

Oppdragsgiver: **Byggfirma Kjell Høyland AS**

Oppdragsnr.: **52103762** Dokumentnr.: **52103762-RIG-N01-J03**

Til: Byggfirma Kjell Høyland

Fra: Norconsult AS v/Stephanie L. Gjelseth

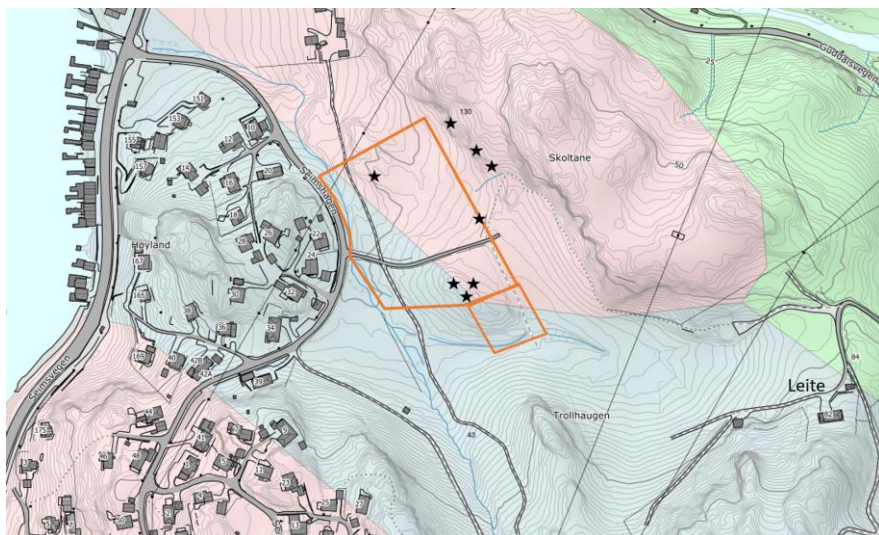
Dato 2022-03-17

► Utredning områdeskred på Stølen bustadområde

1 Innledning

Norconsult AS er engasjert av Byggfirma Kjell Høyland AS for vurdere fare for områdeskred i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan på Stølen bustadområde, øst for Seimshagen i Kvinnherad kommune. Plassering av det aktuelle området vises i Figur 1 med oransje markering over løsmassekartet fra NGU.no i bakgrunnen. Vurderingene er utført i henhold til NVEs veileder nr. 1/2019.

Denne rapporten gir innspill til ROS analysen og oppsummerer vurderinger og konklusjoner med tanke på områdeskredfare.



Figur 1 Utsnitt fra løsmassekartet fra NGU.no. Rosa er berg i dagen og grå/blå er hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen. Grunnlendte områder/hyppige fjellblotninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men det kan helt lokalt være noe større. Det er ikke skilt mellom hav-, fjord- og strandavsetning. Det kan være fra leir til blokk. Svarte stjerner observasjon berg i dagen.

2 Områdeskredfare

NVEs veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» angir en stegvis prosedyre for hvordan utrede fare for områdeskred.

Prosedyren kan grovt sett deles i to hoveddeler; Del 1 (aktsomhetsområde), som omfatter steg 1-3, for innledende vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområder for områdeskredfare, og del 2 (utredning av faresoner), som omfatter steg 4-11, for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon. Steg 4-11, med tilhørende kvalitetssikring, krever geoteknisk kompetanse iht. kap. 3.1 i veilederen. Steg 5-11 er utdypet i kap. 4 Soneutredning.

Sikker byggegrunn (pbl § 28-1) mht. fare for områdeskred, avklares gjennom prosedyren og dokumenteres iht. det steget hvor avklaringen skjer.

Grunnlag

Styrende dokumenter

Følgende dokumenter er vurdert å være styrende for den geotekniske vurderingen:

- Plan og bygningsloven (PBL), derav Byggteknisk forskrift (TEK 17). Direktoratet for byggkvalitet.
- Sikkerhet mot kvikkleireskred, veileder 1/2019. Norges vassdrags- og energidirektorat.

TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK17 § 7.2 og § 7.3, skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Tiltakskategorier med tilhørende krav til utredning og sikkerhet i veiledningen til § 7-3 i TEK 17 for temaet kvikkleire, er omtalt og nærmere utdypet i NVEs veileder 1/2019. Ved å ivareta krav til utredning i NVEs veileder ventes krav i TEK17 mht. områdestabilitet å være oppfylt.

