

Notat 01

Boligfelt; Stadskleivvegen 72, Bø – Bø i Telemark kommune Geoteknikk – beskrivelse av grunnforhold, fundamentering og stabilitet

Til: Einar Forberg, Forberg Boligutvikling AS

Fra: Magnus Nilssen, GEO Konsult AS

Kopi:

Dato: 19-11-2019

Rev.:

GEO Konsult AS – Tennisveien 23D, 0777 Oslo – Mobil: 90184211 – Epost: post@geokonsult.no

1. Innledning og grunnlag

Vi har blitt kontaktet av Forberg Boligutvikling AS i forbindelse med utbygging av et boligfelt på Stadskleivvegen 72 i Bø i Telemark kommune. Eiendommen har G.nr. / B.nr. – 57 / 1 i Bø i Telemark kommune. Eiendommen er i dag bebygd med en gård, og består i hovedsak av et stort skogs- og jordbruksområde. Ønsket er å benytte skogsområdet like nord og sør for eksisterende gård til boligutbygging, og da skille ut flere eiendommer fra tomten. Områdene som ønskes bebygd består i hovedsak av fjell i dagen med et tynt lag med jord og torv, samt en del trær. Detaljene for hvilke typer boliger som skal bebygges på eiendommen er ikke fremlagt, men utgangspunktet i dette Notat 01 er at boligene skal bygges i 2-3 etasjer inkl. en sokkel-/ kjelleretasje. Terrenget på eiendommen faller av fra vest mot øst med en generell helning på ca. 1:4 tatt ut fra kart med koter. Området omkring er lettere bebygd med gårder, samt noen ene- og tomannsboliger, og består i all hovedsak av store skogs- og landbruksområder.

GEO Konsult AS har blitt engasjert til å gi en geoteknisk vurdering på prosjektet. Oppdraget utføres og reguleres i henhold til NS8402 – Rådgivning etter medgått tid. Dette innebærer at vi skal vurdere grunnforholdene på eiendommen og å foreslå fundamenteringsmetode på prosjektet. Vi skal også foreta en vurdering av stabiliteten til utbyggingen både i byggefasen og i permanent situasjon.

GEO Konsult AS har laget dette Notat 01 på generelt grunnlag, med bakgrunn i vår erfaring fra tilsvarende eiendommer, og med bakgrunn i de dokumenter vi har fått tilsendt fra vår oppdragsgiver. Dette Notat 01 er videre utarbeidet på bakgrunn av den erfaring vi besitter og de retningslinjer som foreligger for prosjektering av geotekniske konstruksjoner.

A. Dokumenter

Vi har mottatt følgende dokumenter fra vår oppdragsgiver, som også er et grunnlag for våre vurderinger og anbefalinger for fundamenteringen av boligfeltet, og vår vurdering av setninger, drenering og stabilitet.

- Situasjonsplan for tiltaket.
- Illustrasjonstegninger av tiltaket.
- Bilder fra eiendommen.

B. Kontroll

GEO Konsult AS vil foreta kontroll av utsprengt og/eller utgravd byggegrøp dersom ønskelig. Det er ikke et krav da vi ikke er PRO geoteknikk ansvarlig på prosjektet, men vil anbefale at vi eller annen PRO geoteknikk ansvarlig foretar kontroll for å vurdere om grunnforhold er forutsatte.

2. Grunnforhold

Boligfeltet skal oppføres på en eiendom som i dag er bebygd med en gård, og består i hovedsak av et stort skogs- og jordbruksområde. Ønsket er å benytte skogsområdet like nord og sør for eksisterende gård til boligutbygging, og da skille ut flere eiendommer fra tomten. Områdene som ønskes bebygd består i hovedsak av fjell i dagen med et tynt lag med jord og torv, samt en del trær. Detaljene for hvilke typer boliger som skal bebygges på eiendommen er ikke fremlagt, men utgangspunktet i dette Notat 01 er at boligene skal bygges i 2-3 etasjer inkl. en sokkel-/ kjelleretasje. Terrenget på eiendommen faller av fra vest mot øst med en generell helning på ca. 1:4 tatt ut fra kart med koter. Området omkring er lettere bebygd med gårder, samt noen ene- og tomannsboliger, og består i all hovedsak av store skogs- og landbruksområder.

