c_r < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ε) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\varepsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modulaltet m .

**TELEFARLIGHET**

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

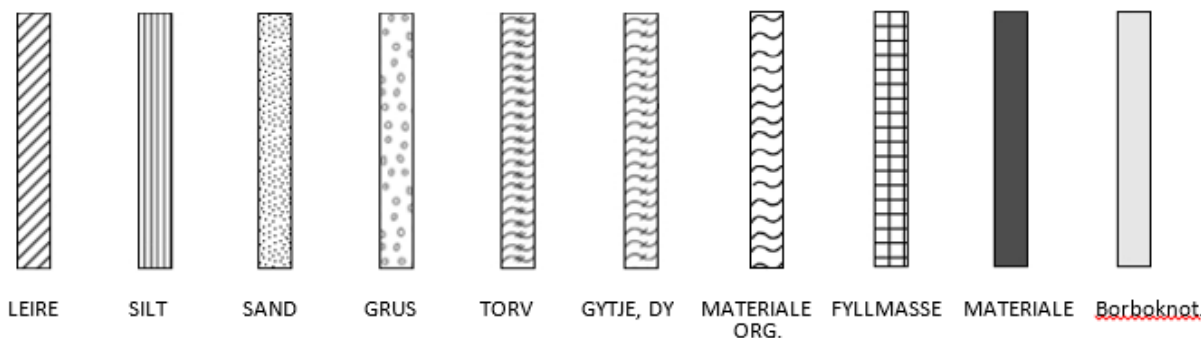
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{ufc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001, NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS8002, NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS8003, NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016, NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellementspunkt.
◎	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovlbør, prøvetager, diamantkjernebør m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊖	2413 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊙	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
◐	2406 Dreietrykks-sondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vinge-boring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⌒	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q_0 registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

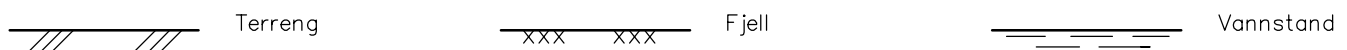
NIVÅER OG DYBDER (i meter)

 $\star \frac{12,8}{-5,7}$

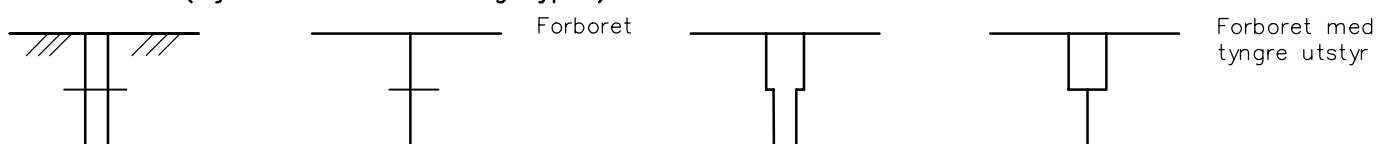
Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).
 Under linjen : sikker fjellkote.

OPPTEGNING I PROFIL

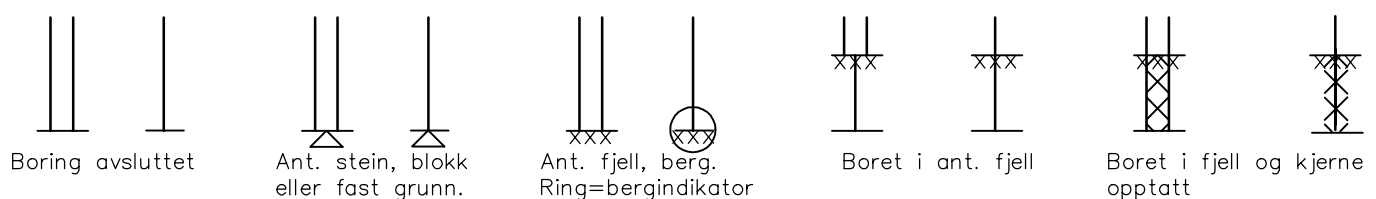
Generelt



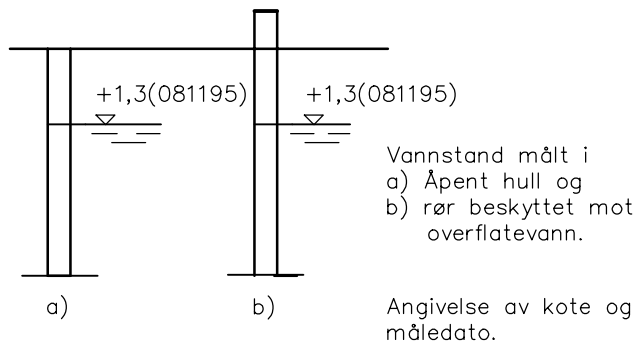
FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



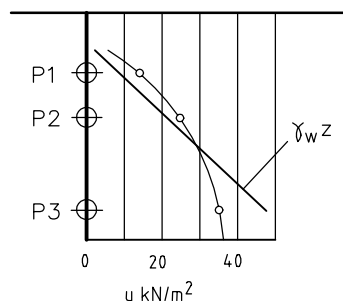
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)



GRUNNVANNSTAND



⊖ PORETRYKK

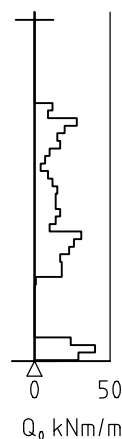


Poretrykk, u , fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling $\gamma_w z$ kan vises.

VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste reguleerte vannstand
LRV	Laveste reguleerte vannstand
HHV	Høyeste høyvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høyvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

▼ RAMSONDERING

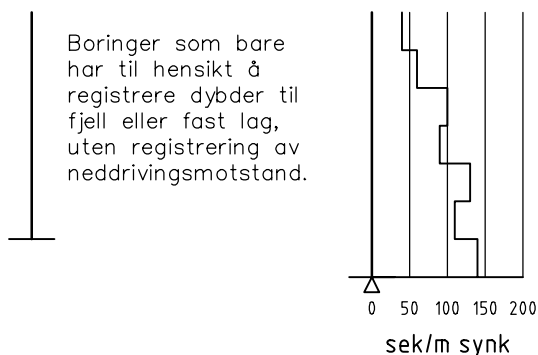


Rammemotstanden Q_0 angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

der W = Tyngde av lodd (kN)
 H = Fallhøyde (m)
 s = Synk i m pr. slag

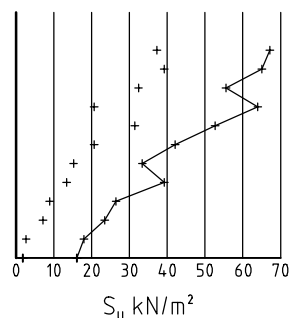
○ ENKEL SONDERING



Boringer som bare har til hensikt å registrere dybder til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.

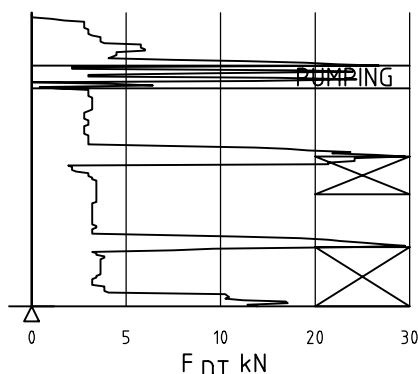
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek/m.

+ VINGEBORING



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjørstyrken s_u og s'_u angis i kN/m² med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdien som angis er den kalibrerte omrørte og uomrørte skjørstyrke.

◆ DREIETRYKKSONDERING

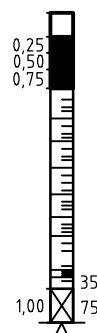


Vanlig boring med 25 omdr./min.
Pumping

Økt rotasjon

Borhullet markeres med en enkel tykk strek. Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

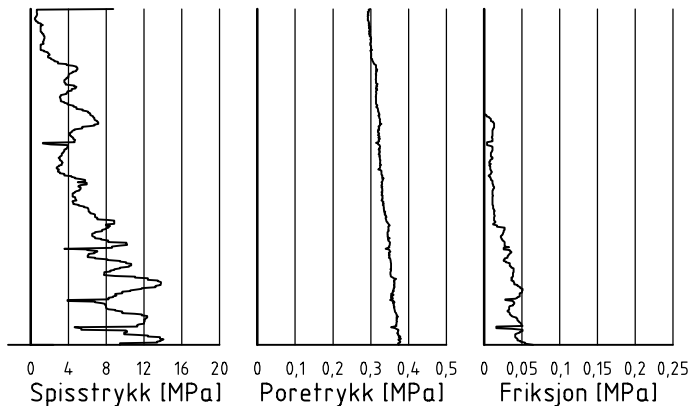
● DREIESONDERING



Forboringdybde markeres og diameter angis i mm. Vertikal-lasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrek. Synk uten dreining markeres med skyggelegging eller raster.

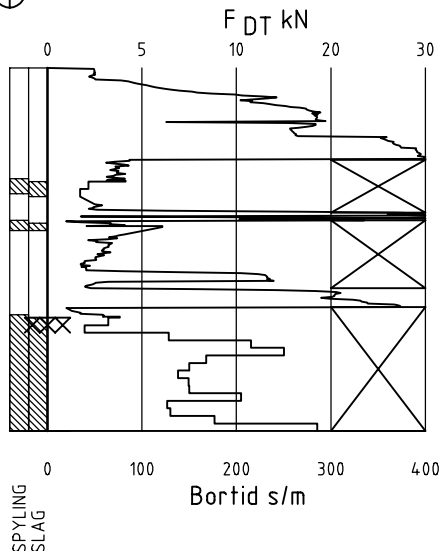
Hel tverrstrek for hver 100 halv-omdreining. Halv tverrstrek for hver 25 halv-omdreining. Mindre enn 100 halv-omdreining vises ved å skrive ant. halv-omdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverrstrek.

▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borhullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

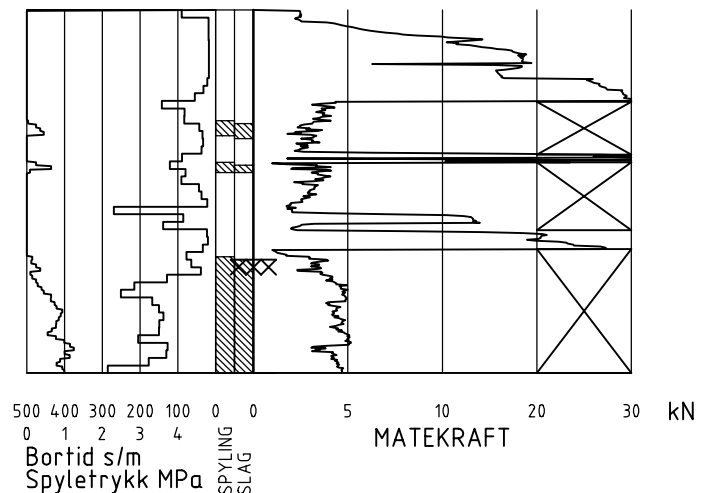
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skravur. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørsskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Splying begynner
- 73 Splying slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og splying starter samt.

- 77 Slag og splying slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

© PRØVESERIE
Materialsignatur (iht. NGF)

Anmerkning



Fjell



Stein og
blokk



Grus



Sand

T = tørrskorpe
Leire: R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.

Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



Moreneleire

Grusig morene



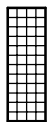
Silt



Leire



Skjell



Fyllmasse



Trerester
Sagflis



Matjord



Torv
Planterester



Gytje, dy
(vannavsatt)

For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

Ca = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W _P W _L W _F	• ┌ ┌ ┌	Angis i masseprosent av tørrstoff. Metode skal angis.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ _d ρ _s		Tyngdetetthet kN/m ³ . Densitet t/m ³ . γ (kN/m ³)
Porøsitet Poretall	n e		
Skjørstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	S _{uk} S _{u'k} S _{ut}	▼ ▼ ⊗	Symbolet settes i () hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε _f) angis i % slik: $\frac{15-0-5\%}{10}$
Sensitivitet	S _t		Metode bør angis.
Organisk materiale Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formuldingsgraden	O _c O _{gl} O _{Na} vP		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk. Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H ₁ –H ₁₀

Forøvrig benyttes bokstavsymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4838

Probe No 4838
 Date of Calibration 2021-10-27
 Calibrated by Alexander Dahlin.....
 Run No 1709
 Test Class: ISO 1

Point Resistance		Tip Area 10cm ²
Maximum Load	50	MPa
Range	50	MPa
Scaling Factor	1693	
Resolution	0,4506	kPa
Area factor (a)	0,851	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 55,847 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction		Sleeve Area 150cm ²
Maximum Load	0,5	MPa
Range	0,5	MPa
Scaling Factor	3664	
Resolution	0,0104	kPa
Area factor (b)	0	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,499 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure		
Maximum Load	2	MPa
Range	2	MPa
Scaling Factor	3661	
Resolution	0,0208	kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,312 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle.	Scaling Factor: 0,93	
Range	0 - 40	Deg.

Backup memory

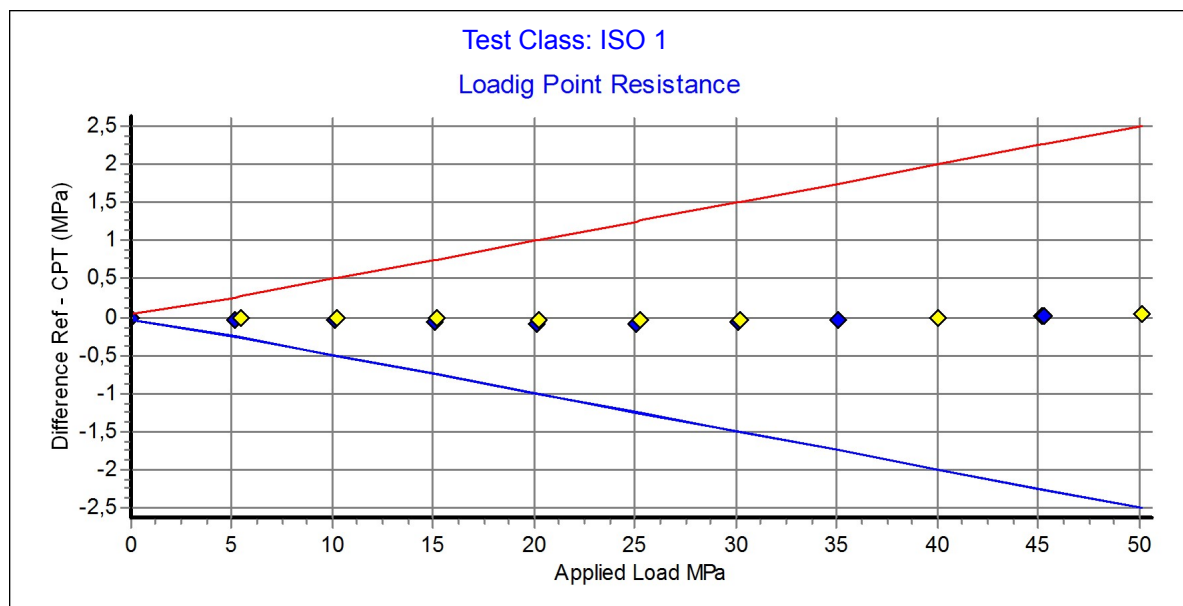
Temperature sensor



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Probe No: 4838
 Date of Calibration: 2021-10-27
 Calibration Run No: 1709
 Calibrated by: Alexander Dahlin
Scaling Factor: 1693
 Reference Cell: 58604