Prosedyre for utredning av områdeskred

Steg 1 – Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner i området)

Det er ikke registrerte faresoner i området, nærmeste faresone er på Halsnøy.

Steg 2 – Avgrens områder med mulig marin leire

Veilederen angir at områdeskred kan oppstå i områder med sammenhengende marin leire. Ved påvist berg i dagen eller grunt til berg (< 2 m), er det ikke fare for at det vil utløses områdeskred.

Det planlagte tiltak ligger under marin grense, innenfor områder med mulig marin leire og ligger nedenfor områder med mulig marin leire og det er ikke berg i dagen i planområdet. Det må dermed gjennomføres videre utredning iht. prosedyren.

Mulig marin leire vil kunne påvises eller utelukkes med geotekniske grunnundersøkelser. Undersøkelsene skal avsluttes i berg/ faste masser over berg.

Steg 3 – Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Planområdet skal ikke inngå i løснеområde eller i utløpsområde for et skred. Veilederen angir terrengkriterier. Dersom ikke disse oppfylles skal det påvises at det ikke er kvikkleire i grunnen ellers gjelder det videre utredning ifølge steg 4-11.

- a) Terreng som kan inngå i løснеområdet for et skred
- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, eller
 - Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter

Aktsomhetsområder ligger innenfor 20 x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning (ravinebunn, bunn av elv eller marbakke i sjø (inntil 25 m.u.h.)).

- b) Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred
- 3 x lengden til løснеområdets lengde. Løснеområdet er enten en eksisterende faresone (steg 1) eller et aktsomhetsområde (steg 3a), eller
 - Utløpssone som allerede er kartlagt

Disse terrengkriteriene indikerer at også terreng som er tilnærmet flatt kan være utsatt for områdeskred. Derfor er det også nødvendig å vurdere hele området, inkludert skråninger der skred kan starte i eller utenfor eiendommen eller plangrensen.

I dette tilfellet har planområdet helning på ca. 1:8 og har en høydeforskjell over 5 meter. Lengst i nord-vest er kotehøyden +19 og stiger opp til bergtopp i sør-øst på kote +36, noe som gir 17 meter høydeforskjell.

Det planlagte tiltak ligger dermed i et terreng som er innenfor et aktsomhetsområde, det må utredes videre av geotekniker iht. prosedyrens punkt 4-11.

Steg 4 – Bestem tiltakskategori

I dette tilfellet planlegges det bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter og tiltaket vurderes å ligge i tiltakskategori K4 - Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold.

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, midtdele)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre masseflyttinger
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

Figur 2 Utsnitt Tabell 3.2 fra veileder 1/2019: Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

Steg 5 – Gjennomgang av grunnlag

NGUs løsmassekart, vist i Figur 1, viser berg i dagen (rosa) og hav- og fjordavsetning og strandavsetning (grå/blå), usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen. Grunnlendte områder/hyppige fjellblotninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men det kan helt lokalt være noe større. Det er ikke skilt mellom hav-, fjord- og strandavsetning. Det kan være fra leir til blokk.

Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon på hva et øvre lag i jordprofilen består av. For å få kunnskap om grunnen sine egenskaper i dybden er det nødvendig med geotekniske grunnundersøkelser.

Det er etter det Norconsult er kjent, ikke tidligere utført grunnundersøkelser som utelukker underliggende sprøbruddmateriale. NADAG (Nasjonal database for grunnundersøkelser) angir ikke grunnundersøkelser i nærområdet. Oppdragsgiver kjenner ikke til tidligere utførte grunnundersøkelser.

Det planlagt tiltak ligger innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde, det utredes videre iht. denne prosedyren

Steg 6 – Befaring

Det ble utført befaring av geotekniker 30. april 2021 for å få oversikt over topografi, erosjon, berg i dagen, tidligere inngrep og annet som kan ha betydning for avgrensning av løsneområdet. Det ble observert berg i dagen, se svarte stjerner i Figur 1.

Lengst sør i planområdet går det en bekk som kommer fra bakkene i øst. Bakkene i øst er sannsynligvis drenert ca. i 2018 (kilde historiske bilder fra 2018).

Bekken sør i planområdet er erosjonsutsatt, vann renner i sand og silt. Bekken vasker ut finstoff, utsatt ved mye nedbør, se Figur 5 og Figur 6. Dette er formidlet til VA for reguleringsplanen.

Det ble utført prøvegraving 23. juni 2021 med geotekniker, se kapittel 3.7.

Planlagt tiltak ligger innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde og utredes videre til steg 7.