A. NGU kartblad

Vi har i forbindelse med utarbeidelsen av dette Notat 01 kontrollert grunnforholdene i området ut fra NGU sitt løsmassekart og berggrunnskart, samt NVE sitt kvikkleirekart. Se Vedlegg E1 for et utsnitt av NGU sitt løsmassekart, og Vedlegg E2 for et utsnitt av NVE sitt kvikkleirekart.

NGU sitt berggrunnskart har ikke dekning på eiendommen eller i området omkring, men ut fra mottatte bilder fra eiendommen, og registreringer på Google maps anser vi at det er en type gneis på eiendommen, og i området omkring. Bergarten gneis er som regel meget fast og stabil, men kan være noe oppsprukket og blokkaktig i overflaten. Vi anser at store deler av tiltaket, om ikke hele tiltaket, vil komme i kontakt med fjellet.

Ifølge NGU sitt løsmassekart, vist på Vedlegg E1, ligger eiendommen delvis på et område definert med tynn havavsetning, tykk havavsetning og fjell med tynt humus-/ torvdekke. For de to aktuelle områdene er det i hovedsak definert tynn havavsetning og fjell med tynt humus-/ torvdekke, noe som tilsier liten dybde til fjell. Tykk og tynn havavsetning består primært av finkornet masse, som leire og silt. Normalt består tykk havavsetning av 2,0 – 4,0 m meget fast tørrskorpeleire over silt / leire til fjell, evt. med et tynt lag meget fast steinig leirig morene på fjell. Tynn havavsetning består normalt av 1,0 – 2,0 m meget fast tørrskorpeleire over et tynt lag meget fast steinig leirig morene på fjell, mens fjell med tynt humus-/ torvdekke består av fjell i dagen med stedvis et tynt lag med jord og torv. Med tynn havavsetning og fjell med tynt humus-/ torvdekke på eiendommen, kan det anses at dybden til fjell er svært liten. Med bakgrunn i innhentet og mottatt informasjon anser vi at grunnforholdene på de to boligområdene består av et tynt lag med jord og torv < 0,5 m på fjell, evt. stedvis et tynt lag med meget fast tørrskorpeleire / steinig leirig morene < 2,0 m på fjell. Fjellet er vurdert til å ligge svært grunt i området, og 0,0 – 2,0 m.

Kart fra www.skrednett.no, se Vedlegg E2, viser at eiendommen ligger like innenfor marin grense, og med veldig stor avstand til områder som er definert med forekomster av kvikkleire. Vi anser derfor, og ut fra tidligere beskrivelse, at det ikke er forekomster av kvikkleire eller sprøbruddmateriale på eiendommen.

B. Grunnundersøkelse, prøvegraving og befaring

Det er ikke blitt foretatt hverken befaring, prøvegraving eller grunnundersøkelse som del av utarbeidelsen av dette Notat 01. Slike kontroller anses som ikke nødvendig i denne fasen av prosjektet. Vi har mottatt flere bilder fra eiendommen og det aktuelle området som viser fjell i dagen på store deler av området. Vi har i tillegg innhentet informasjon på NGU og NVE sine kartblader som tilsier liten dybde til fjell i området, samt foretatt registreringer på Google maps der det ble registrert fjell i dagen flere steder på eiendommen. Ut fra innhentet og mottatt informasjon anser vi at det ikke er nødvendig ved ytterligere undersøkelser i denne fasen, bortsett fra en kontroll av PRO geoteknikk i fbm. detaljprosjekteringen og av ferdig utsprengte og utgravde byggegroper. Kontrollen kan gjøres som en befaring på eiendommen når byggegroper er ferdig utgravd, eller som kontroll av oversendte bilder. Vi anser at eiendommen består av et tynt lag med jord og torv 0,0 – 0,5 m på fjell, evt. stedvis et tynt lag med meget fast tørrskorpeleire / steinig leirig morene < 2,0 m på fjell. Grunnforholdene er vurdert som meget gode på eiendommen.

Vi har nedenfor lagt ved noen av de tilsendte bildene fra eiendommen:



Bilde 1. Viser fjell i dagen.



Bilde 2. Viser fjell i dagen.



Bilde 3. Viser fjell i dagen.