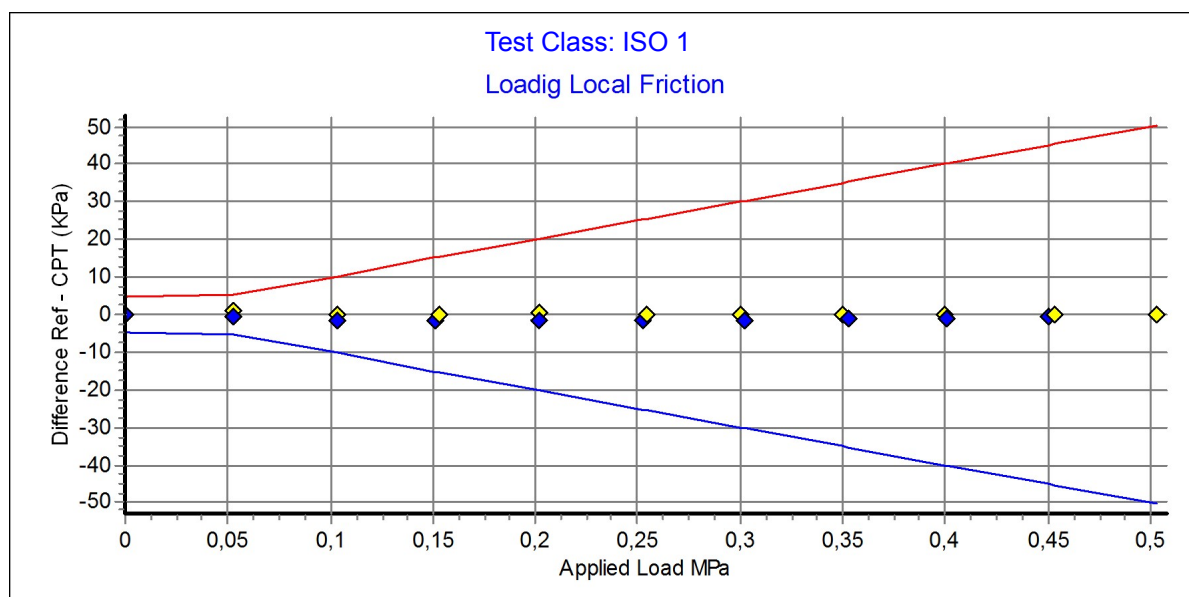
Applied Load MPa	PointRes. MPa	Difference MPa	Accuracy %/MV	Friction MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5,438	5,442	-0,004	-0,073	0,000	0,000
10,239	10,240	-0,001	-0,009	0,000	-0,001
15,146	15,162	-0,016	-0,105	0,001	-0,001
20,215	20,253	-0,038	-0,188	0,001	-0,001
25,272	25,315	-0,043	-0,170	0,001	0,000
30,198	30,232	-0,034	-0,112	0,001	-0,002
35,065	35,092	-0,027	-0,077	0,001	-0,002
40,073	40,083	-0,010	-0,025	0,001	-0,002
45,185	45,169	0,016	0,035	0,002	-0,002
50,138	50,090	0,048	0,095	0,002	-0,002
45,237	45,224	0,013	0,028	0,001	-0,001
40,043	40,065	-0,022	-0,054	0,001	0,000
35,078	35,125	-0,047	-0,134	0,001	-0,001
30,079	30,153	-0,074	-0,246	0,001	-0,001
25,052	25,144	-0,092	-0,367	0,001	0,000
20,160	20,251	-0,091	-0,451	0,000	0,000
15,085	15,153	-0,068	-0,450	0,000	0,000
10,074	10,118	-0,044	-0,436	0,000	0,000
5,194	5,238	-0,044	-0,847	0,000	0,000
0,003	0,012	-0,009	0,000	0,000	0,000



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Probe No: 4838
 Date of Calibration: 2021-10-27
 Calibration Run No: 1709
 Calibrated by: Alexander Dahlin
Scaling Factor: 3664
 Reference Cell: 50598

Ref MPa	Friction MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,053	0,052	0,841	0,000	0,008	0,000
0,103	0,102	0,152	0,000	0,011	0,000
0,153	0,153	0,197	0,000	0,011	0,000
0,202	0,202	0,351	0,173	0,013	0,000
0,254	0,253	0,179	0,070	0,014	0,000
0,300	0,300	0,087	0,029	0,015	0,000
0,350	0,350	0,141	0,040	0,016	0,000
0,400	0,401	-0,077	-0,019	0,017	0,000
0,453	0,453	-0,131	-0,029	0,017	0,000
0,503	0,503	-0,182	-0,036	0,017	0,000
0,450	0,451	-0,698	-0,154	0,016	0,000
0,401	0,402	-1,076	-0,267	0,014	0,000
0,353	0,354	-1,232	-0,347	0,014	0,000
0,302	0,303	-1,490	-0,490	0,013	0,000
0,252	0,254	-1,615	-0,635	0,012	0,000
0,202	0,204	-1,685	-0,825	0,012	0,000
0,151	0,153	-1,621	0,000	0,011	0,000
0,103	0,104	-1,440	0,000	0,011	0,000
0,053	0,053	-0,317	0,000	0,011	0,000
0,000	0,000	-0,010	0,000	0,004	0,000



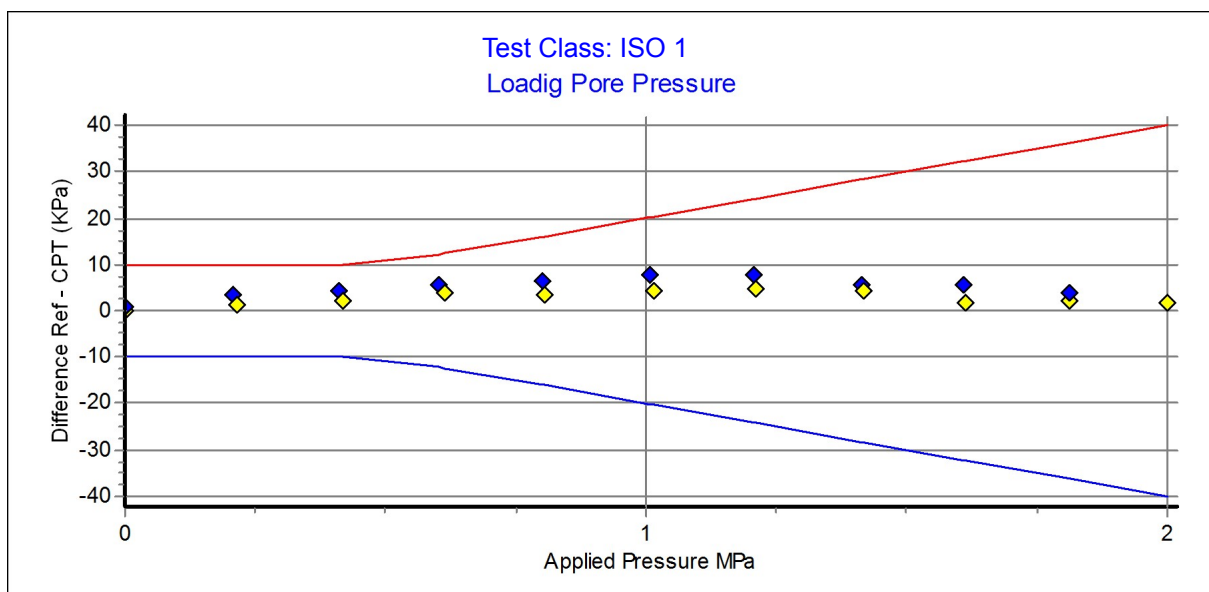
Calibration Certificate.

Loading Pore Pressure

Göteborg:2021-10-27

Probe No: **4838**
 Date of Calibration: **2021-10-27**
 Calibration Run No: **1709**
 Calibrated by: **Alexander Dahlin**
Scaling Factor: 3661
 Reference Cell: 153810109

Appl. Press MPa	PorePress MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	Friction MPa	Area Factor A = PR/PP	Area Factor B = LF/PP
0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	
0,213	0,211	1,425	0,672	0,175	0,000	0,829	0,000
0,417	0,415	2,085	0,502	0,346	0,000	0,833	0,000
0,614	0,611	3,723	0,609	0,516	0,000	0,844	0,000
0,806	0,802	3,374	0,420	0,681	0,000	0,849	0,000
1,015	1,011	4,204	0,415	0,859	0,000	0,849	0,000
1,210	1,205	4,757	0,394	1,026	0,000	0,851	0,000
1,418	1,414	4,157	0,294	1,204	0,000	0,851	0,000
1,612	1,610	1,712	0,106	1,375	0,000	0,854	0,000
1,813	1,811	2,061	0,113	1,545	0,000	0,853	0,000
2,001	2,000	1,511	0,075	1,705	0,000	0,852	0,000
1,814	1,810	3,713	0,205	1,544	0,000	0,853	0,000
1,609	1,604	5,602	0,349	1,370	0,000	0,854	0,000
1,414	1,408	5,798	0,411	1,203	0,000	0,854	0,000
1,209	1,201	7,596	0,632	1,030	0,000	0,857	0,000
1,010	1,003	7,551	0,752	0,862	0,000	0,859	0,000
0,803	0,797	6,271	0,786	0,687	0,000	0,862	0,000
0,603	0,597	5,701	0,954	0,517	0,000	0,866	0,000
0,409	0,405	4,164	1,026	0,351	0,000	0,866	0,000
0,208	0,205	3,554	1,732	0,181	0,000	0,882	0,000
0,001	0,000	0,972	0,000	0,010	0,000	0,000	



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

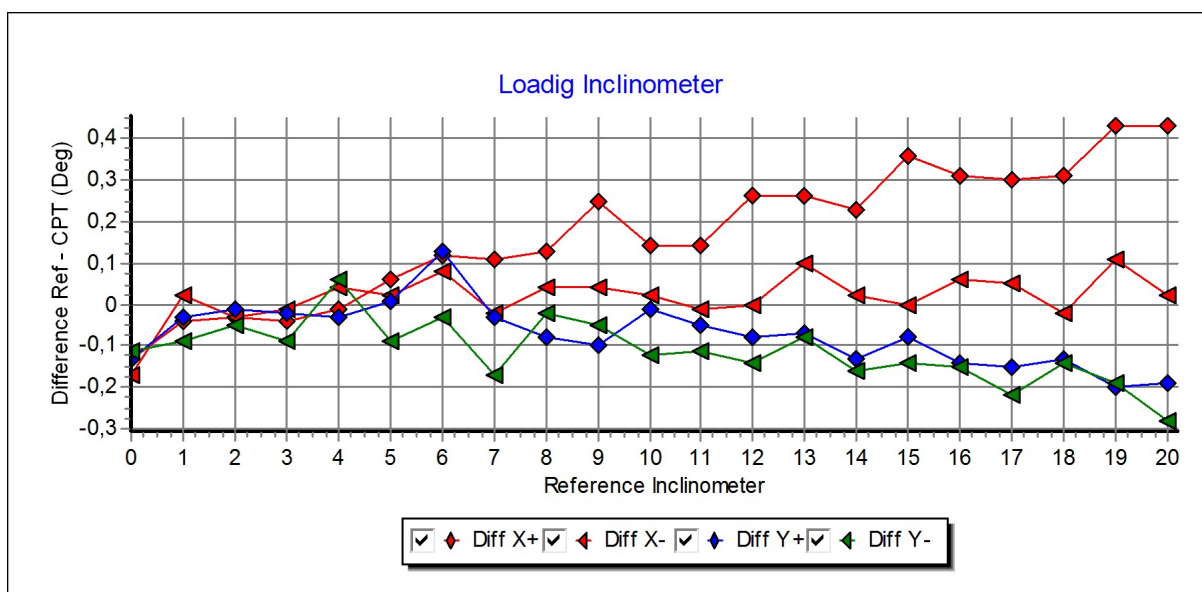
Calibration Certificate.

Loading Inclinometer

Göteborg:2021-10-27

Probe No: 4838
Date of Calibration: 2021-10-27
Calibration Run No: 1709
Calibrated by: Alexander Dahlin
Scaling Factor: 0,93

Appl. Incin. Deg	X+ Deg	X- Deg	Y+ Deg	Y- Deg	Diff X+ Deg	Diff X- Deg	Diff Y+ Deg	Diff Y- Deg
0,00	0,13	0,17	0,13	0,11	-0,13	-0,17	-0,13	-0,11
1,00	1,04	0,98	1,03	1,09	-0,04	0,02	-0,03	-0,09
2,00	2,03	2,03	2,01	2,05	-0,03	-0,03	-0,01	-0,05
3,00	3,04	3,01	3,02	3,09	-0,04	-0,01	-0,02	-0,09
4,00	4,01	3,96	4,03	3,94	-0,01	0,04	-0,03	0,06
5,00	4,94	4,98	4,99	5,09	0,06	0,02	0,01	-0,09
6,00	5,88	5,92	5,87	6,03	0,12	0,08	0,13	-0,03
7,00	6,89	7,02	7,03	7,17	0,11	-0,02	-0,03	-0,17
8,00	7,87	7,96	8,08	8,02	0,13	0,04	-0,08	-0,02
9,00	8,75	8,96	9,10	9,05	0,25	0,04	-0,10	-0,05
10,00	9,86	9,98	10,01	10,12	0,14	0,02	-0,01	-0,12
11,00	10,86	11,01	11,05	11,11	0,14	-0,01	-0,05	-0,11
12,00	11,74	12,00	12,08	12,14	0,26	0,00	-0,08	-0,14
13,00	12,74	12,90	13,07	13,08	0,26	0,10	-0,07	-0,08
14,00	13,77	13,98	14,13	14,16	0,23	0,02	-0,13	-0,16
15,00	14,64	15,00	15,08	15,14	0,36	0,00	-0,08	-0,14
16,00	15,69	15,94	16,14	16,15	0,31	0,06	-0,14	-0,15
17,00	16,70	16,95	17,15	17,22	0,30	0,05	-0,15	-0,22
18,00	17,69	18,02	18,13	18,14	0,31	-0,02	-0,13	-0,14
19,00	18,57	18,89	19,20	19,19	0,43	0,11	-0,20	-0,19
20,00	19,57	19,98	20,19	20,28	0,43	0,02	-0,19	-0,28

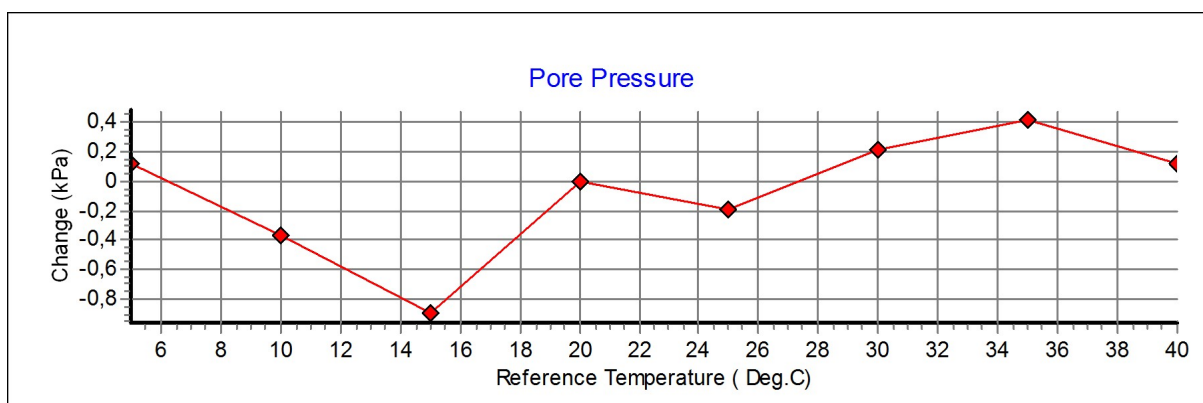
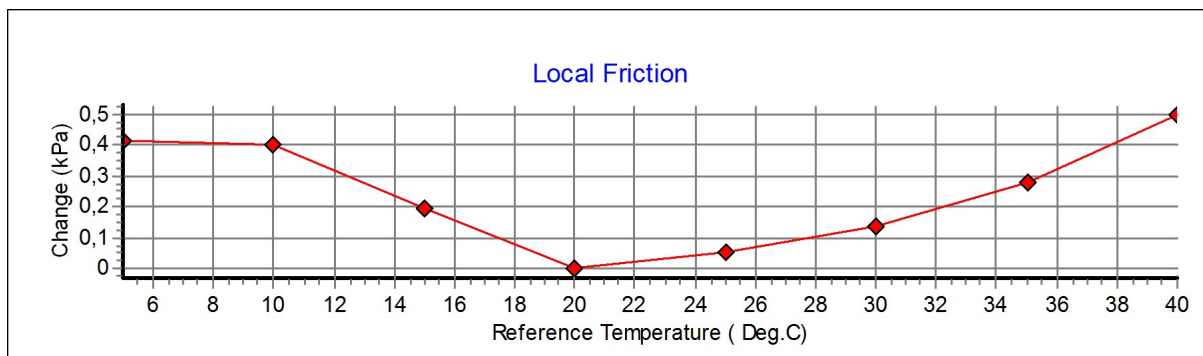
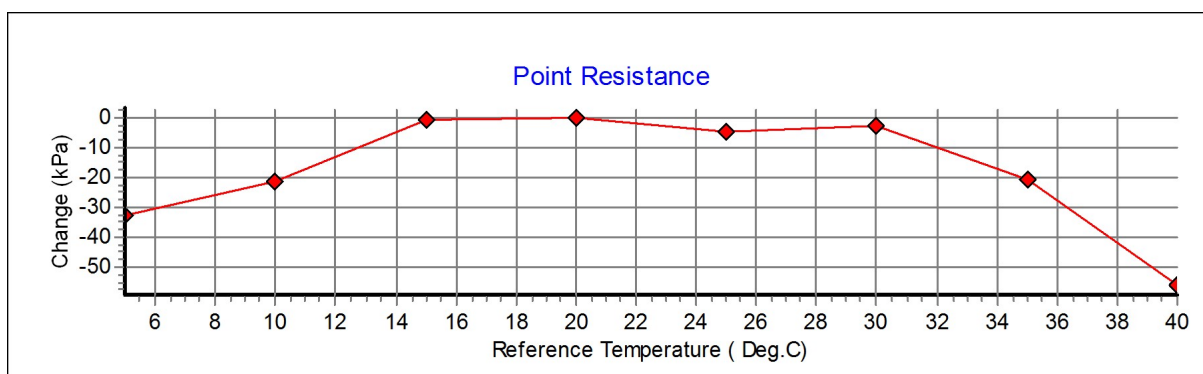


Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Calibration of temperature effect when not loaded.