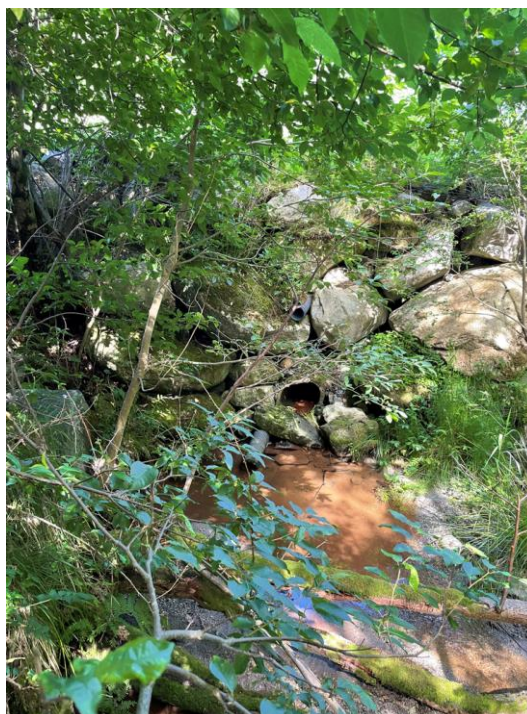
Figur 3 Historisk bilde fra 2018, <https://kart.finn.no/>



Figur 4 Historisk bilde fra 2020, <https://kart.finn.no/>



Figur 5 Bekkeløpet



Figur 6 Utløp bekk, sør i planområdet

Steg 7 – Gjennomfør grunnundersøkelser

23. juni 2021 ble det utført prøvegraving med geotekniker i 3 posisjoner P01, P02 og P03. Det ble supplert med grunnundersøkelser med geoteknisk borerigg 19. august 2021.

Det ble utført 3 totalsonderinger, samt 1 prøveserie i hull 2. Se Figur 8 i Vedlegg 1 for situasjonsplan over utførte grunnundersøkelser.

Det ble utført en supplerende prøvegraving 11. mars 2022, etter revisjon av planen. Posisjon i vestre hjørnet på huset på Tomt 12, se Figur 7. Det var faste og grove masser, antatt overliggende berg.

Prøvegraving, se Figur 10 - Figur 12

Prøvegrop 1 antatt sandig silt ned til 3,5 meter. Berg ikke påtruffet, det er supplert med totalsondering.

Prøvegrop 2 viser fast sandig grusig steinig jordmateriale 3 meter, antatt berg påtruffet ved 3 meter.

Prøvegrop 3 viser silt, sand og sjikt med leire/silt, antatt berg 2,85 meter.

Påbegynt prøvegrop i posisjon 02. Det ble gravd ca. 1,5 meter i torv. Prøvegraving ble avsluttet i silt/leire, det er supplert med totalsondering.

Geoteknisk borerigg, se totalsonderinger i Figur 9

I posisjon 1 viser resultatene relativt faste masser over morene i 5 meters dybde. Sondering viser ikke misstanke om sprøbruddmateriale.

I posisjon 2 viser resultatene svært lav motstand fra 0 til 5 meter. Prøvegraving viser torv i det øvre laget på ca. 1,5 meter. Det er tatt opp naverprøver fra 2,5-4,5 meter, se bilder av prøvene i Figur 13 og Figur 14. Laboratorieundersøkelsene viser kvikk leirig silt. Det er kun tatt opp poseprøve. Det er usikker mektighet av laget som viser sprøbruddegenskapet (kvikk).

Det legges til grunn at jordarter med sprøbruddegenskaper er definert ved å ha omrørt skjærfasthet, $c_{u,r} \leq 1,27$ kPa iht. ISO 17892-6:2017 (2), det vil si $c_{u,r} \leq 2$ kPa iht. NS8015 (kilde: veileder nr. 1/2019).

Resultat fra laboratoriet viser $c_{u,r} = 1,3$ kPa, altså marginal omrørt skjærstyrke med tanke på ovennevnte kriteria.

Steg 8 – Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Aktuelle skredmekanismer i sprøbruddmateriale er bl.a. avhengig av terrengforhold, sprøbruddmaterialets beliggenhet og leiras omrørte fasthet.

Planområdet lengst øst og der det er berg i dagen er det ikke fare for områdeskredfare. Faren begrenses til området lengst vest i planområdet er det registrert et begrenset lag med sprøbruddegenskaper (kvikk leirig silt).

Sannsynlig skredmekanisme vurderes å være rotasjonsskred eller flakskred lengst vest i planområdet i henhold til prosedyre presentert i Figur 4-3 i veilederen (Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme).