Bilde 4. Viser fjell i dagen.

C. Konklusjon grunnforhold

Vi har innhentet generell informasjon om grunnforholdene i området fra NGU sitt berggrunnskart og løsmassekart, NVE sitt kvikkleirekart, registreringer på Google maps og tilsendte bilder fra eiendommen. Vi anser derfor at grunnforholdene på eiendommen der boligfeltet skal bygges er et tynt lag med jord og torv 0,0 – 0,5 m på fjell, evt. et tynt lag med meget fast tørrskorpeleire / steinig leirig morene < 2,0 m på fjell. Mest sannsynlig fjernes løsmassene i sin helhet i byggegrøper, som etableres med pukkfundament på undersprengt fjell, evt. med et tynt geonett armert pukkfundamentet på meget faste løsmasser. Grunnforholdene er vurdert som meget gode og stabile.

Vi anser det avklart via bilder og øvrig dokumentasjon at det ikke er hverken kvikkleire eller sprøbruddmateriale på eiendommen eller omkring som kan berøre tiltaket. Vi har derfor ikke foretatt en vurdering av tiltaket i hht. NVE veileder 7/2014 – sikkerhet mot kvikkleireskred.

Skisse 1 – prinsipp for grunnforhold

Ut fra registreringer på NGU løsmassekart og ut fra erfaringer består undergrunnen av følgende masser:

0,0 – 0,5 m		Jord og torv
0,0 – 2,0 m		Tørrskorpeleire / morene; steinig leire, meget fast
		Fjell; gneis

3. Generelt dimensjoneringsgrunnlag

I det følgende har vi definert grunnlaget for våre beregninger og anbefalinger.

A. Faglitteratur

Vi har i hovedsak benyttet følgende litteratur vi vårt arbeid med dette prosjektet:

- Håndbok 016 / V220 – Geoteknikk i vegbygging
- Håndbok 018 / N200 – Vegbygging
- NS-EN-1997-1:2004+NA2016, Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering
- NS-EN 1998-1:2004+NA 2014, Eurokode 8 – Prosjektering av konstruksjoner for seismiske påvirkninger
- Kartblad på NGU sine nettsider.
- NVE veileder 7/2014 – sikkerhet mot kvikkleireskred
- Ulike NS-EN ISO standarder
- Ulik faglitteratur for geosynteter

B. Prosjekteringsklasser

Vi benytter NS-EN-1997-1:2004 + NA:2016, Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering som grunnlag for vurdering av geoteknisk kategori. Vi velger å benytte Geoteknisk kategori 1. Dette valg fremkommer ut fra følgende kriterier:

- Skadekonsekvens = alvorlig, og Vanskelighetsgrad = lav.

Grunnforholdene på stedet er et tynt lag med jord og torv på fjell, evt. et tynt lag med meget fast tørrskorpeleire / steinig leirig morene fjell. Geoteknisk kategori 1 er derfor tilstrekkelig.

Pålitelighetsklasse – sikkerhetsklasse:

Vi anser at prosjektet kan plasseres i pålitelighetsklasse 1, boligfelt med boliger i 2-3 etasjer inkl. en sokkel-/ kjelleretasje på meget gode og jevne grunnforhold.

Tiltaksklasse:

Med utgangspunkt i beskrivelser og vurderinger over vil vi beskrive og vurdere at tiltaket plasseres i Tiltaksklasse 1. Tiltaket er bygging av et boligfelt med boliger i 2-3 etasjer inkl. en sokkel-/ kjelleretasje på meget gode og jevne grunnforhold.

Tiltakskategori:

Bestemmelse av tiltakskategori er beskrevet i NVE veileder 7/2014, og bestemmes kun der grunnforholdene inneholder kvikkleire slik at tiltaket skal prosjekteres i hht. NVE veilederen. Som vi har beskrevet i kap. 2 i dette Notat 01 så anser vi at det er og blir tilstrekkelig dokumentert at det ikke er kvikkleire eller sprøbruddmateriale på eiendommen eller i de nære områder. Det er grunt til fjell.