Göteborg:2021-10-27

Probe No: 4838
Date of Calibration: 2021-10-27
Calibration Run No: 1709
Calibrated by: Alexander Dahlin



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Calibration procedure.

Göteborg: 2021-10-27

Upon delivery, the equipment complies with ISO 22476-1:2012, including Technical Corrigendum 1 (ISO 22476-1:2012/Cor 1:2013)

Point resistance.

The point resistance is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down. Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

Local friction.

A special adapter unit substitutes the cone and transfers the axial forces to the lower end of the friction sleeve. The friction is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down then the sleeve is turned 90 degrees and the calibration repeated.

Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

Pore pressure & Area ratio a and b.

The completed probe is installed in a special chamber and the pore pressure sensor are calibrated from 0 to maximum range in 10 step up and down.

Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

At half range the pressure of the point and friction is registered and used for calculation of the area factor.

Tilt inclination.

The tilt sensor is calibrated +/- 20deg. from vertical line in steps of 1 deg.

This will be done in 2 orthogonal directions.

Temperature.

The temperature sensor is calibrated in steps of 5°C from 5 to 40 °C.

Temperature compensation.

The Point, Friction and the Pore pressure sensors in the probe is temperature compensated and tested in the range 5 to 40 °C.

Calibration reference equipment.

Reference	Load cell	HBM C2/100kN FB088 no.N58604
Reference	Load cell	HBM C2/20kN FB088 no.N50598
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 1MPa no.160410072
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 2MPa no.44410026
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 50MPa no.140510158

The reference sensors are connected to the Geotech black box together with the CPT probe. The measuring data from the reference sensors are simultaneously send to the computer and stored in the Geotech calibration software. The completed systems are recalibrated at RISE Research Institutes of Sweden once a year.

Environment.

Air pressure: 1009,1 hPa.



Specialists in
Geotechnical
Field Equipment

Cptlog Cone data base information

Göteborg: 2021-10-27

Cone name

4838

Serial number

4838

Date of purchase

User.

Ranges

Point resistance

50

(Mpa)

Geometric parameters

Area factor a

0,851

Scaling factors

Point resistance

1693

Local friction

0,5

(Mpa)

Area factor b

0

Local friction

3664

Pore pressure

2

(Mpa)

Tip area

10

(cm²)

Pore pressure

3661

Tilt sensor

40

(Deg)

Sleeve area

150

(cm²)

Tilt sensor

0,93

temperature

°C

temperature

1

Elect. Conductivity

(mS/m)

Elect. Conductivity A

Elect. Conductivity B

Type

Nova cone

Memory option

With memory

Vedlegg 7 – Grunnundersøkelser



GIVAS - Glåmdalen interkommunale vann- og avløpsselskap IKS

Grunnundersøkelser på Magnormoen

Utgave: 611470 - 01

Dato: 11.01.2017

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	GIVAS - Glåmdalen interkommunale vann- og avløpsselskap
Rapporttittel:	Grunnundersøkelser på Magnormoen
Utgave/dato:	611470 – 01 / 11.01.2017
Filnavn:	Grunnundersøkelser på Magnormoen 1.docx
Arkiv ID	611470-01
Oppdrag:	611470-01–Magnor renseanlegg Infiltrasjonsanlegg
Oppdragsleder:	Knut Robert Robertsen
Avdeling:	Vann og miljø
Fag	Avløp Slam Organisk avfall
Skrevet av:	Knut Robert Robertsen
Kvalitetskontroll:	Rolf Egil Martinussen
Asplan Viak AS	www.asplanviak.no

FORORD

Asplan Viak har vært engasjert av GIVAS for å utføre innledende grunnundersøkelser på Magnormoen, ifm. vurdering av nytt renseanlegg for Magnor og Skotterud.

Tina Fjeldstad i GIVAS har vært kontaktperson for oppdraget.

Knut Robert Robertsen har vært oppdragsleder for Asplan Viak.

Ås, 11.01.2017

Knut Robert Robertsen

Oppdragsleder

Rolf Egil Martinussen

Kvalitetssikrer

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn.....	4
1.2	Metode og omfang	4
2	Resultater fra boringer og beregninger	8
2.1	Boreprofiler	8
2.2	Borehull 3.....	8
2.3	Grunnvannsnivå	9
2.4	Grunnvannets strømningsretning og gradient.....	9
3	Vurdering av resultater	11
3.1	Løsmasser og boringer	11
3.2	Grunnvann	11
3.3	Beregning av hydraulisk kapasitet / vannoppstuvning	12
4	Vurdering av infiltrasjonsmuligheter.....	15
4.1	Dimensjonerende data	15
4.2	Beregninger	15
4.3	Konklusjon	15

Sammendrag

Det er utført 5 boringer på Magnormoen for en innledende vurdering av løsmassenes egnethet for infiltrasjon av avløpsvann fra tettstedene Magnor og Skotterud. Løsmassene består av grusholdig sand med tykkelse på 4 – 7 m over siltig sand. Grunnvannsnivået er registrert 5,5 – 8 m under terrengnivå, og står trolig 0,5 – 1 m lavere enn i april 2015.

Ut fra resultatene fra de innledende grunnundersøkelser og beregninger er konklusjon stort sett som i skisseprosjektet.

Magnormoen vurderes ikke egnet til infiltrasjon av alt avløpsvann fra Skotterud og Magnor. Løsmassene vurderes ikke å ha hydraulisk eller resemessig kapasitet til å kunne motta og transportere bort de aktuelle vannmengder (1000 – 1500 m³/d).

De undersøkte arealer på eiendom gnr 61 bnr 16 vurderes også i minste laget for å kunne rense avløpsvann fra Magnor med dagens vanntilførsler (600 m³/d). Dersom fremmedvannmengdene reduseres betydelig, eller også naboeiendommen i nord tas i bruk, kan det imidlertid være en mulighet for å benytte Magnormoen til rensing av avløpsvann fra Magnor.

Magnormoen vurderes å kunne utnyttes i kombinasjon med et biologisk kjemisk renseanlegg, hvor dette anlegget dimensjoneres for tørrværsavrenning, og Magnormoen benyttes til infiltrasjon av overskytende vann (fremmedvann / overløpsvann). Dette vurderes å være en svært god løsning for Vrangselva som resipient.

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Det planlegges etablert et nytt renseanlegg for Magnor og Skotterud sør for Magnor i Eidskog kommune. I den forbindelse er det utført innledende grunnundersøkelser for å vurdere løsmassenes egnethet for infiltrasjon av avløpsvann i stedlige løsmasser.

Grunnundersøkelsene er utført på eiendom gnr 61 bnr 16 den 5. og 6. desember 2016, og har omfattet sonderboringer og prøvetaking med geoteknisk borerigg.

Boringene er utført av borefirma Brødrene Myhre, ved Lars Hatlie.

Fra Asplan Viak AS deltok Knut Robert Robertsen. Fra GIVAS deltok Tina Fjeldstad.

1.2 Metode og omfang

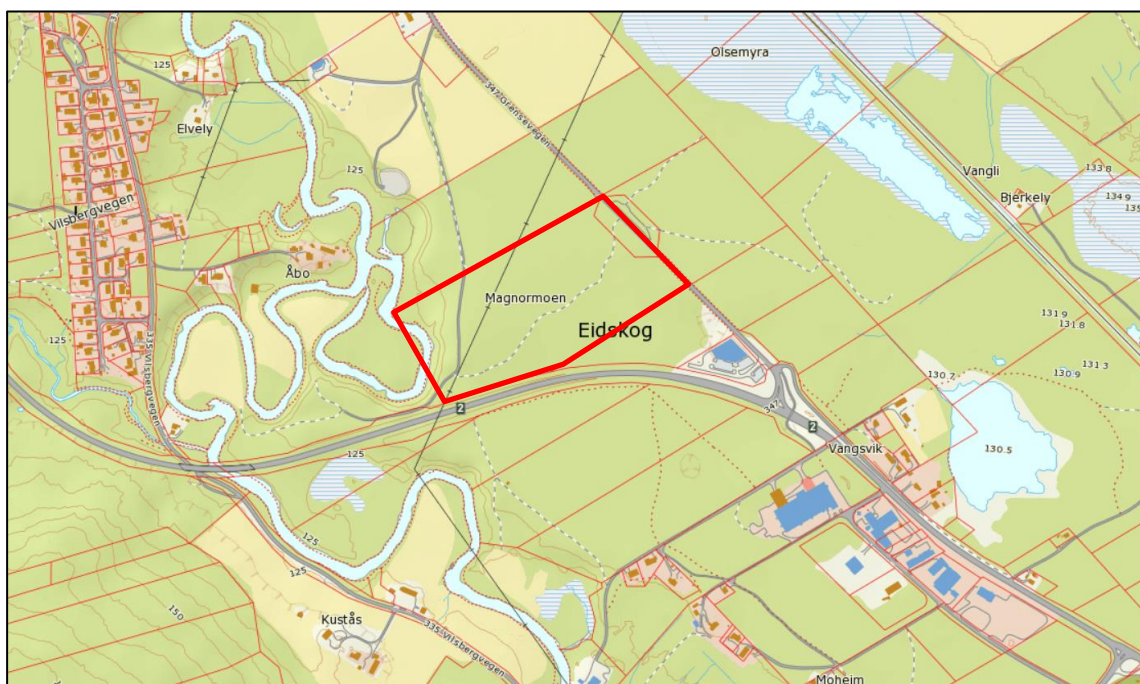
Det er utført totalt 5 boringer fra 7 – 12 m, se figur 1 og 2.

Prøvetaking ned til 5 – 8 m er utført med skovelbor, se bilde 1. Det er tatt ut prøver for hver meter med skovelboret.

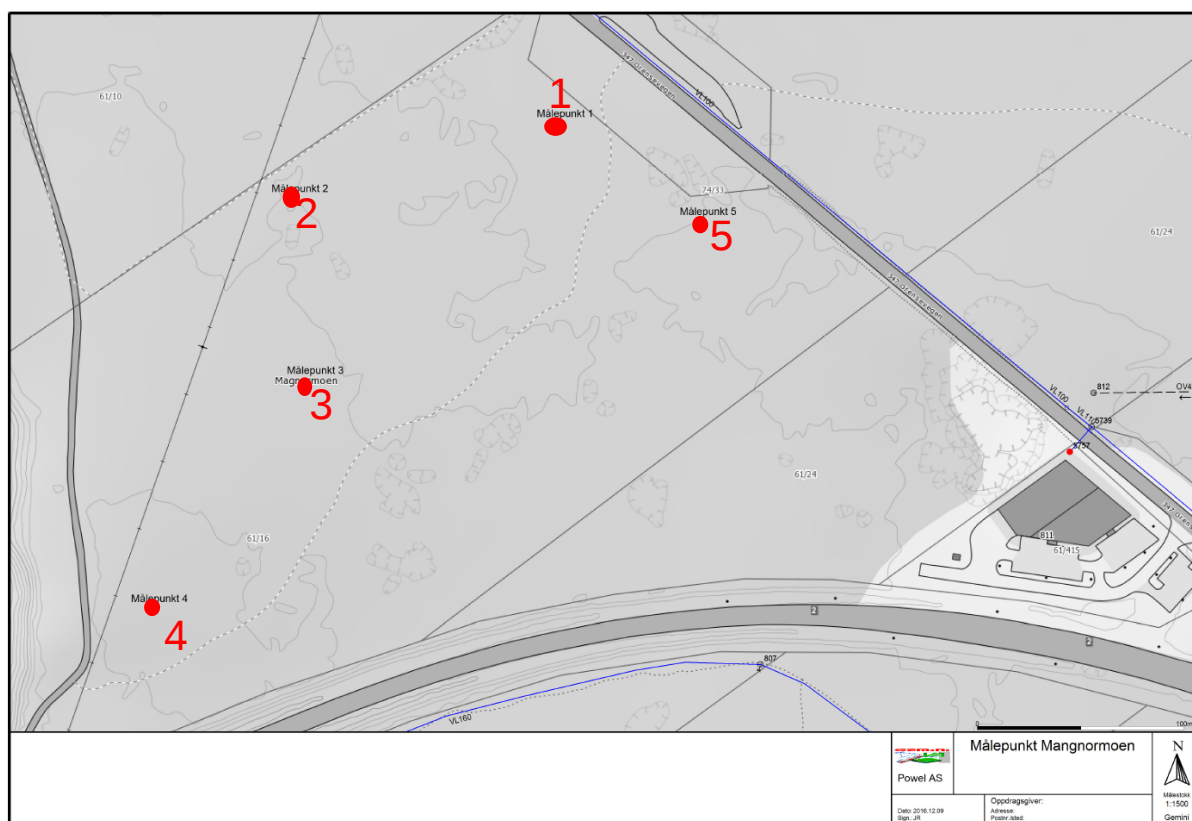
Prøvetaking fra 7 – 11 m er utført med oppspyling av prøver, se bilde 1. Med denne metoden er det tatt ut samleprøver fra hver andre meter.

Prøver fra sonderboringspunkt 3 er sendt til firmaet Hydrogeologi og avløpsrådgivning for kornfordelingsanalyser. Resultatene er vist i vedlegg.

Borepunktene er innmålt av Jørn Rambøl i GIVAS IKS. I de 5 borepunktene er det satt ned peilerør ned i grunnvannet, slik at avstanden fra topp rør til grunnvannsnivå kan måles.