Dog må det utføres videre utredning for å kunne nøyaktig definere overgang mellom sikre og ikke sikre områder. I tillegg vil det måtte utføres stabilitetsberegninger for å kunne videre avgrense kvikkleire i grunn og løsne-/avløpsområdet i henhold til krav i veilederen.

4 Konklusjon

Reguleringsplan versjon D datert 23.02.2022 har med innspill fra geotekniker om tilpassing av reguleringsplan til grunnforholdene. Grensen med «berg i dagen» er markert med blå strek. Berg i dagen er vist tegning V101 Utførte grunnundersøkelser. På Østsiden av den blå streken er det berg i dagen eller grunt til berg. Plassering av hus og vei er tilpasset lokale forhold.

Med grunnlag vi har i dag vil det være mulig å «friskmelde» området vest for blå strek for K0 og K1 så lenge tiltaket ikke forverrer områdestabiliteten negativt. Denne delen av planen er begrenset til K0 og K1 tiltak.

Utredning av faresone er stoppet ved steg 8. Dette er tilstrekkelig for planlagte tiltak/plan. Kartlagt kvikkleire er ikke meldt inn til NADAG eller NVE (steg 11). Det kan utføres supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge omfang kvikkleire.

I forutsetningene er det viktig at det ikke skal mellomlagres masser der det ikke er påvist faste masser eller berg. Områdestabiliteten skal ikke forverres på noen måte. Det står mer om dette i vedlegg 2 i kvikkleireveiledningen 1/2019.



Figur 7 Utsnitt reguleringsplan versjon D datert 23.02.2022. Blå strek illustrer berg eller grunt til berg. Streken er en "hjelpetek" for å plassere husene på fast grunn. Det ble supplert med en enkel prøvegraving 11. mars 2022 (rødt kryss) for å vurdere grunnforhold. Det var faste masser og sannsynlig grunt til berg.

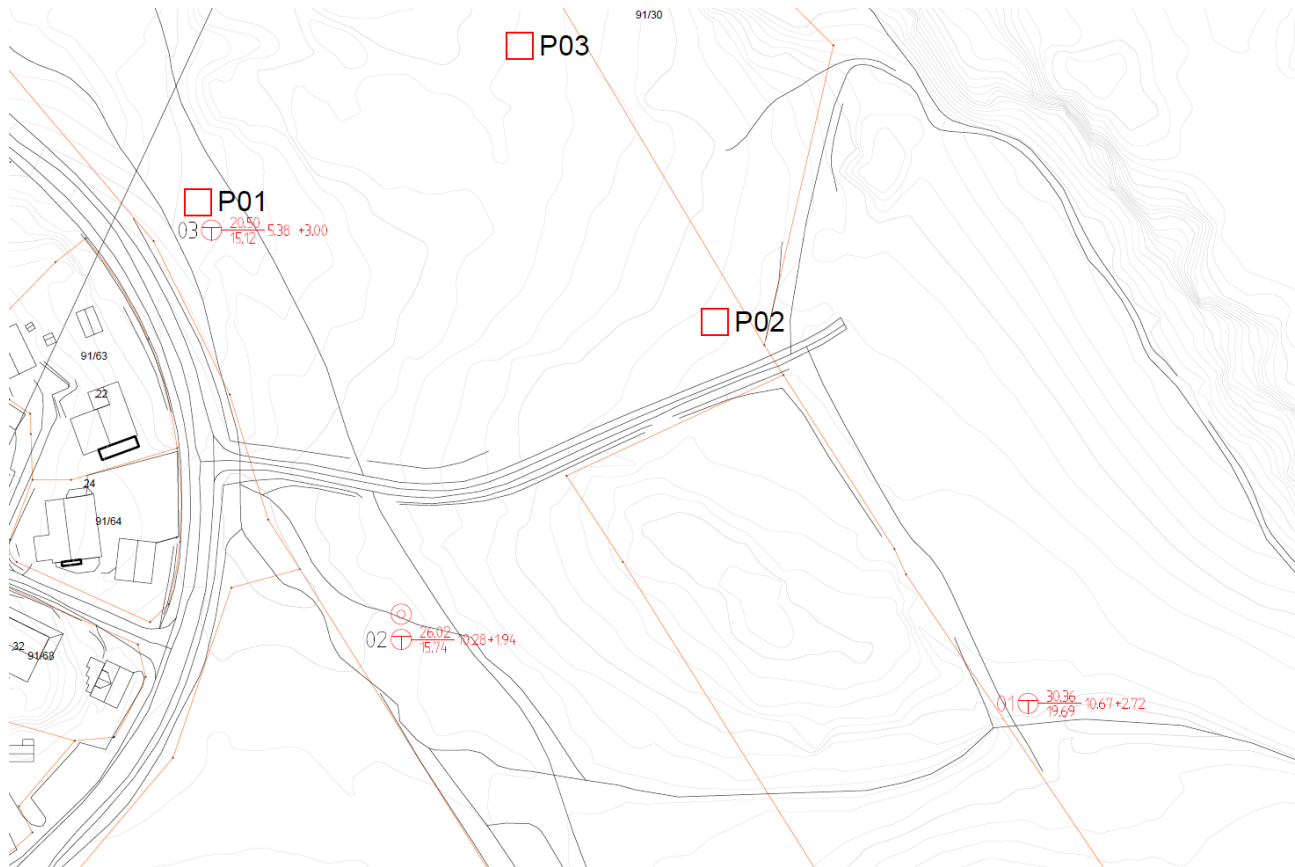
Oppdragsgiver: **Byggfirma Kjell Høyland AS**