C. Materialfaktor

Materialfaktoren bestemmes i hht Håndbok 016 – kapittel 0.3.5 og NS 3420. Vi benytter følgende materialfaktor:

Materialfaktor = $\gamma_m = 1,4$ benyttes i beregningene ut fra vurdering av:

- skadekonsekvens = alvorlig
- bruddsituasjon = nøytralt brudd

D. Seismisk kontroll

Ved eventuell kontroll av seismiske belastninger skal RIG – PRO geoteknikk definere seismisk Grunntype, og seismiske beregninger og beskrivelse av konsekvenser for byggene av seismiske bevegelser eller andre former for rystelser foretas av RIB – PRO betongkonstruksjoner.

E. Dreneringsforhold

Det er antatt og vurdert at hele tiltaket etableres ned på undersprengt fjell. Eiendommen har et terreng som faller av fra vest mot øst med en generell helning på ca. 1:4 tatt ut fra kart med koter. Vi anser at grunnvannstanden eller normal vannstand ligger lavt og et stykke nede i fjellet. Vi anser derfor at eiendommen og dreneringen av tiltaket vil klare å håndtere normale nedbørsmengder, og vanlig dreneringsbehov.

F. Beregningsprogrammer

For kontroll av bæreevnen til de ulike massene og for kontroll av de ulike fundamentene har vi kun foretatt enkle beregninger i henhold til prinsipper og formler definert i Håndbok 016 / V220 – kapittel 6.

Vi benytter programmet ReSSA (3.0) for kontroll av og dimensjonering av stabilitet og støttemurer. Det er for eiendommen ikke beskrevet bruk av støttemurer, og grunnforholdene anses som meget gode. Vi har derfor foreløpig ikke foretatt dimensjonering av total eller lokal stabilitet, da slik stabilitet er vurdert som meget god, og dimensjonering derfor vurdert som ikke nødvendig. Vi har heller ikke foretatt en dimensjonering av støttemurer, da det ikke er beskrevet bruk av støttemurer på prosjektet. Vi har foretatt en vurdering av graveskråninger og fjellskrenter på generelt grunnlag og ut fra erfaring.

Beskrivelse av programmet ReSSA:

- ReSSA (3.0) er et avansert stabilitetsprogram som er utviklet spesielt for å beregne jordarmerte konstruksjoner. Programmet ReSSA (3.0) kontrollerer den eksterne kapasitet til konstruksjonen gjennom ulike glidesirkler ved bruk av ”Comprehensive Bishop” metode. I tillegg kontrolleres den interne kapasitet til jordarmeringslagene gjennom ulike glideflater ved bruk av ”Direct sliding - 2 part wedge, Spencer” metode. Programmet kan også foreta ”3 part wedge, Spencer” kontroller dersom dette er ønskelig eller påkrevet. De formler og beregningsprinsipper som ReSSA (3.0) benytter og bygger på er derfor helt i tråd med de formler og metoder som gjelder i Norge. Programmet kan også benyttes for kontroll av stabiliteten til generelle prosjekter, også der det ikke benyttes jordarmering.

G. Grensetilstander

De benyttede formler og figurer i Håndbok 016 / V220 og i ReSSA beregner tillatt grunntrykk og stabilitet i bruddgrensetilstanden. I tillegg har vi foretatt en vurdering av konstruksjoner i bruksgrensetilstanden i form av muligheten for setninger og deformasjoner å opptre, og konstruksjonenes ømfintlighet for setninger. Vi anser derfor disse beregningsmetoder å tilfredsstille kravene til dette prosjektet.

H. Parametere for massene

Jordparametere for massene i undergrunnen og for tilførte knuste masser er definert ut fra retningslinjer i Håndbok 016 – kapittel 3.5 – figur 3.3.

Benytter følgende parametere for stedlige steinmasser og for knust fjell under fundamenter:

- Egenvekt = $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Friksjonsvinkel = $\varphi' = 42^\circ$
- Attraksjon = $a = 5 \text{ kN/m}^2$

Benytter følgende parametere for meget fast lagret tørrskorpeleire / steinig leirig morene:

- Egenvekt = $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Friksjonsvinkel = $\varphi' = 30^\circ$
- Attraksjon = $a = 10 \text{ kN/m}^2$

I. Parametere for fiberduk og geonett

Fiberduk. Krav til bruksklasse for fiberduk bestemmes i hht. Norsk Standard, NS 3420-I4, Tabell I46.1:3. Type fiberduk skal være NorGeoSpec godkjent. Vi har ikke beskrevet bruk av fiberduk i bunnen av byggegrop på undersprengt fjell, men i byggegropen som er etablert i stedlige løsmasser. Det benyttes fiberduk mellom alle åpne og finstoffholdige masser. Det benyttes min. 0,5 m overlapp mellom rullene av fiberduk. Bruk av fiberduk avklares fortløpende i byggefasen med PRO geoteknikk.