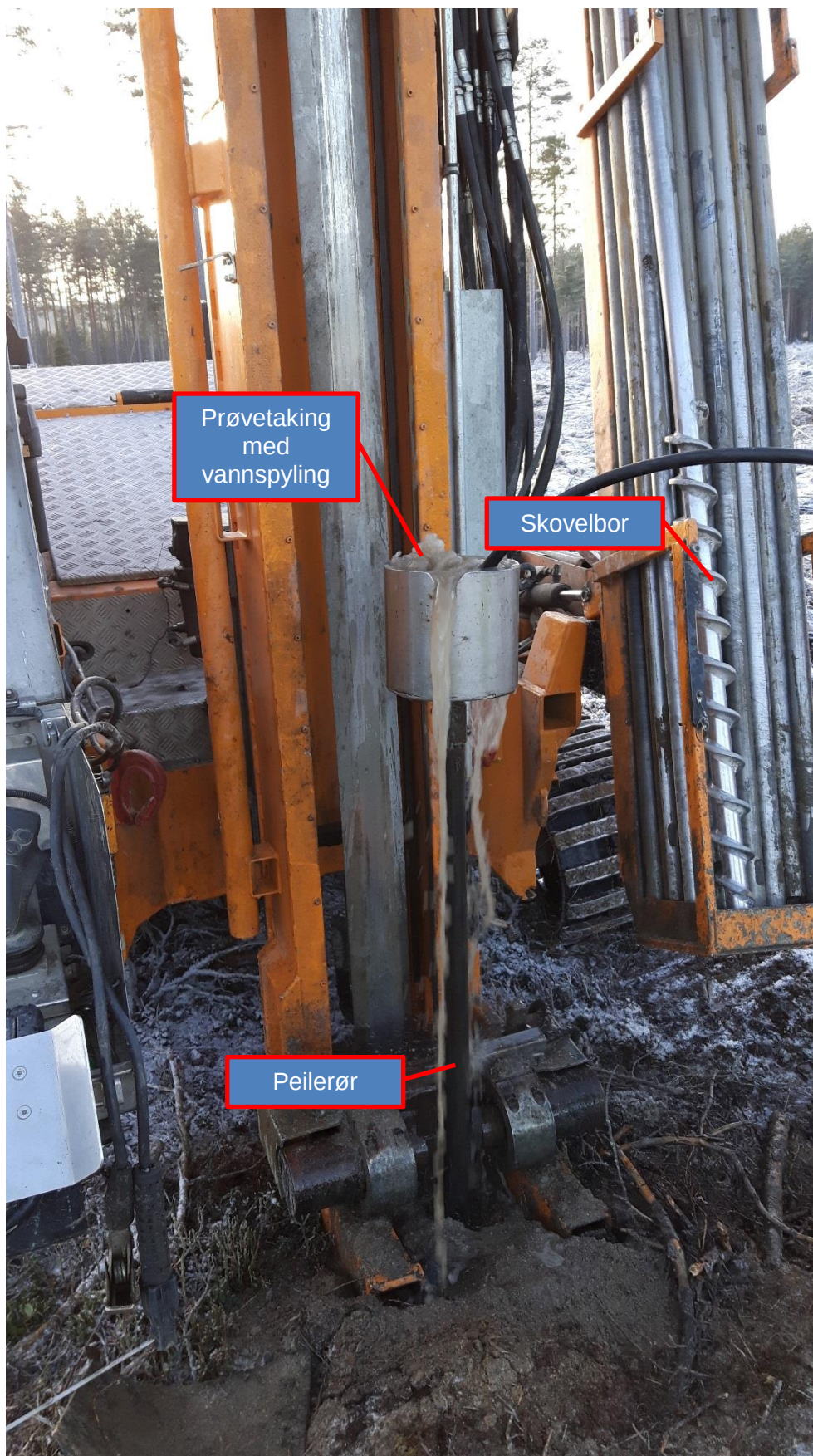
Figur 1: Magnormoen sør for Magnor. Grunnundersøkelser er utført innenfor eiendom gnr 61 bnr 16, merket med rød ramme.



Figur 2: Innmålte borepunkt på Mangnormoen. Målepunkt 1 = borepunkt 1 i tabell 1.

Magnormoen - Notisblokk						
Fil Rediger Format Vis Hjelp						
00 Application: MAGNET Field						
00 Jobbnavn: Magnormoen						
00 Job create Date: 2016-12-09 12:17:46						
00 Opprettet av: JR						
00 Prosjeksjon: NORWAY-EUREF89 UTM 32						
00 Geoid model: HREF2015B_NN2000_EUREF89						
00 Survey configuration: TNlive Hiper SR+						
00 Kommentar: N/A						
00 Export Date: 2016-12-09 13:22:27						
05 4	2101	6648886.901	679214.422	135.122	-1.17m	
05 3	2101	6648996.370	679288.633	134.762	-1.18m	
05 2	2101	6649085.071	679282.395	134.030	-1.21m	
05 1	2101	6649120.664	679410.264	134.200	-1.18m	
05 5	2101	6649074.023	679478.633	134.027	-1.28m	
P	K	X	Y	Z	Fra topp rør ned til bakke	
U	O					
N	D					
K	E					
T						

Figur 3: Innmålte borepunkt på Magnormoen. Z-verdi er topp peilerør. Høyre kolonne er avstand fra topp peilerør til terrengnivå.



Bilde 1: Borerigg. Prøvetaking med vannspyling. Skovelbor til høyre.



Bilde 2: Borerigg. Nedsatt peilerør.



Bilde 3: Magnormoen, sett fra Grenseveien mot vest (retning Vrangselva).

2 RESULTATER FRA BORINGER OG BEREKNINGER

2.1 Boreprofiler

Boringene viser at løsmassene på Magnormoen domineres av sand. Grusinnholdet er på 10 – 25 % fra 0 – 8 m dybde under terreng. Fra 8 meters dyp blir løsmassene mer finkornige, og domineres av siltig finsand. Mer hardpakkede lag er registrert fra 5 - 7 m under terreng.

Innholdet av silt øker fra 5 - 8 % på 0 – 6 meters dyp, til 10 – 15 % fra 6 – 12 meters dyp.

Tabell 1: Resultater fra skovelboring og oppspyling av prøver.

Dybde	Boring 1	Boring 2	Boring 3	Boring 4	Boring 5
0 – 1 m	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand
1 – 2 m	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand
2 – 3 m	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand
3 – 4 m	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand	Grusig sand	Sand
4 – 5 m	Sand	Sand	Grusig sand	Grusig sand	Siltig sand
5 – 6 m	Sand	Sand	Grusig sand	Grusig sand	Siltig sand
6 – 7 m	Silt/leire	Sand	Siltig sand	Sand	Siltig sand
7 – 8 m		Finsand	Siltig sand	Siltig sand	
8 – 9 m		Finsand / silt	Siltig sand	Siltig sand	
9 – 10 m		Finsand / silt	Siltig sand	Siltig sand	
10 – 11 m		Finsand / silt	Siltig sand	Siltig sand	
11 – 12 m		Finsand / silt	Siltig sand		
Kommentar	Tynne siltlag registrert fra 2,5 m dyp	Fastere lag på 6 m	Fastere lag på 6 - 7 m	Fastere lag på 7 m	Tynne siltlag registrert fra 3 – 4 m dyp

Prøver over markert tykk strek er tatt ut med skovelbor. Prøver under streken er spylt opp.

2.2 Borehull 3

Resultater fra prøvetaking i borehull 3 er vist i tabell 2.

Tabell 2: Resultater fra prøvetaking i borehull 3.

Dybde	Siltinnhold	Grusinnhold	K-verdi	Felt i infiltrasjonsdiagram
0 – 1 m	6 %	25 %	17 m/d	1
1 – 2 m	5,5 %	10 %	28 m/d	2
2 – 3 m	6 %	18 %	13 m/d	1
3 – 4 m	5,5 %	22 %	19 m/d	1
4 – 5 m	6 %	22 %	8 m/d	1
5 – 6 m	8 %	16 %	5 m/d	1
6 – 7 m	11 %	20 %	1,6 m/d	1
7 – 8 m	12,5 %	18 %	1,7 m/d	1
8 – 10 m	(3,5 %)	(1 %)	(49,9)	(2)
10 – 11 m	(2 %)	(0 %)	(75,3)	(3)

Prøver under streken er spylt opp vha vann. Det meste av siltinnholdet går da tapt med spylevannet. Prøveresultatene vil derfor vise for lavt siltinnhold og for høye K-verdier,

2.3 Grunnvannsnivå

I de 5 borepunktene er det satt ned peilerør ned i grunnvannet, slik at avstanden fra topp rør til grunnvannsnivå kan måles. Avstand fra topp rør til grunnvannsnivå målt 6/12 og 12/12-2016 er vist i tabell 3.

Resultatene viser at grunnvannsnivået lå 5,5 – 7,9 m under terrengnivå i desember 2016. Kortest avstand til grunnvannet var det nærmest Grenseveien i nordøst, størst avstand til grunnvannet var det ved borepunkt 4 i sørvest.

Målingene viste at grunnvannsnivået sank med 1 cm i alle brønner fra den 6/12 til den 12/12.

Tabell 3: Registrert avstand til grunnvannsnivå i desember 2016.

	Boring 1	Boring 2	Boring 3	Boring 4	Boring 5
Kote rørtopp	134,20	134,03	134,76	135,12	134,03
Kote terreng	133,02	132,82	133,58	133,95	132,75
Kote grunnvannsnivå	127,20	126,73	126,53	126,04	127,23
Dato					
6/12-2016	7,00	7,30	8,23	9,08	Ikke stabil
12/12-2016	7,01	7,31	8,24	9,09	6,80

Tidligere befaring utført i april 2015 viste flere grunnvannsutslag i skråningskanten ned mot Vrangselva, samt i bunnen av sandtaket på eiendom gnr 61 bnr 20. De fleste og mest markerte grunnvannsutslag ble registrert rundt kote 127, se figur 4.

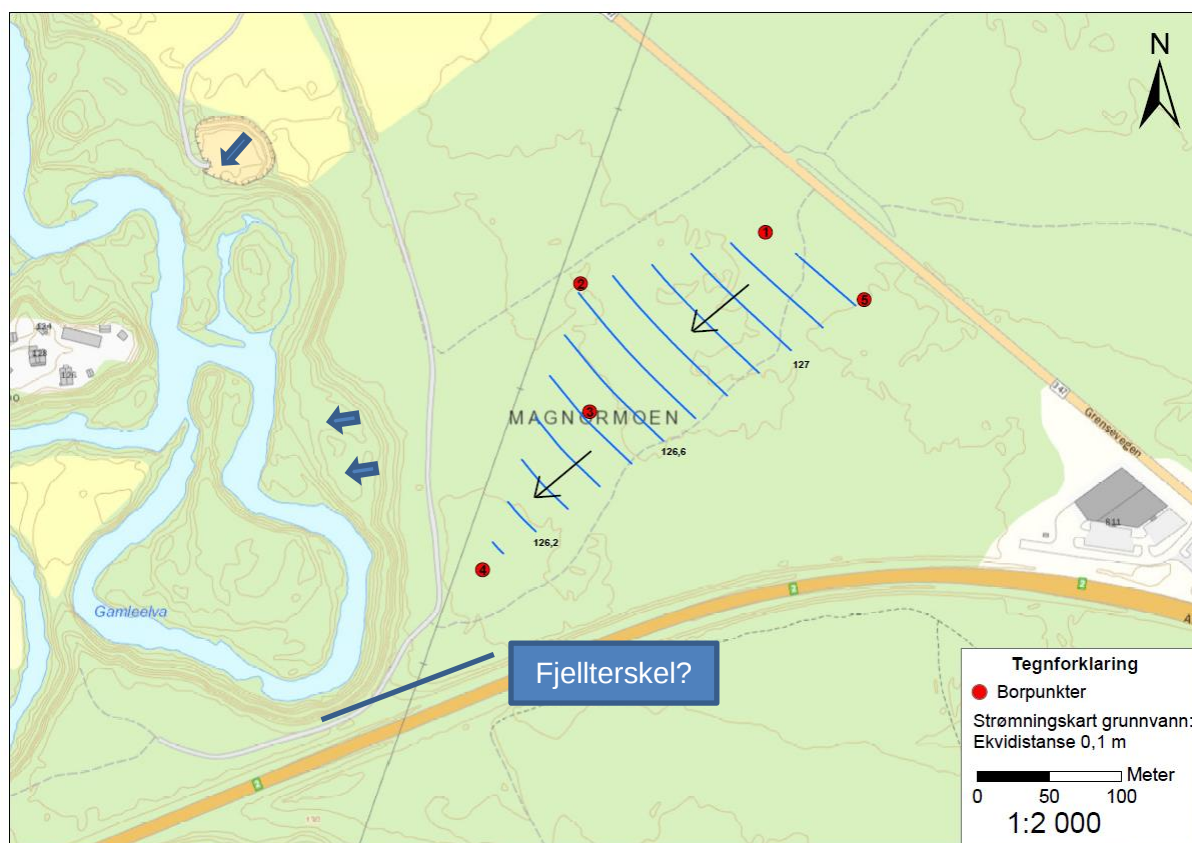
I desember 2016 var de fleste av disse grunnvannsutslagene borte, men det ble registrert enkelte grunnvannsutslag mellom kote 124 – 126. Disse observasjoner tyder på at grunnvannsnivået på Magnormoen kan stå 0,5 – 1 m høyere enn det som ble registrert i desember 2016.

Til sammenligning ligger Vrangselva på ca kote 121,5 nedenfor Magnormoen.

2.4 Grunnvannets strømningsretning og gradient

Grunnvannets strømningsretning og gradient er beregnet på bakgrunn av målt avstand til grunnvann og innmålte peilerør. Beregningene viser at grunnvannet strømmer fra nordøst mot sørøst, se figur 4.

Ved Grenseveien ligger grunnvannsnivået på kote 127,4, ved skogsbilveien sørvest for borepunkt 4 ligger grunnvannsnivået på kote 125,9, dvs. 1,5 m lavere. Avstanden mellom punktene er 387 m. Ut fra dette er grunnvannsgradienten beregnet til 0,0039, dvs. 0,39 %.



Figur 4: Borepunkter (rødt), kotekart for grunnvannet (blått) med oppgitt kotehøyde for grunnvann. Beregnet strømningsretning for grunnvannet vist med piler. Grunnvannsutslag på kote 126 – 127 observert i april 2015 markert med blå piler.

3 VURDERING AV RESULTATER

3.1 Løsmasser og boringer

Den undersøkte del av Magnormoen består av grusholdig sand med en tykkelse på 5 – 8 m over grunnvannsnivå. Under grunnvannsnivå består løsmassene av siltig sand. Boring 1 og 5 opp mot tømmerlunne langsmed Grenseveien viser de dårligste forholdene for infiltrasjon av avløpsvann, med kun 3,5 – 4 m sand før det påtreffes linser og lag med silt. I dette området er avstanden fra terrengnivå til grunnvann minst (5,5 – 5,8 m).

Boring 2, 3 og 4 viser bedre forhold, med 6 – 8 m grusholdig sand over grunnvannsnivået.

Resultater fra kornfordelingsanalyser fra borehull 3 viser at sandmassene hovedsakelig plotter i felt 1 i infiltrasjonsdiagrammet. Dette skyldes en kombinasjon av blandprøver tatt ut vha skovelboring, et siltinnhold på 5 – 8 % og sorteringsgraden. Beregnet K-verdi på 5 – 28 m/d (vannledningsevne) tilsier at løsmassene fra 0 – 6 m er godt egnet for infiltrasjon av avløpsvann.

Når resultater fra kornfordelingsanalysene plotter i felt 1 er det imidlertid krav til gjennomføring av infiltrasjonstester for å dokumentere løsmassenes K-verdi og infiltrasjonskapasitet.

Fra 6 – 11 meters dybde består løsmassene av siltig sand, og siltinnholdet øker i dybden. Boringene viser lagdelte løsmasser, med enkelte hardere lag. Løsmassenes K-verdi avtar til under 2 m/d fra 6 – 8 meters dyp, og er trolig enda lavere 8 – 11 m under terreng.

3.2 Grunnvann

Magnormoen kan karakteriseres som et selvmatende grunnvannsmagasin. Dvs. at all nydanning av grunnvann skjer via nedbør og snøsmelting, som infiltreres ned i sand- og grusmassene. Grunnvannsnivået på Magnormoen ligger 5 – 6 m høyere enn Vrangselva. Det skjer ingen innmating fra Vrangselva eller andre vassdrag. Grunnvannsmagasinet tappes ned via grunnvannsutslag langs skråningskanten ned mot Vrangselva.

Grunnvann i de grove sandmassene tappes relativt raskt ut via kildeutslag på kotehøyde ca 127 i grustaket og langs skråningskanten ned mot Vrangselva. Årsaken til at grunnvannsnivået ikke fluktuerer med vannivået i Vrangselva skyldes høyst sannsynlig finkornige løsmasser med lav strømningshastighet, men det kan ikke utelukkes at det også ligger fjellterskler under sand- og grusmassene som demmer opp grunnvannet.

I områdene der Rv 2 krysser Vrangselva er det høyst sannsynlig en fjellterskel, som er årsaken til at Vrangselva dreier vestover, og deretter sørover. Mellom Gamleelva og Rv 2 er det sannsynligvis også en fjellterskel, se figur 4.

Grunnvannsnivået vil variere over året avhengig av nedbørmengdene. Observasjoner i april 2015 og desember 2016 indikerer at avstanden fra terrengnivå til grunnvannsnivået kan variere med minimum 0,5 – 1 m over året.

Nedbørfeltet fremgår av figur 5. Overflatevann fra Olsemyra dreneres ut via grøfter mot nord og deretter mot vest til Vrangselva.

Grunnvannets strømningsretning er fra Grenseveien ned mot Vrangselva (NØ – SV).

Grunnvannsgradienten er lav, og er beregnet til 0,39 %.