Oppdragsnr.: **52103762** Dokumentnr.: **52103762-RIG-N01-J03**

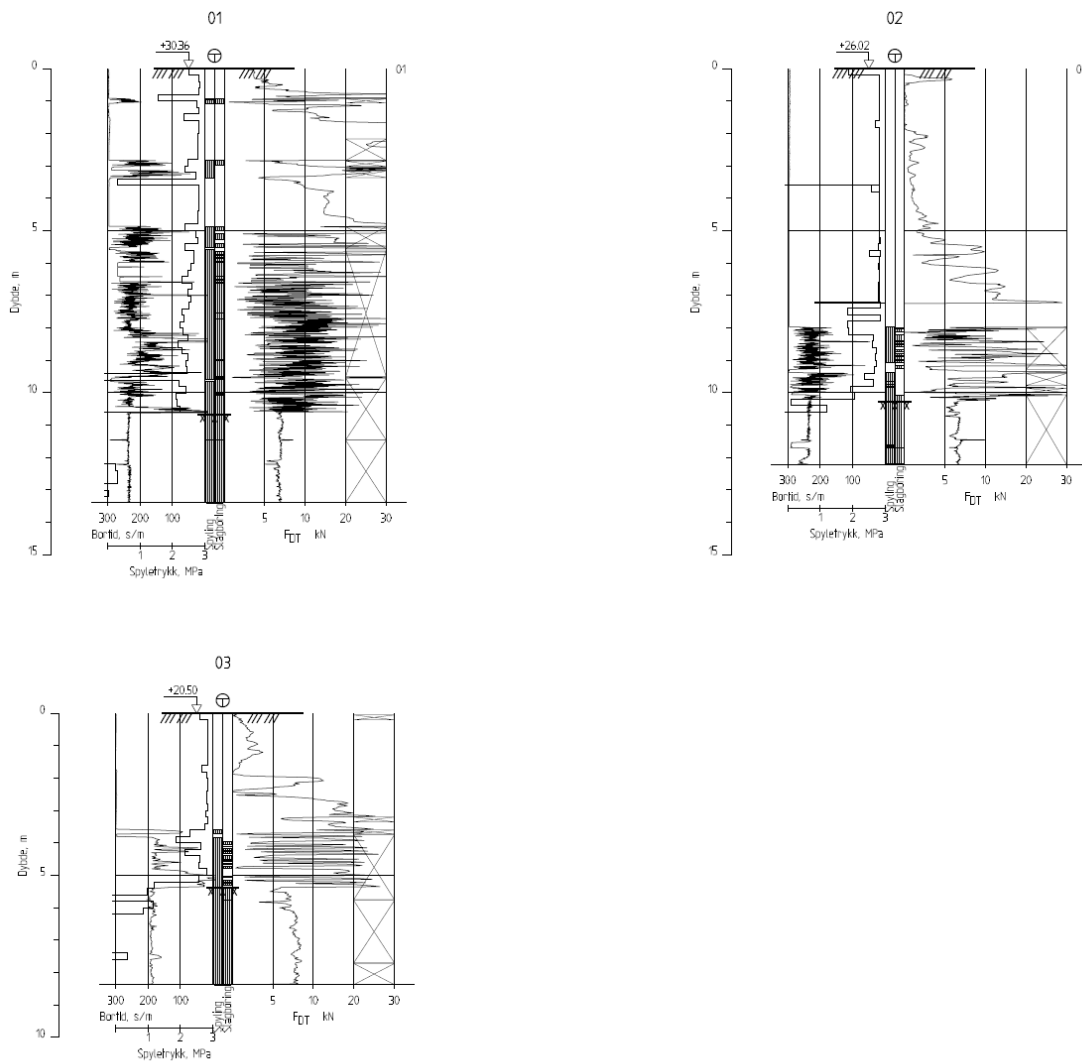
J03	2022-03-17	For bruk - iht revidert plan, supplerende befaring/prøvegraving 11.03.2022 og oppsummert konklusjon	Stephanie L. Gjelseth	Keren Schwartz	Stephanie L. Gjelseth
J02	2021-09-14	For bruk - supplert med geotekniske grunnundersøkelser	Stephanie L. Gjelseth	Keren Schwartz	Stephanie L. Gjelseth
J01	2021-05-04	For bruk	Stephanie L. Gjelseth	Keren Schwartz	Stephanie L. Gjelseth
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Vedlegg 1 – Grunnundersøkelser