Geonett. Type geonett skal være stivt ekstrudert geonett produsert ved varmistrekking. Vi har ikke beskrevet bruk av geonett i bunnen av byggegropen ved etablering på undersprengt fjell. Eventuell bruk av geonett på prosjektet avklares med PRO geoteknikk i byggefasen. Krav til strekkstyrke for geonett skal oppgis som kN/m i begge retninger, bestemt ved testmetode NS-EN ISO 10319. Type geonett som kan benyttes sammen med fraksjon knust fjell Fk 20-70 / 20-60 mm fraksjon er Tensar SSLA30, E'Grid 3030L, Thrace TG 3030L, Polgrid BX 3030L eller tilsvarende typer geonett. Det benyttes min. 0,5 m overlapp mellom rullene av geonett.

Bruk av andre benevelser enn de som her er beskrevne, eller bruk av alternative fraksjoner knust fjell, skal fremlegges for og godkjennes av PRO geoteknikk før bruk.

J. Komprimering

Alle masser skal komprimeres til minimum Normal komprimering i henhold til NS 3458 – Komprimering.

4. Dimensjonering av tillatt såletrykk

Ut fra registreringer og opplysninger gitt tidligere i dette Notat 01 har vi her foretatt en vurdering av massenes dimensjonerende bæreevne i bruddgrensetilstanden. Senere vurdering av tillatt grunntrykk og fundamentenes størrelse vil også ta hensyn til vurderingen av mulige setninger som følge av høy utnyttelsesgrad av massenes bæreevne, og må vurderes sammen med byggenes generelle ømfintlighet overfor opptredende setninger, ikke minst ujevne setninger. Forutsetninger for beregninger i dette kap. 4 er at byggene skal bygges med ringmur på sålefundamenter og gulv på grunn. Sålefundamentene og gulv på grunn etableres ned på et pukkfundament på undersprengt fjell, evt. et tynt geonett forsterket pukkfundament ned på meget fast tørrskorpeleire / steinig leirig morene.

A. Parametere for massene og deres bæreevne

Parametere for tilført pukk / knust fjell og stedlig undersprengt fjell er definert i dette Notat 01 – kapittel 3 over. Massenes bæreevne er med disse forutsetninger definert ut fra Håndbok 016 – kapittel 6.2. Ruheten = r_b er vurdert på generelt grunnlag, men er valgt ut fra at byggene skal kunne ta opp noen horisontalkrefter fra jordtrykk og vind. Vi har foreløpig ikke mottatt en last- og fundamentplan for det aktuelle boligfeltet, men har foretatt en generell vurdering ut fra erfaring og ut fra informasjon gitt på NGU kartblad.

Følgende generelle forutsetninger gjelder:

- Fundamentene får i uk betongfundament et sidetrykk på min. 0,3 m som representeres av det laveste overlagingstrykket utvendig eller innvendig grunnmur på stripefundament.
- Knust fjell og undersprengt fjell, og stedlig løsmasse, defineres som drenerte masser.
- Ruheten = $r_b = 0,1$.
- Det benyttes parametere på sålefundamenter med bredde, $B = 0,4$ m som gir $B_0 = 0,36$ m.