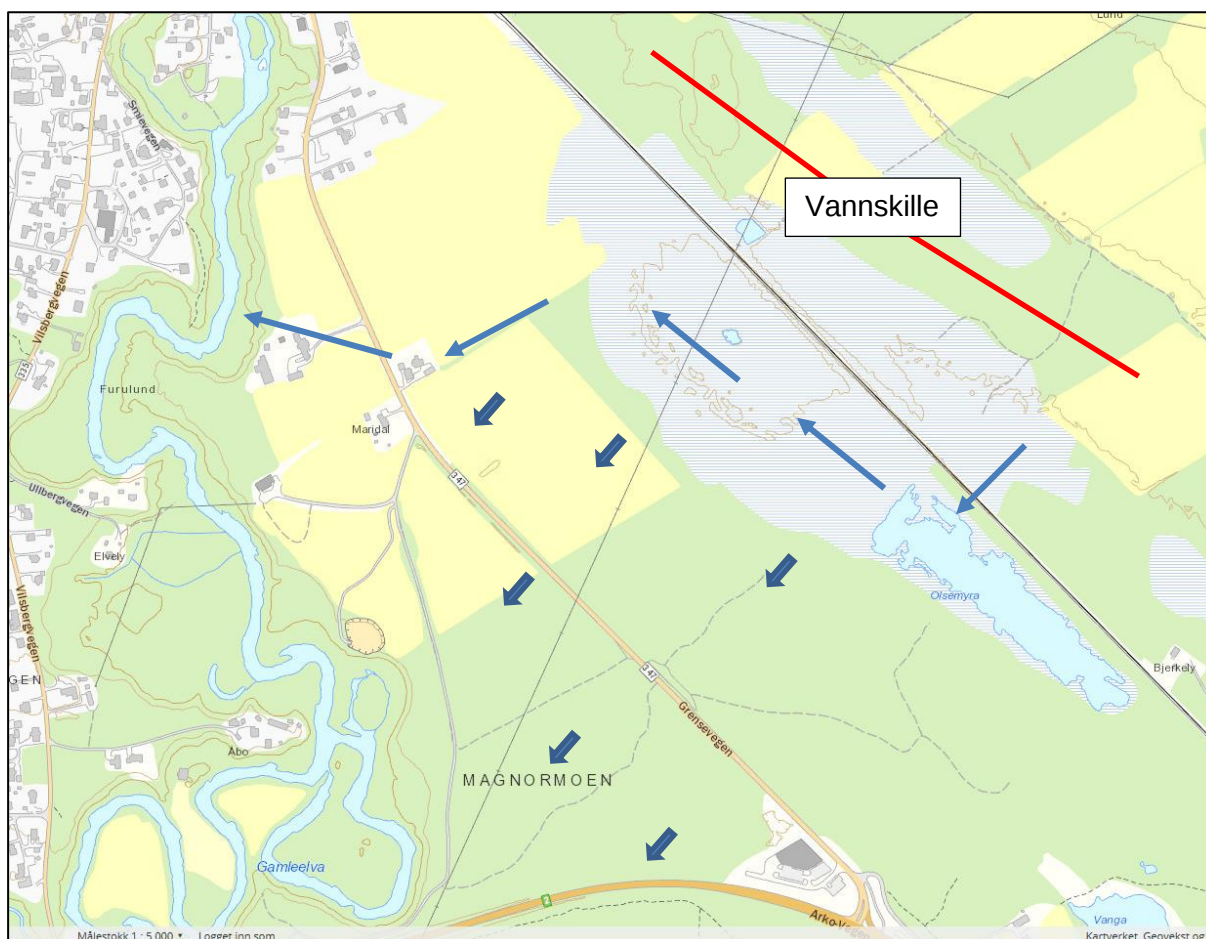
Grunnvannets naturlige strømningshastighet er beregnet til i størrelsesorden 5 – 10 cm/d i de siltige sandmassene fra 6 – 8 m under terrengnivå. I de grovere sandmassene over er strømningshastigheten beregnet til mellom 0,5 og 1,5 m/d.

3.3 Beregning av hydraulisk kapasitet / vannoppstuvning

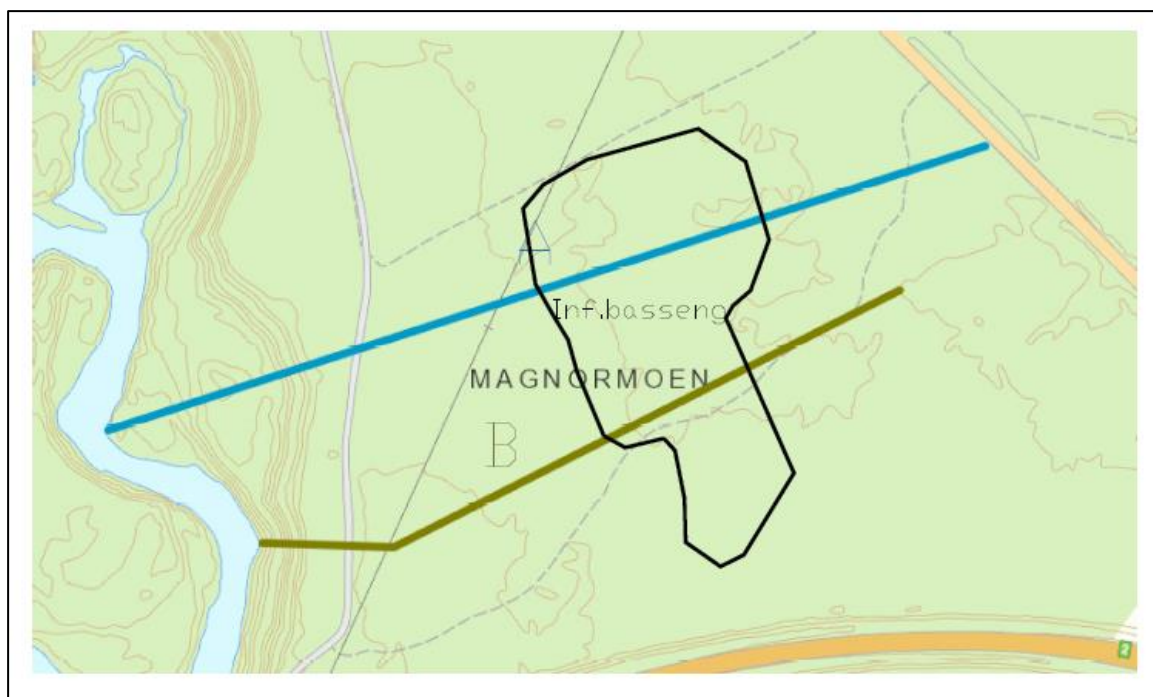
Forutsatt tilført en vannmengde på 1000 m³/d, en K-verdi på 10 m/d i sandmassene over grunnvannsnivået, en spredningsbredde på 150 – 200 m og en grunnvannsgradient på 0,39 %, indikerer beregninger (Hantush 1967) at det vil oppstå en grunnvannsoppstuvning under et infiltrasjonsanlegg på 7 – 8 m, se figurene 6 - 8.

Teoretisk vil dette tilsa at sand- og grusmassene vil fylles opp med vann nær opp til terreng-overflaten ved kontinuerlig tilførsel av 1000 m³ avløpsvann pr døgn. I praksis vil dette tilsa at vi får en stor grunnvannsoppstuvning under infiltrasjonsanlegget, og at det vil medføre mange flere grunnvannsutslag og høyere opp i skråningskanten ned mot Vrangselva enn det som observeres i dag.

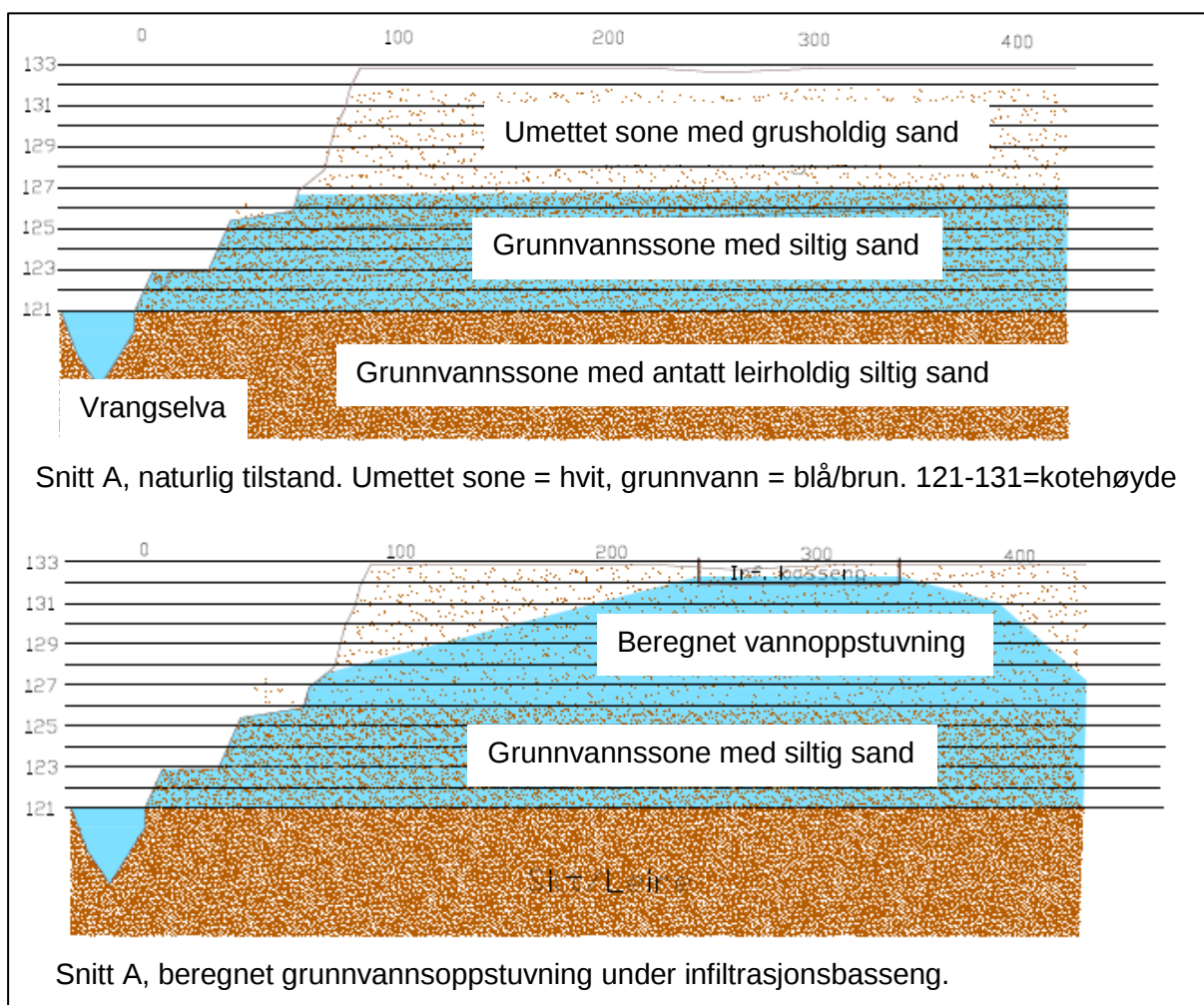
Dette vil resultere i begrenset renseevne for avløpsvann.



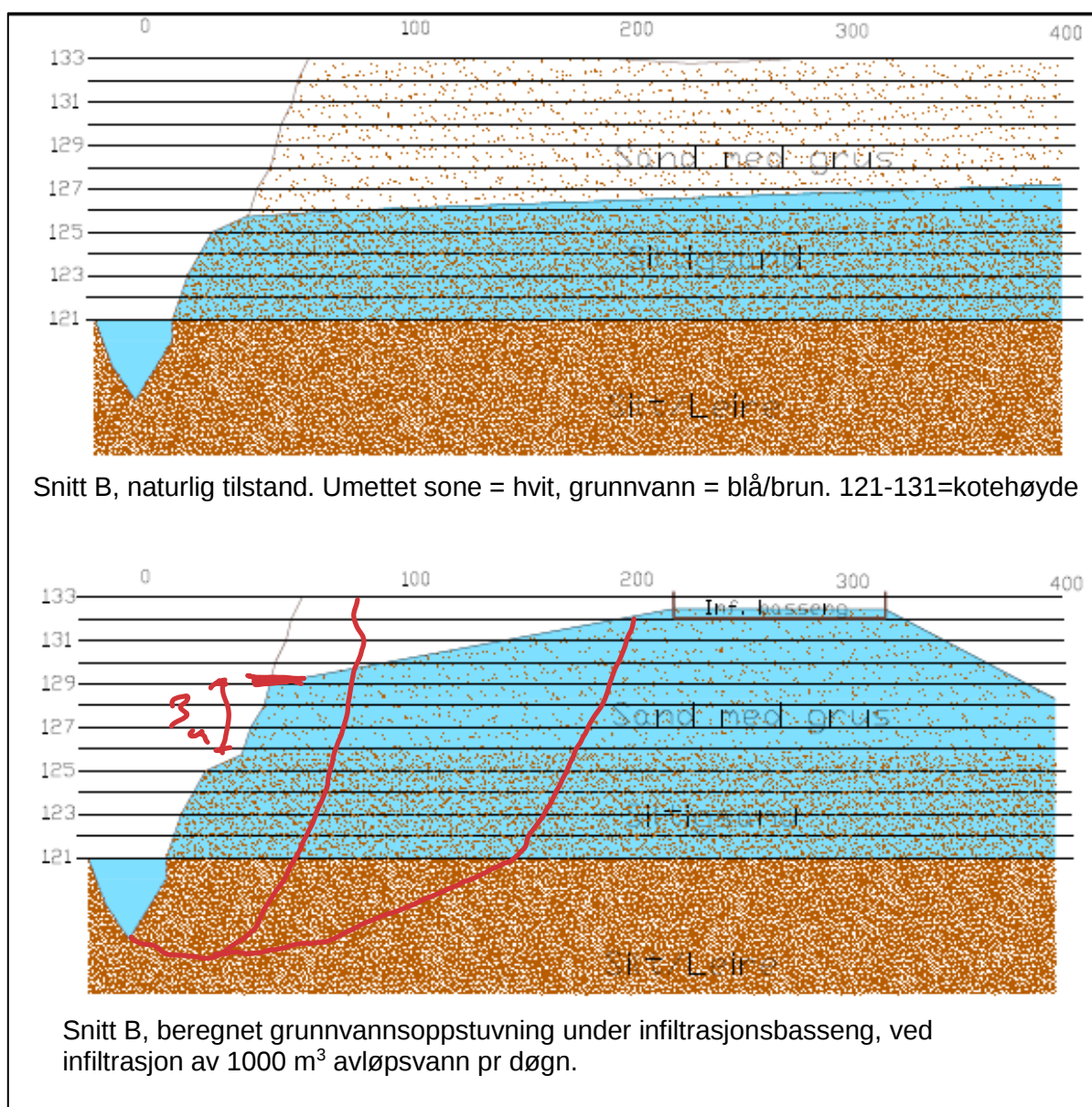
Figur 5: Magnormoens nedbørfelt strekker seg fra et vannskille øst for jernbanen og ned til Vrangselva. Grunnvannets strømningsretning er vist med tykke blå piler. Avrenning av overflatevann fra Olsemyra er vist med tynnere blå piler.



Figur 6: Tverrprofiler gjennom Magnormoen, se figur 7 og 8 under.



Figur 7: Tverrprofiler A, naturlig tilstand øverst, beregnet tilstand ved infiltrasjon av 1000 m³/d nederst.



Figur 8: Tverrprofil B, naturlig tilstand øverst, beregnet tilstand ved infiltrasjon av 1000 m³/d nederst.

4 VURDERING AV INFILTRASJONSMULIGHETER

4.1 Dimensjonerende data

I tidligere skisseprosjekt fra Asplan Viak i 2015 er det tatt utgangspunkt i følgende dimensjoneringsgrunnlag for Skotterud og Magnor renseanlegg:

- Antall pe er 3 500.
- Tørrværsavrenning beregnet til 640 m³/d.
- Dimensjoneringsgrunnlag for alt avløpsvann, inkl. fremmedvann, 1440 – 1500 m³/d.

4.2 Beregninger

Beregninger basert på innledende grunnundersøkelser indikerer at det ikke vil være mulig å infiltrere så mye som 1000 m³/d på den undersøkte eiendommen. Dette vil kunne medføre at grunnvannsnivået stiger med 7 – 8 m under infiltrasjonsbassengene, dvs opp til terrengnivå.

En halvering av avløpsmengdene til 500 m³/d vil kunne medføre en vannoppstuvning på 4 – 5 m. Dette vil medføre en umettet sone under infiltrasjonsbassenget på 1 – 2 m, som vurderes å være svært lite med tanke på rensing av avløpsvann.