Figur 8 Utsnitt Situasjonsplan V101, anvisning av utførte grunnundersøkelser



Figur 9 Totalsonderinger



Figur 10 Prøvegrop 1



Figur 11 Prøvegrop 2



Figur 12 Prøvegrop 3

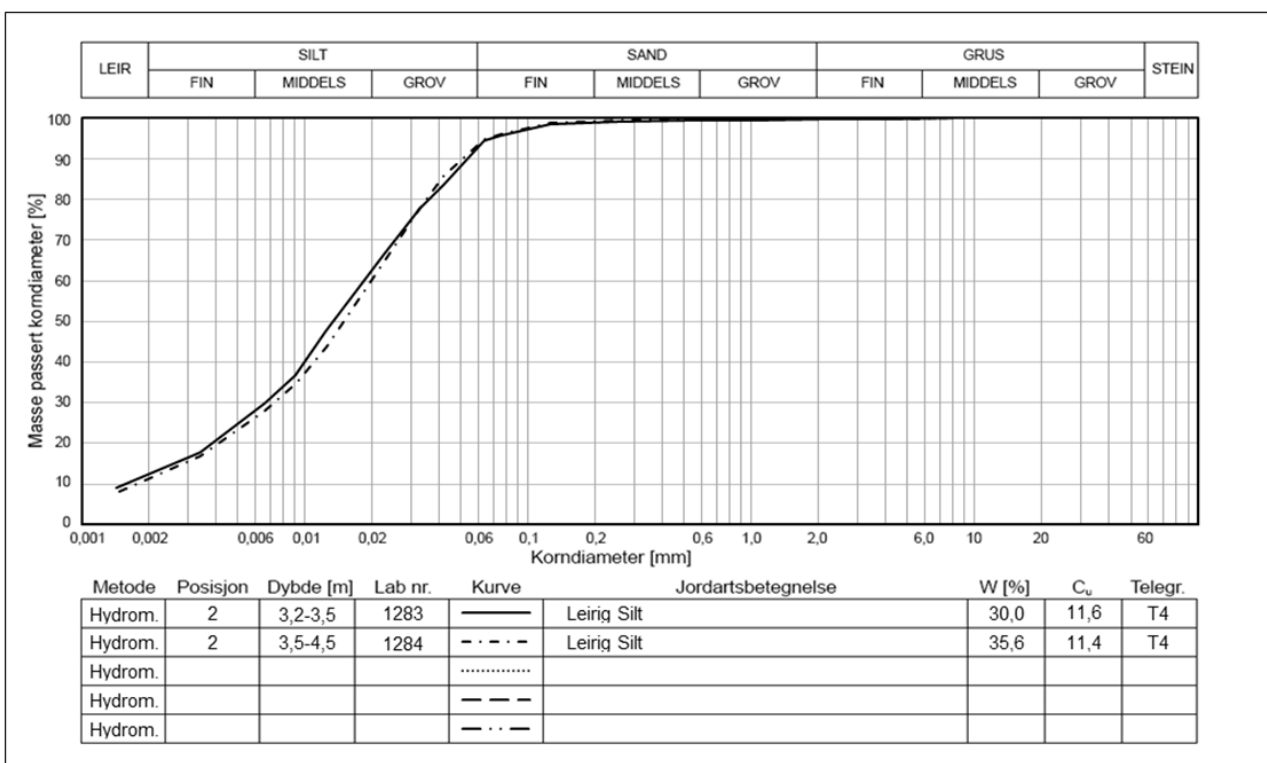


Figur 13 Naverprøve posisjon 2 fra 2,5-3,5 m



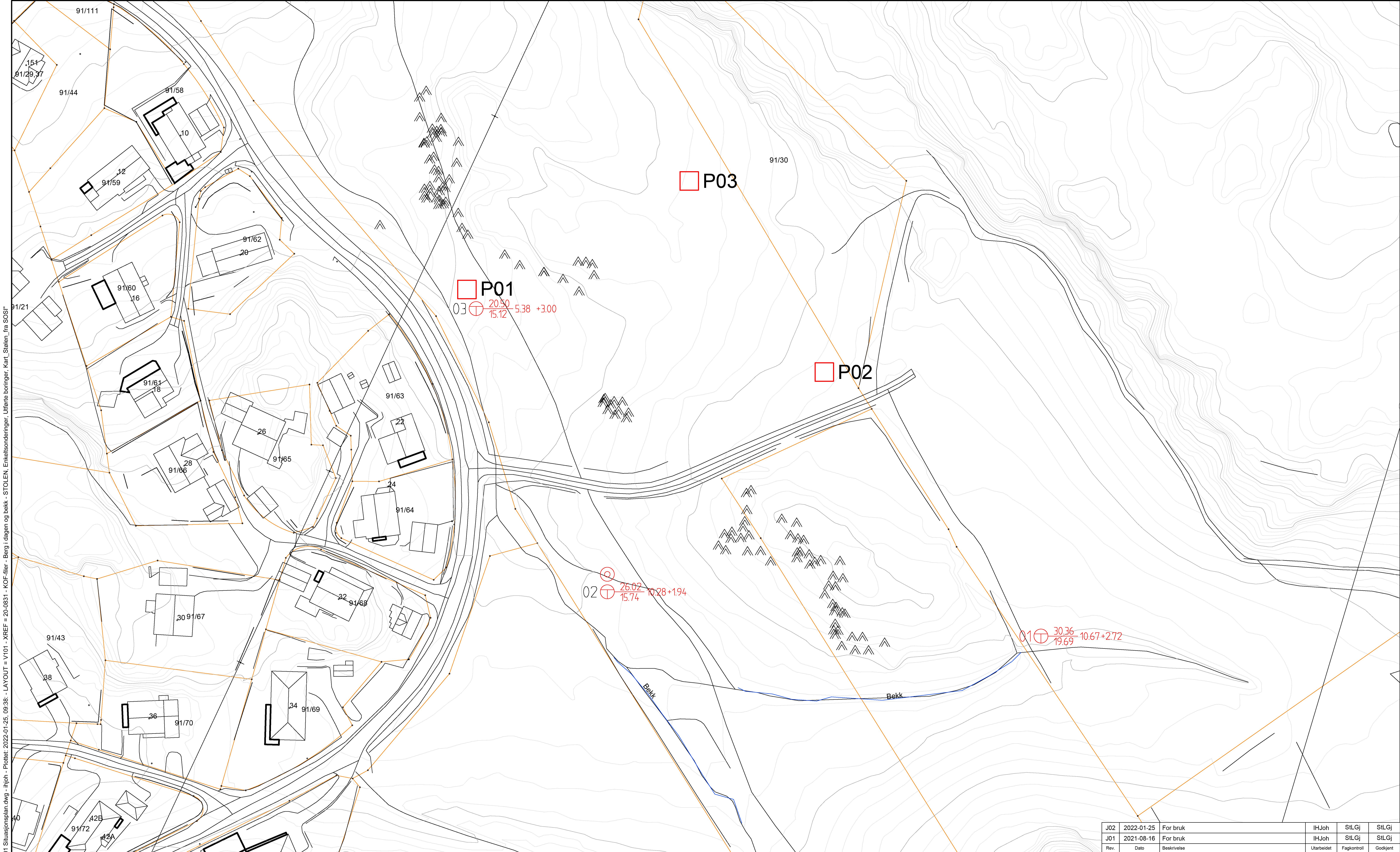
Figur 14 Naverprøve posisjon 2 fra 3,5-4,5

Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	GI [%]	C _{urfc} [kPa]
2	P	2,5-3,2	Leirig silt, spor av organisk materiale				
2	P	3,2-3,5	Leirig Silt				
2	P	3,5-3,8	Leirig silt				4,2
2	P	3,8-4,5	Leirig Silt, Sprøbrudd	35,6	T4	1,0	1,3