Bæreevnen til undersprengt fjell og tilført knust fjell er:

- Egenvekt = $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Friksjonsvinkel = $\varphi' = 42^\circ$
- Attraksjon = $a = 5 \text{ kN/m}^2$
- Udrenert poreovertrykk = 0

Dette gir følgende bæreevneparametere:

- Materialfaktor = 1,4 som gir: $\text{tg } \rho = 0,64$
- Ruhet, $r_b = 0,1$ gir:
- $N_q = 22,0$
- $N_\gamma = 24,0$
- Overlagringshøyde = $z = 0,3 \text{ m}$

Dette gir følgende bæreevne for sålefundament på knust fjell, med $B = 0,8 \text{ m}$:

- Bæreevnen = $\sigma_v = 22 \times (19 \times 0,3 + 5) + 0,5 \times 24 \times 19 \times 0,36 - 5 = 235 + 82 - 5 = \underline{312 \text{ kN/m}^2}$
- Av hensyn til overflatestabilitet ønsker vi å begrense bæreevnen til = $\sigma_d = \underline{300 \text{ kN/m}^2}$
- Dette tilsier at stripefundamentet kan belastes med en sentrisk last = $F_d = 95 \text{ kN/m}$

Bæreevnen til stedlige meget fast lagret siltig leire er:

- Egenvekt = $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Friksjonsvinkel = $\varphi' = 30^\circ$
- Attraksjon = $a = 10 \text{ kN/m}^2$
- Udrenert poreovertrykk = 0

Dette gir følgende bæreevneparametere:

- Materialfaktor = 1,4 som gir: $\text{tg } \rho = 0,41$
- Ruhet, $r_b = 0,1$ gir:
- $N_q = 8,0$
- $N_\gamma = 6,0$
- Overlagringshøyde med $0,3 \text{ m}$ pukkfundament gir $z = 0,6 \text{ m}$

Dette gir følgende bæreevne til stedlig meget fast lagret siltig leire:

- Bæreevnen = $\sigma_v = 8,0 \times (19 \times 0,6 + 10) + 0,5 \times 6,0 \times 19 \times 0,36 - 5 = 171 + 21 - 10 = \underline{182 \text{ kN/m}^2}$
- Av hensyn til mulighet for setninger å utvikles ønsker vi å begrense denne til $\underline{\sigma_v = 150 \text{ kN/m}^2}$
- Dette gir en kapasitet på sålefundamentene = ca. 114 kN/m for laget av leire / morene.
- Dette ved å regne spredning i pukkfundamentet = $1,5:1$, gir flate = $0,36 + 2 \times 0,2 = 0,76 \text{ m}$.

B. Vurdering av bæreevnene

De definerte verdier på massens bæreevne vil øke dersom uk fundament etableres dypere enn forutsatt i våre beregninger, eller dersom den effektive bredden økes. Tilsvarende vil reduksjoner av disse parametere medføre en reduksjon av massenes bæreevner.

Bæreevnen til stedlig undersprengt fjell og stedlig løsmasse anses oppgitt konservativt.

C. Kontroll av fundamenter

Vi har ikke mottatt en konkret last- og fundamentplan for det planlagte tiltaket. Det anbefales at en slik last- og fundamentplan kontrolleres av PRO geoteknikk eller av GEO Konsult AS.

5. Forslag til fundamentering

Grunnforholdene på eiendommen er i prinsipp vurdert som meget gode, og mest sannsynlig et tynt lag med jord og torv på fjell, evt. stedvis et tynt lag med meget fast tørrskorpeleire / steinig leirig morene på fjell. Vi anser derfor at direktefundamentering med ringmur på sålefundamenter og gulv på grunn er mest aktuell og riktig fundamentering for boligfeltet. Slik direktefundamentering skal foretas ned på et tynt pukkfundament på komprimert undersprengt fjell. Dersom deler av boligfeltet etableres på meget fast tørrskorpeleire / steinig leirig morene benyttes et lag tynt geonett forsterket pukkfundament på områder med løsmasser. Vi anser foreløpig bruk av andre fundamenteringsmetoder som ikke aktuelle, men det kan bli aktuelt med justeringer av beskrevne løsninger og med beskrivelse av enkelte detaljer for utførelsen.