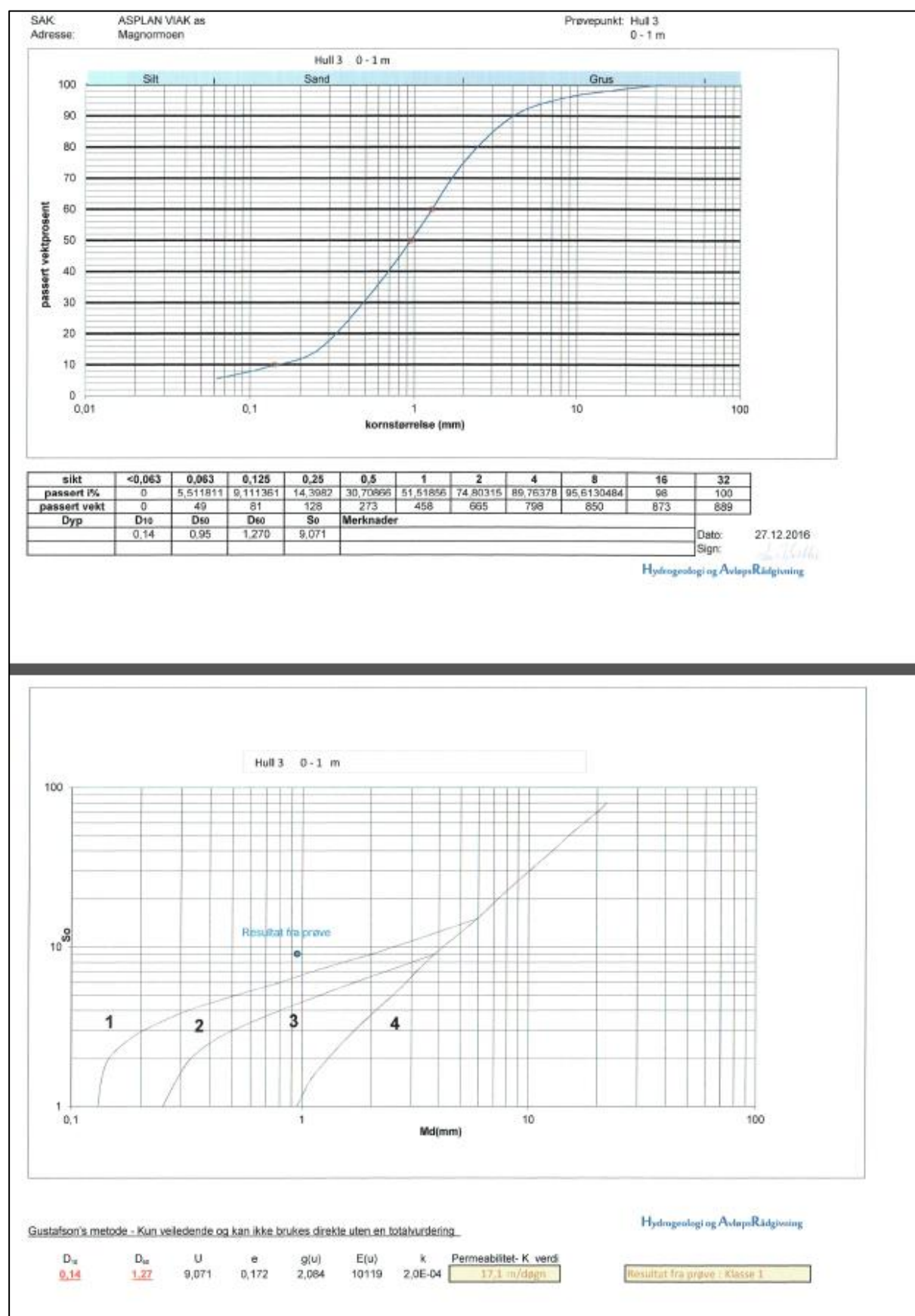
Slike beregninger vil alltid være beheftet med usikkerhet, og må evt. dokumenteres ved å gjennomføre en infiltrasjonstest i større målestokk, for å dokumentere løsmassenes infiltrasjonskapasitet. Dette vil medføre å grave ut et større basseng, og tilføre i størrelsesorden 500 m³/d over en periode på minimum 30 – 60 døgn, og registrere hvor stor oppstuvningen under bassenget blir, samt konsekvensene i skråningskanten ned mot Vrangselva.

4.3 Konklusjon

Ut fra resultatene fra de innledende grunnundersøkelsene kommer vi stort sett frem til samme konklusjon som i skisseprosjektet:

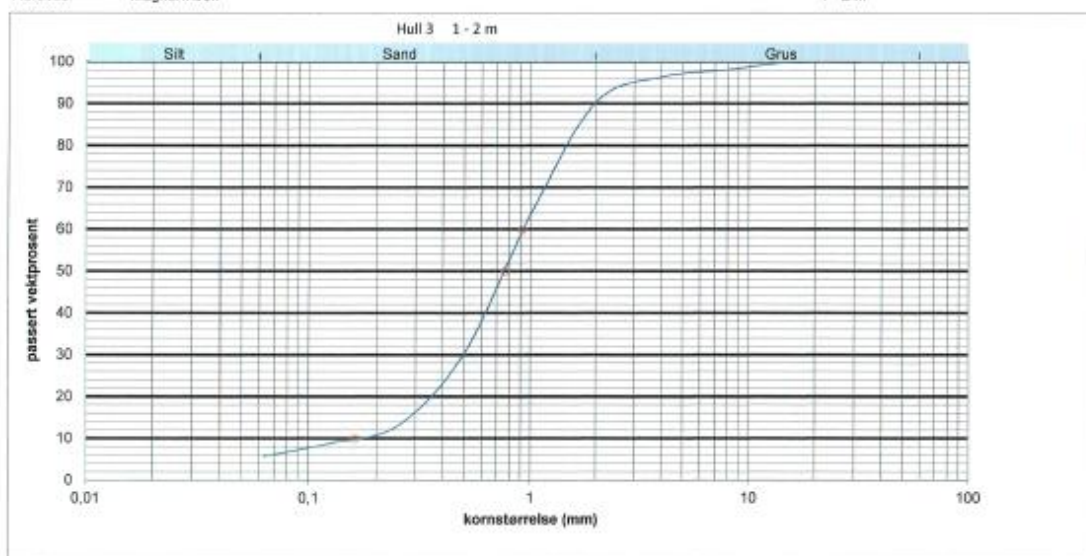
- Magnormoen vurderes ikke egnet til infiltrasjon av alt avløpsvann fra Skotterud og Magnor. Løsmassene vurderes ikke å ha hydraulisk eller rensemessig kapasitet til å kunne motta de aktuelle vannmengder.
- De undersøkte arealer vurderes også i minste laget for å kunne rense avløpsvann fra Magnor med dagens vanntilførsler (600 m³/d). Dersom fremmedvannmengdene reduseres betydelig, eller også naboeiendommen i nord tas i bruk, kan det imidlertid være en mulighet for å benytte Magnormoen til rensing av avløpsvann fra Magnor.
- Magnormoen vurderes å kunne utnyttes i kombinasjon med et biologisk kjemisk renseanlegg, hvor dette anlegget dimensjoneres for tørrværsavrenning, og Magnormoen benyttes til infiltrasjon av overskytende vann (fremmedvann / overløpsvann). Dette vurderes å være en svært god løsning for Vrangselva som resipient.

Vedlegg: Kornfordelingsanalyser og infiltrasjonsdiagram, prøver fra borehull 3.



SAK: ASPLAN VIAK as
Adresse: Magnormoen

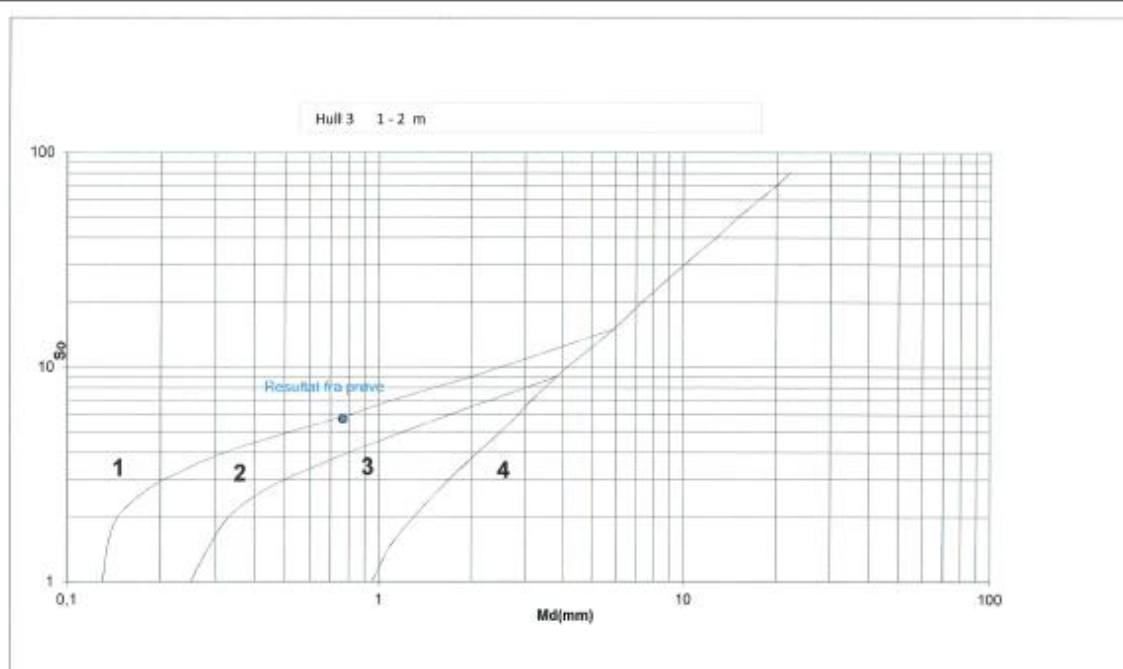
Prøvepunkt: Hull 3
1 - 2 m



Dato: 27.12.2016

Sign:

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering.

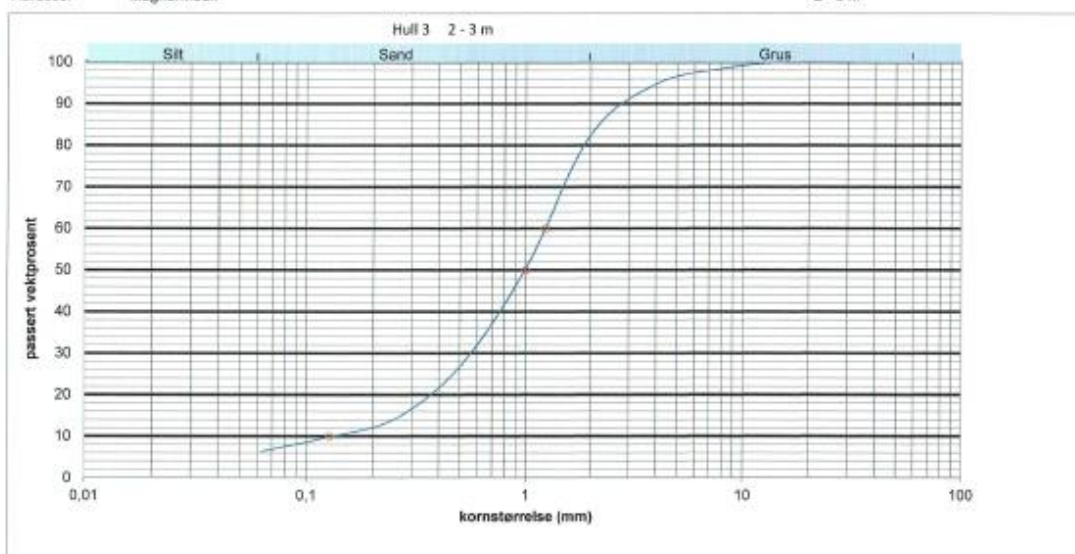
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D ₁₀	D ₅₀	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,16	0,919	5,744	0,204	2,355	12930	3,3E-04	28,6 m/døgn

Resultat fra prøve - Klasse 2

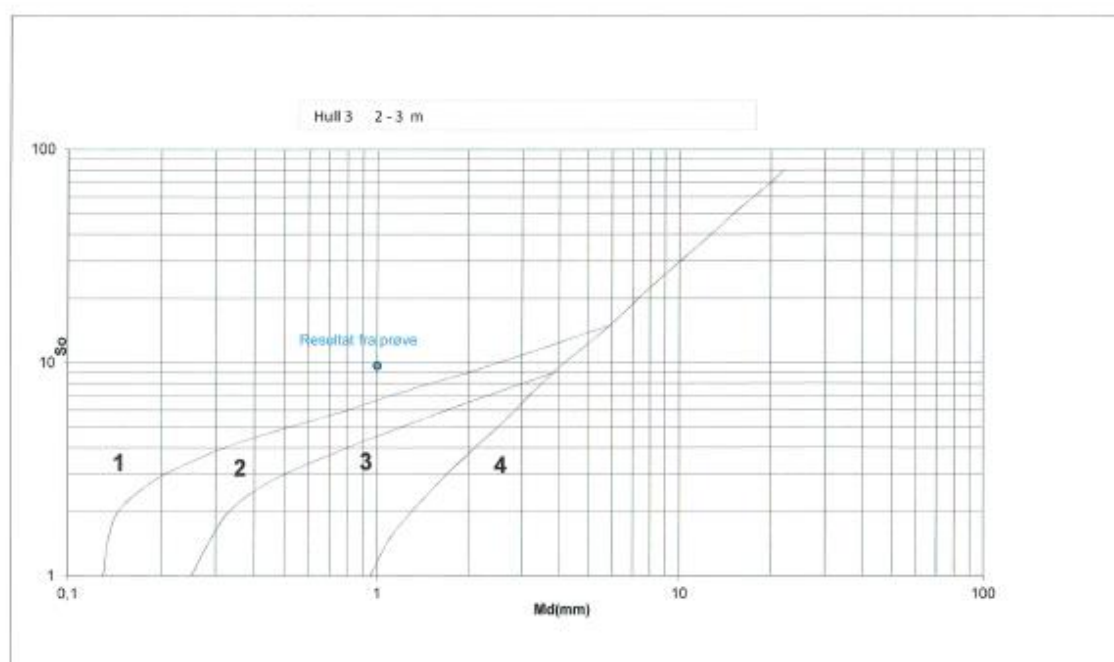
SAK: ASPLAN VIAK as
Adresse: Magnormoen

Prøvepunkt: Hull 3
2 - 3 m



sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert %	0	6,368461	9,790136	14,17741	26,7627	50,41698	82,41092	94,76876	98,4836998	100	100
passert vekt	0	84	129	187	353	665	1087	1250	1299	1319	1319
Dyp	D ₁₀	D ₅₀	D ₆₀	S ₀	Merknader						
	0,127	1	1,230	9,685							
											Dato: 27.12.2016
											Sign: <i>[Signature]</i>

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering.