Figur 15 Resultat laboratorieundersøkelser

C:\Users\ihjoh\appdata\local\temp\AcPublish_21556\W101 Situasjonsplan.dwg - ihjoh - Plottet: 2022-01-25 09:38 - LAYOUT = V101 - XREF = 20-0831 - KOF-filer - Berg i dagen og bekk - STOLEN, Enkeltsonderinger, Utførte boringer, Kart, Stølen, fra SOSI



FORKLARINGER

- Totalsondering
- Prøvegrop
- Prøveserie
- Berg i dagen
- Terrengekote
- Bergkote
- Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

Kartdatum: EUREF 89/UTM sone 32

Høydereferansesystem: NN2000



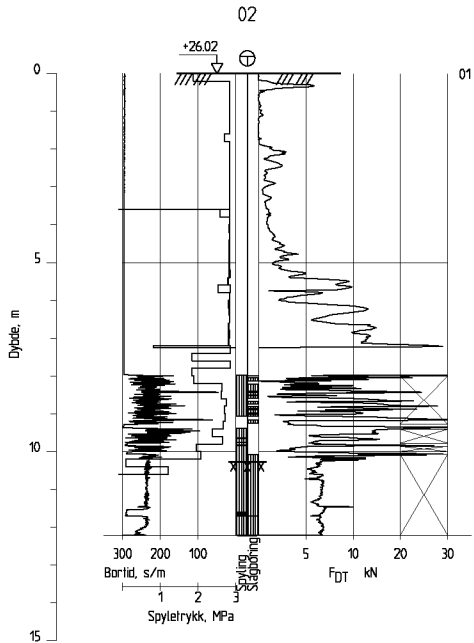
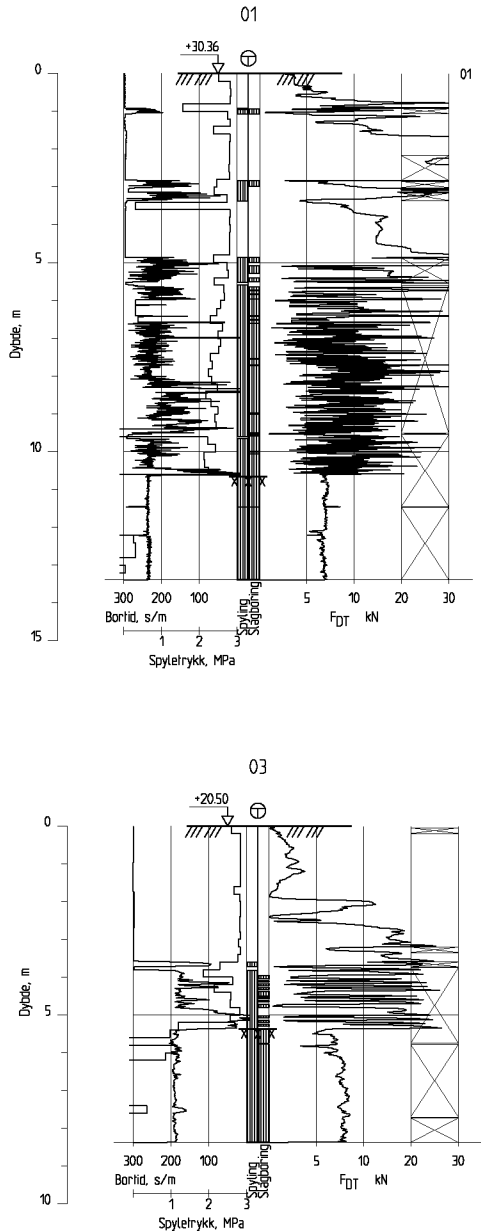
J02	2022-01-25	For bruk	IHJoh	SILGj	SILGj
J01	2021-08-16	For bruk	IHJoh	SILGj	SILGj
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Byggfirma Kjell Høyland AS	Målestokk (gjelder A1)
	1:500

Stølen bustadområde
Grunnundersøkelser
Utførte boringer
Situasjonsplan

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	52103762	V101	J02



J01	2021-08-31	For bruk	I.H.Joh	St.L.Gj	St.L.Gj
Rev	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
Byggfirma Kjell Høyland AS				Målestokk (gjelder A1) 1:200	
Stølen bustadområde Grunnundersøkelser					
Enkeltsonderinger					
Norconsult 		Oppdragsnummer 52103762	Tegningsnummer V201		Revisjon J01