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D₁₀ 0,127 D₅₀ 1,23 U 9,685 e 0,168 g(u) 2,054 E(u) 9740 k 1,6E-04

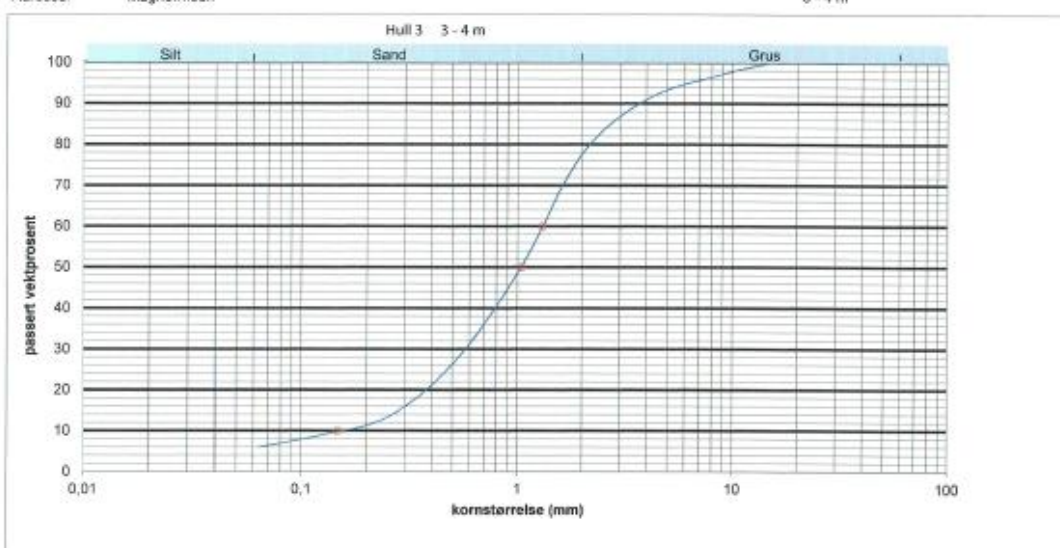
Permeabilitet- K verdi

13.6 m/døgn

Resultat fra prøve i Klasse 1

SAK: ASPLAN VIAK as
Adresse: Magnomoen

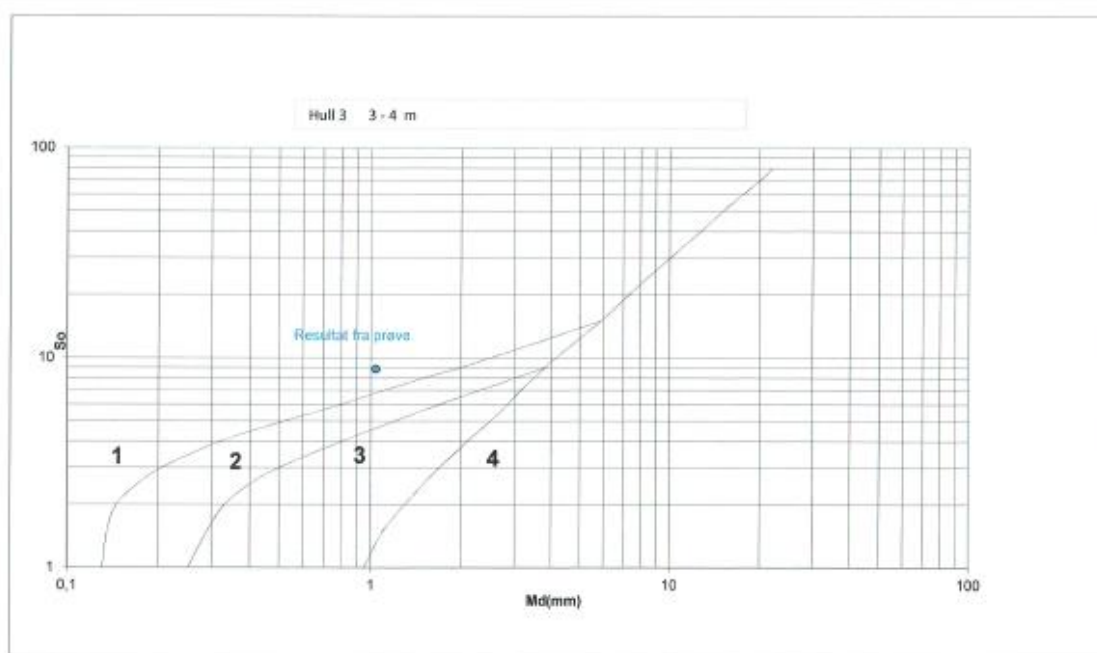
Prøvepunkt: Hull 3
3 - 4 m



sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert %	0	5,968029	8,994276	13,40965	26,24893	48,48733	77,59608	91,00572	96,4840556	100	100
passert vekt	0	73	110	164	321	593	949	1113	1180	1223	1223
Dyp	D10	D50	D90	S ₀	Merknader						
	0,147	1,04	1,300	8,844							

Dato: 27.12.2016
Sign: *[Signature]*

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering.

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10} D_{50} U e $g(u)$ $E(u)$ k Permeabilitet- K verdi

9,147

1,3

8,844

0,173

2,097

10269

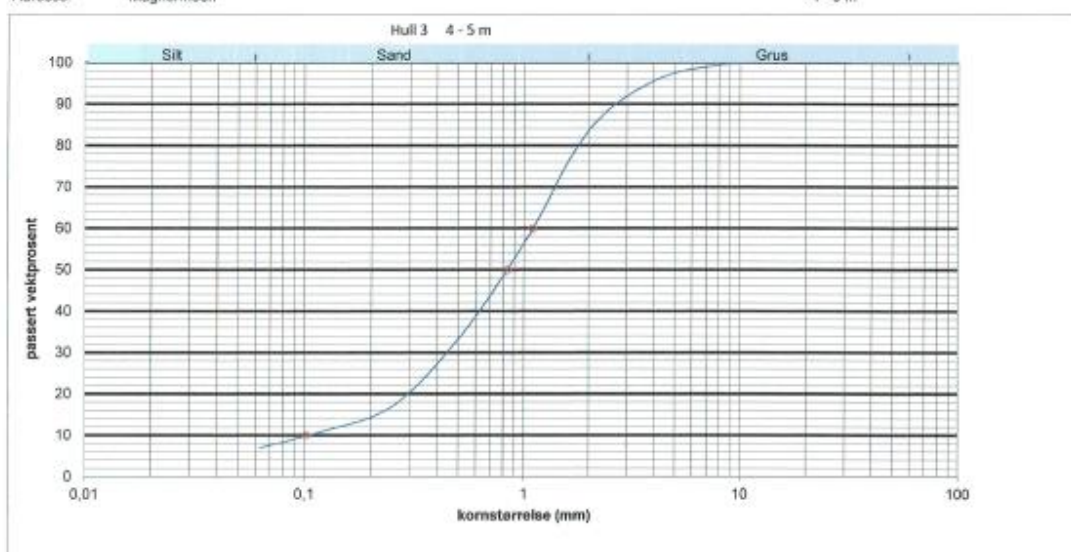
2,2E-04

19,2 m/døgn

Resultat fra prøve: Klasse 3

SAK: ASPLAN VIAK as
Adresse: Magnormoen

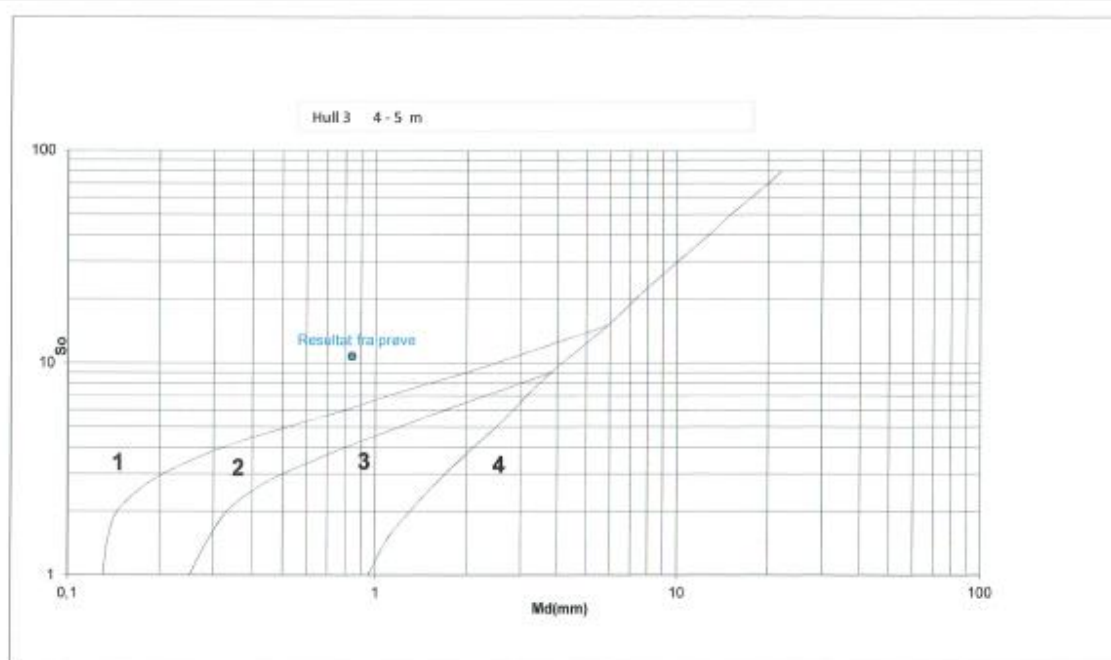
Prøvepunkt: Hull 3
4 - 5 m



sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert %	0	6,978967	11,18547	17,11281	33,174	56,40535	83,55641	95,60229	99,4263862	100	100
passert vekt	0	73	117	179	347	590	874	1000	1040	1046	1046
Dyp	D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	S ₀	Merknader						
	0,102	0,84	1,095	10,735							

Date: 27.12.2016
Sign:

Hydrogeologi og AvløpsRidgiving



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering.

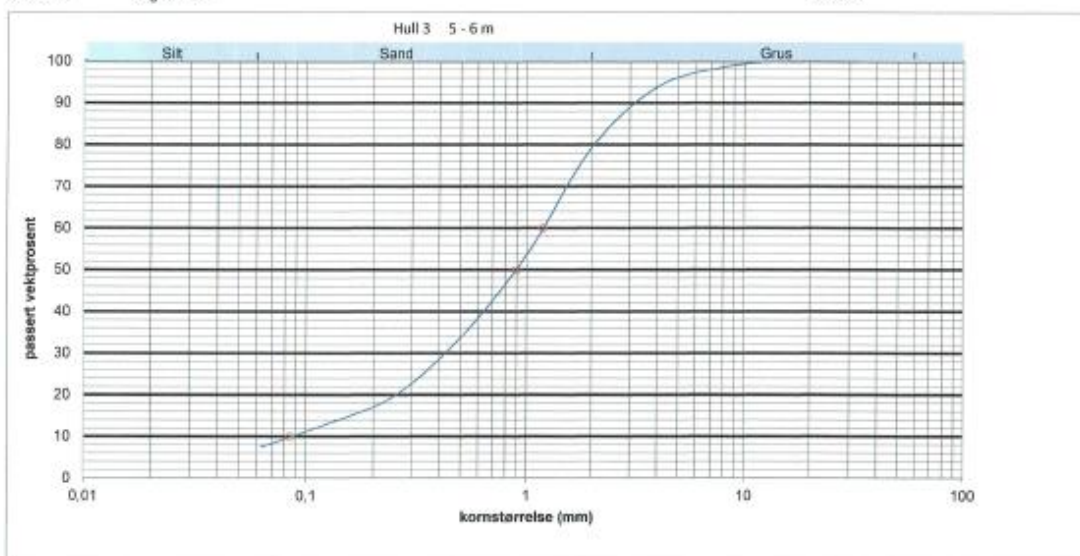
Hydrogeologi og AvløpsRidgiving

D ₁₀	D ₅₀	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,102	0,84	10,735	0,162	2,010	9,162	9,5E-06	8,2 m/døgn

Resultat fra prøve: Klasse 1

SAK: ASPLAN VIAK as
Adresse: Magnormoen

Prøvepunkt: Hull 3
5 - 6 m

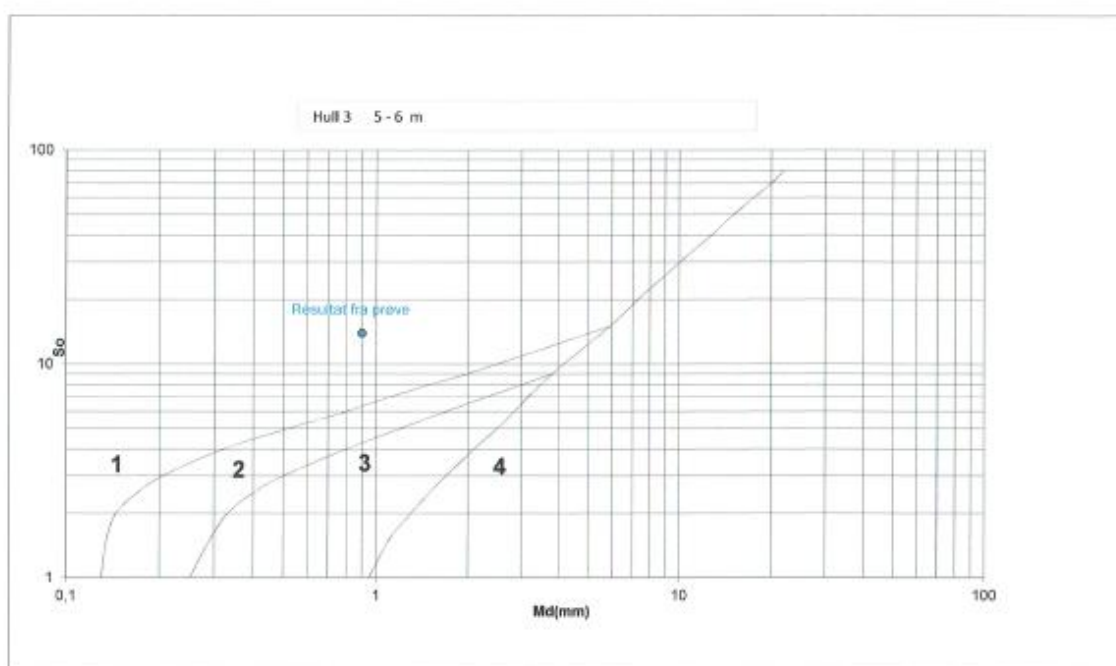


sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert %	0	7,49782	13,07759	19,79076	33,65301	53,53085	79,25022	93,80964	98,605067	100	100
passert vekt	0	86	150	227	386	614	909	1076	1131	1147	1147
Dyp	D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	S ₀	Merknader						
	0,085	0,9	1,185	13,941							

Dato: 27.12.2016

Sign:

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering.

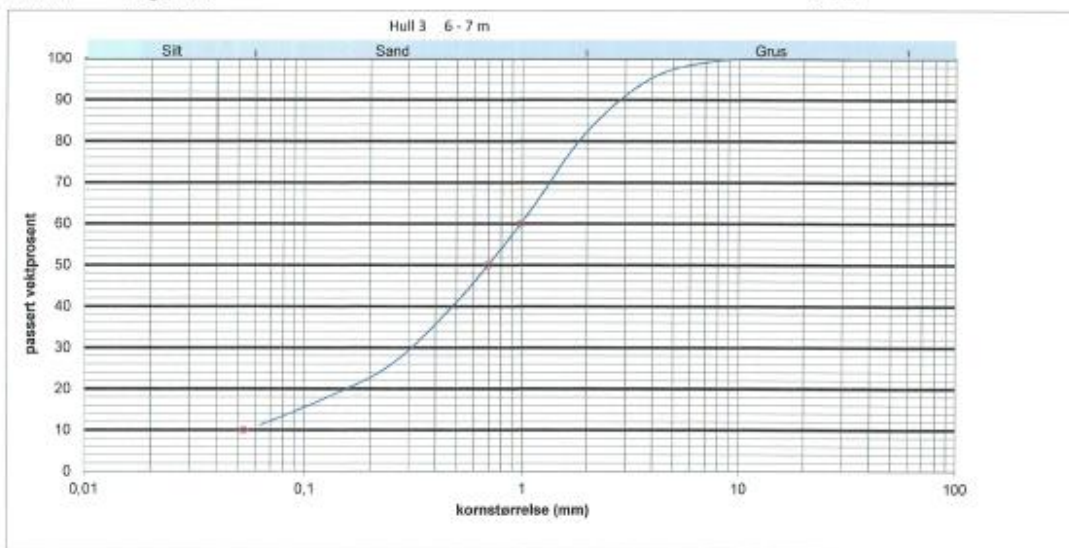
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D ₁₀	D ₅₀	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,085	1,185	13,941	0,148	1,914	7810	5,6E-05	4,9 m/døgn

Resultat fra prøve - Klasse 1

SAK: ASPLAN VIAK as
Adresse: Magnormoen

Prøvepunkt: Hull 3
6 - 7 m

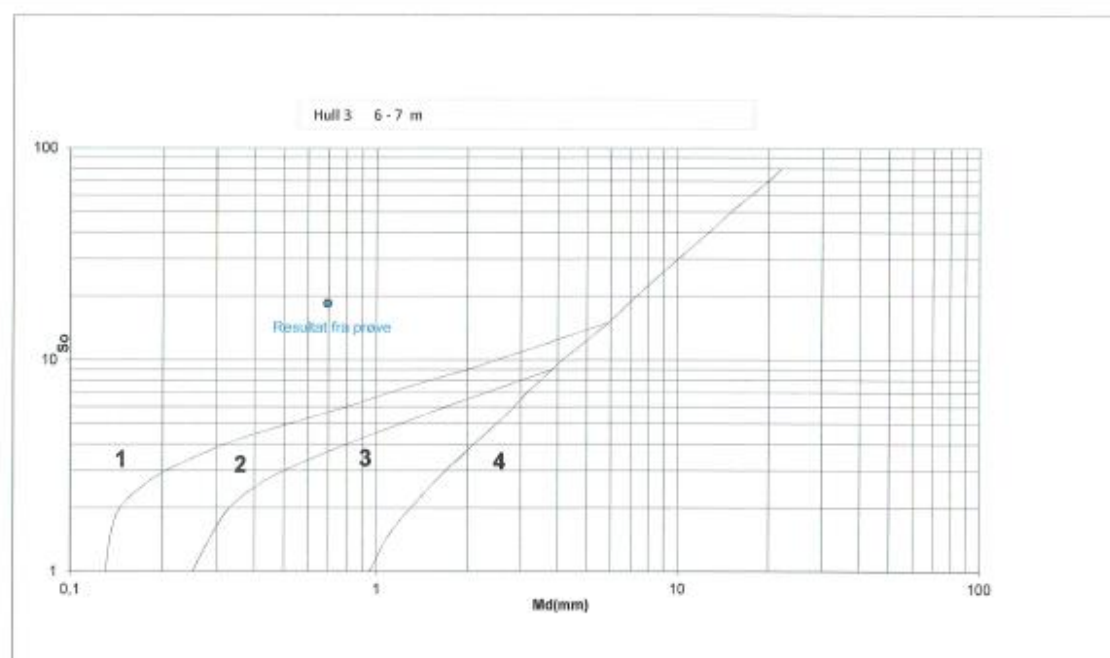


sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	11,2532	17,77494	25,95908	41,04859	60,61381	82,35204	95,39542	99,488491	100	100
passert vekt	0	88	139	203	321	474	544	745	778	782	782
Dyp	D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	S ₀	Merknader						
	0,053	0,695	0,980	18,491							

Dato: 28.12.2016

Sign:

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering.

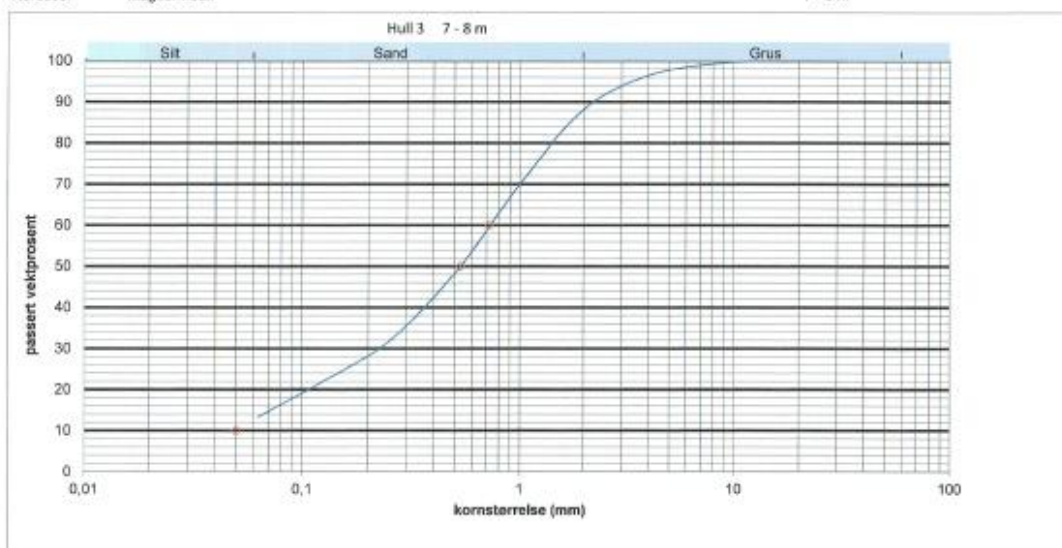
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D₁₀ 0,053 D₅₀ 0,695 U 18,481 e 0,135 g(u) 1,834 E(u) 6544 k 1,8E-06 Permeabilitet- K verdi 1,6 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

SAK: ASPLAN VIAK as
Adresse: Magnormoen

Prøvepunkt: Hull 3
7 - 8 m

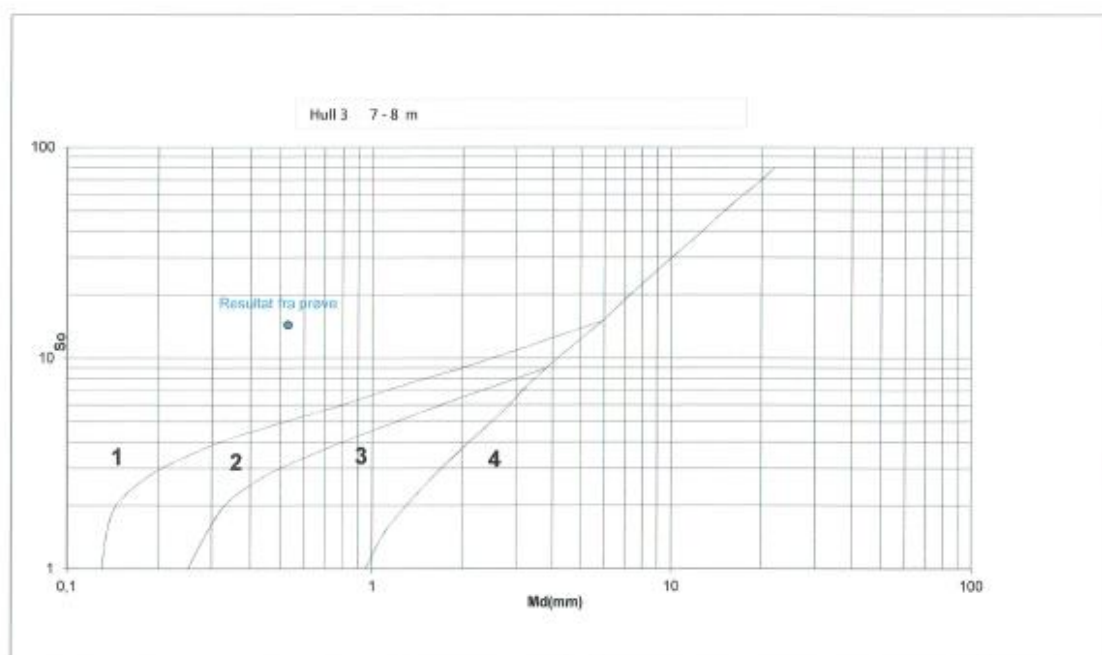


sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert %	0	13,3829	22,02602	31,87732	48,2342	69,98141	88,19703	96,4684	99,2585058	100	100
passert vekt	0	144	237	343	519	753	949	1036	1066	1076	1076
Dyp	D ₁₅	D ₅₀	D ₈₅	S ₆₀	Merknader						
	0,05	0,53	0,720	14,400							

Dato: 28.12.2016

Sign: *[Signature]*

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering.

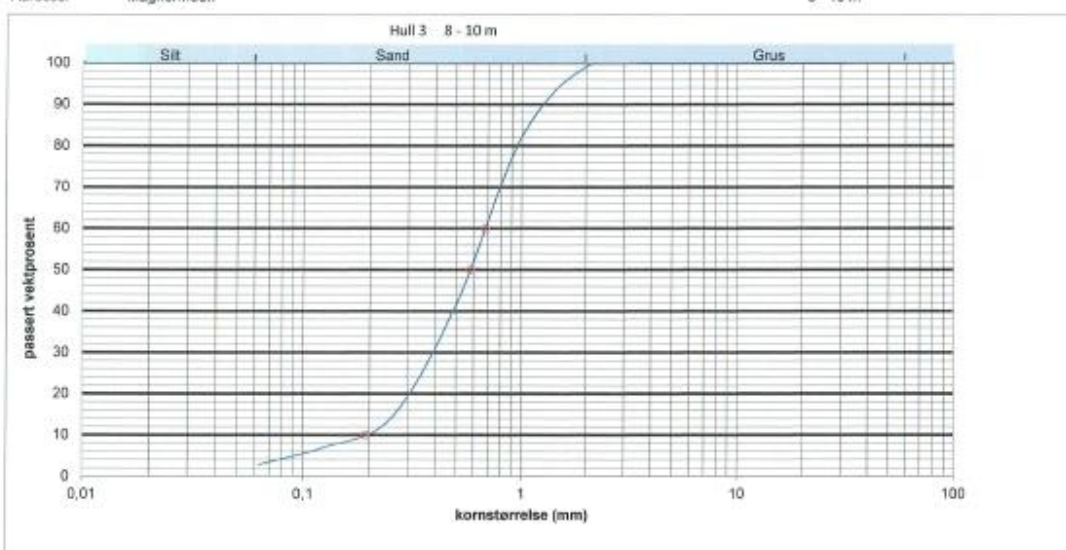
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D₁₅ 0,05 D₅₀ 0,72 U 14,400 e 0,146 g(u) 1,904 E(u) 7654 k 1,8E-05 Permeabilitets-K verdi 1,7 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

SAK: ASPLAN VIAK as
Adresse: Mognormoen

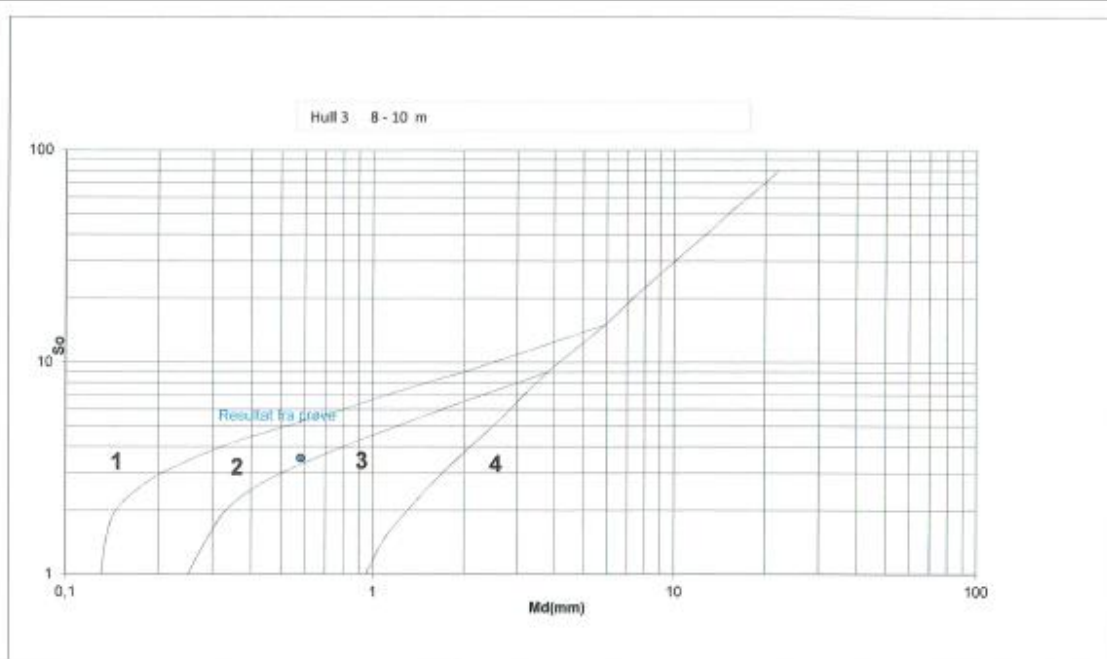
Prøvepunkt: Hull 3
8 - 10 m



sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	2,869757	7,064018	14,12804	41,5011	82,11921	99,117	100	100	100	100
passert vekt	0	13	32	64	168	372	449	453	453	453	453
Dyp	D10	D50	D80	S0	Merknader						
	0,192	0,58	0,680	3,542							

Dato: 28.12.2016
Sign: *[Signature]*

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering.

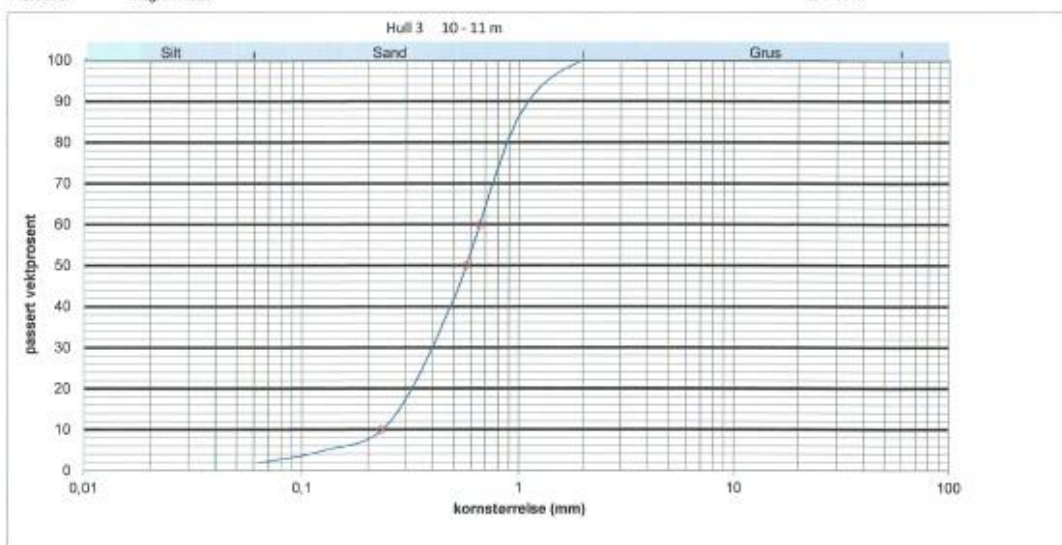
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{50}	U	e	$g(u)$	$E(u)$	k	Permeabilitet- K verdi
0,192	0,58	3,542	0,247	2,805	15864	5,8E-04	49,9 m/døgn

Resultat fra prøve - Klasse 2

SAK: ASPLAN VIAK as
Adresse: Magnomoen

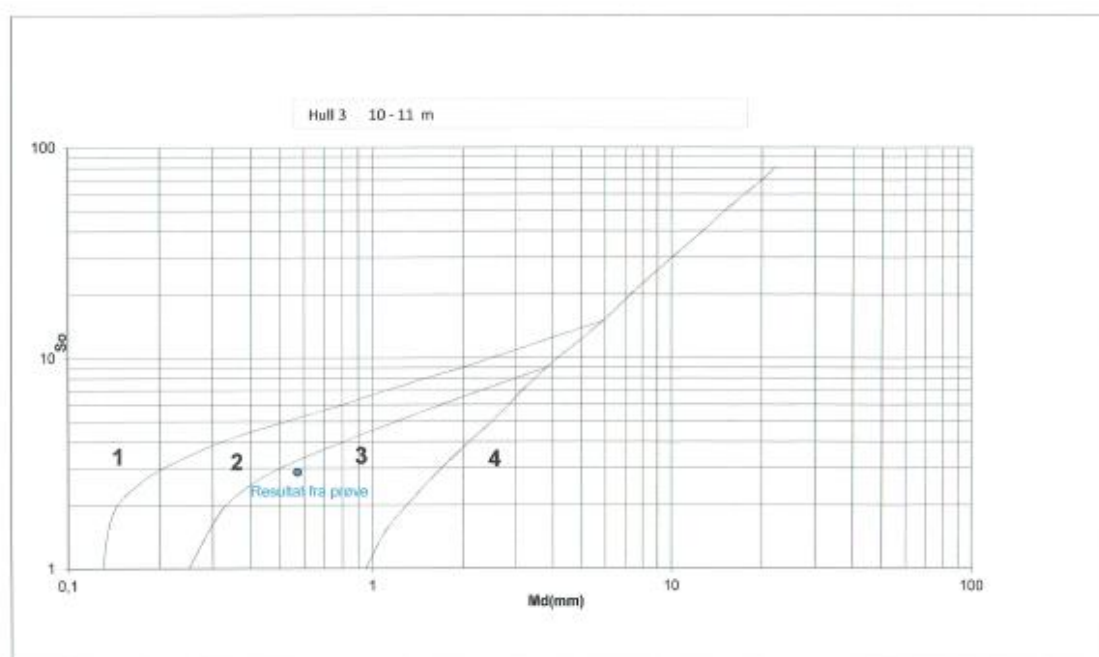
Prøvepunkt: Hull 3
10 - 11 m



Dato: 28.12.2016

Sign: *[Signature]*

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering.

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{15}	D_{50}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,23	0,56	2,870	0,269	3,080	16467	8,7E-04	75,3 m/døgn

Resultat fra prøve i Klasse 3