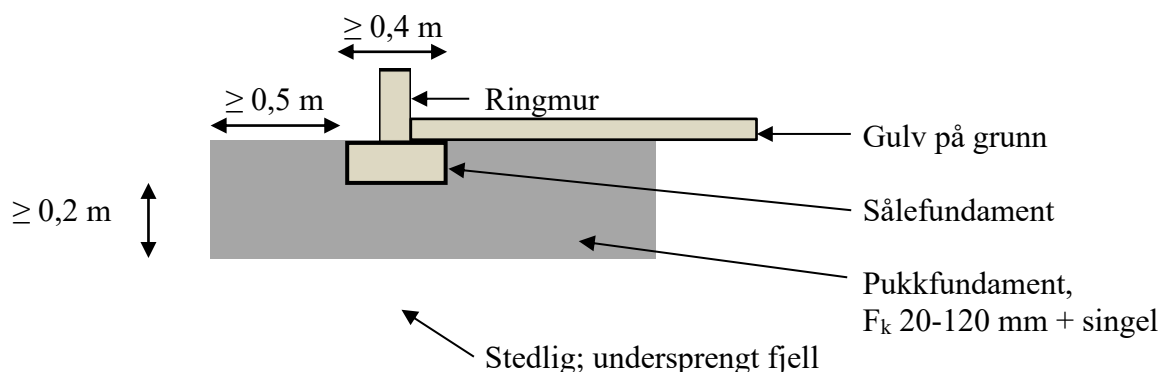
Derfor er beskrevet fundamentering underlagt visse forutsetninger som:

- PRO geoteknikk skal kontrollere og godkjenne utgravd og komprimert undergrunn i byggegropen.
- Undergrunnen i utgravd byggegrop komprimeres med vibroutstyr, om dette anses nødvendig, bestemt på senere befaring.
- Det anses at store deler av tiltaket etableres ved bruk av et tynt pukkfundament under ringmur på sålefundament og gulv på grunn på undersprengt fjell, vist på Skisse 2 nedenfor.
- Bruk av et geonett armert pukkfundament under ringmur/grunnmur på sålefundament og gulv på grunn, brukes for konstruksjoner og på arealer med stedlig løsmasse, og etableres min. 1,0 m ut til alle sider for slike konstruksjoner. Senere befaring som kontroll av grunnforholdene definerer detaljene for slik fundamentering, som vist på Skisse 2 og Skisse 3 nedenfor.
- Vi anser foreløpig alternative fundamenteringsløsninger som fundamentering på stålkjernepeler som ikke aktuelt, men kan ikke utelukke at punkter må masseutskiftes til fjell.
- Senere kontrollbefaring av oppgravd byggegrop eller utført prøvegraving kan medføre endringer eller justeringen av beskrevet forslag til fundamentering.
- Alle masser skal komprimeres til minimum Normal komprimering i henhold til NS 3458 – Komprimering.

A. Fundamentering på undersprengt fjell

Forslaget på Skisse 2 nedenfor beskriver fundamentering av boligene på komprimert forkilt og avrettet undersprengt fjell, evt. opparbeidet steinfylling på fjell. Etablert byggegrop på undersprengt fjell og opparbeidet steinfylling komprimeres meget godt før utlegging og komprimering av knust fjell som forkiling og avretting, dette for å unngå setninger i overflaten. Det er også svært viktig at pukkfundamentet og alle tilførte masser komprimeres meget godt.

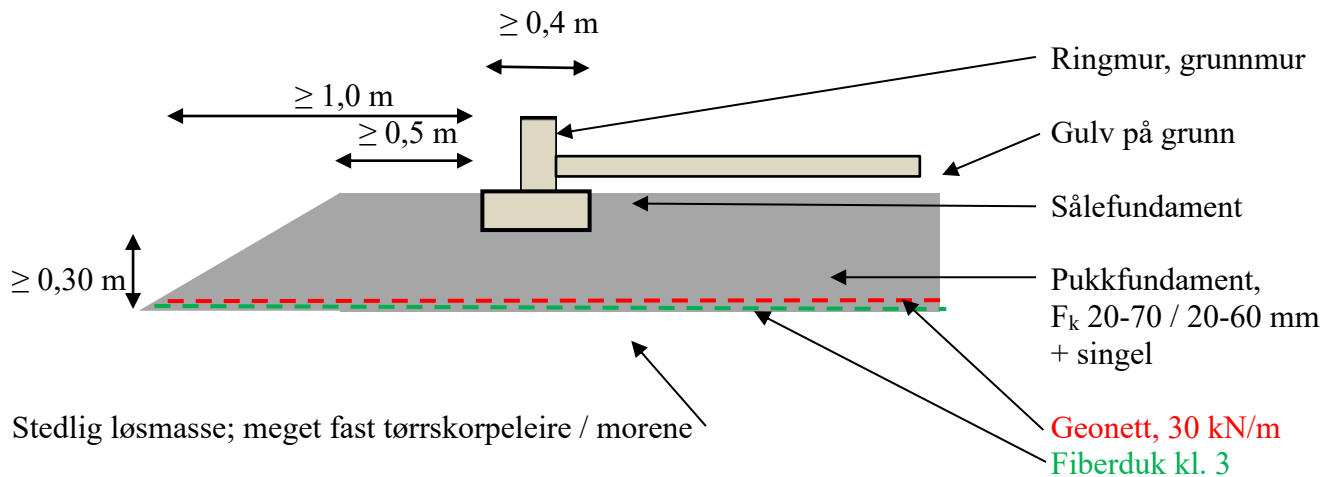
Skisse 2 - Prinsippskisse for fundamenteringen – pukkfundament på undersprengt fjell:



B. Fundamentering på stedlige løsmasser

Dersom deler av enten byggegropen eller underlag for andre lettere konstruksjoner etableres på stedlige løsmasser anbefaler vi at det etableres et geonett armert pukkfundament ned på stedlige løsmasser. Dette skal i tilfellet kontrolleres og godkjennes av PRO geoteknikk ved utgravingen av byggegropen. Dette for å sikre seg mot mindre ujevnheter som kan forekomme, og for å etablere en solid overgang mot fundamentering på fjell. Prinsippet for en slik fundamentering er vist på Skisse 3 nedenfor.

Skisse 3 - Prinsippskisse for fundamenteringen – geonett armert pukkfundament:



C. Krav til masser og produkter

Vi har på skissene over beskrevet bruk av knust fjell fraksjon F_k 20-70 / 20-60 mm ved bruk av geonett, og F_k 20-120mm ved etablering at pukkfundamentet direkte på undersprengt fjell. Beskrevet massefraksjon er valgt fordi vi ønsker en god gradering på fraksjonen, slik at den får en åpen struktur, og som gir en god drenering, samtidig som den gir optimal forkiling i geonettet. Ønskes andre fraksjoner eller benevnelser benyttet skal dette fremlegges for og godkjennes av PRO geoteknikk før bruk.

Type geonett som skal benyttes er Tensar SSLA30, E'Grid 3030L, Thrace TG 3030L, Polgrid BX 3030L, A-Grid B3030L eller tilsvarende typer geonett. Ønskes andre typer eller benevnelser benyttet skal dette fremlegges for og godkjennes av PRO geoteknikk før bruk.

Bruk av finere fraksjoner som F_k 16-32 mm eller F_k 20-50 mm kan aksepteres, men da må det benyttes geonett med mindre ruteåpning for å oppnå ønsket forkiling og stabilitet, type Tensar SS30, E'Grid 3030, Thrace TG 3030S, Polgrid BX 3030, A-Grid B3030 eller tilsvarende. Dette skal avklares med og godkjennes av PRO geoteknikk før bruk.

Lagtykkelsen vil delvis avhenge av fraksjon på massen. For å oppnå optimal stabilitet og komprimering skal lagtykkelsen = t velges ut fra største steinfraksjon = D_{maks} slik at $t \geq 2,5 \times D_{maks}$.

D. Grunnbrudd og setninger

Dersom fundamentene ikke overbelastes i forhold til her oppgitte bæreevneverdier, begrensninger og forutsetninger, og i henhold til senere kontrollerte last- og fundamentplan, vil massene i undergrunnen ha så god styrke og stabilitet at grunnbrudd i boligens fundamenter ikke skal kunne oppstå eller forekomme. Dette pga at lastene ned på undergrunnen fra boligene er relativt beskjedne og undergrunnen av steinmasser og undersprengt fjell har meget god styrke og stabilitet. Massenes bæreevner må imidlertid ikke overskrides.

Vi har forutsatt at undertegnede som PRO geoteknikk skal foreta en kontroll og vurdering av massene i undergrunnen gjennom foretatt befarings eller oversendelse av bilder ved utgraving av byggegrop for byggene. Dette for å vurdere stabiliteten til og setningsfaren til massene i byggegropen.

Vi har beskrevet løsninger som innebærer direktefundamentering ned på et tynt pukkfundament ned på stedlig undersprengt fjell. Stedlige masser som undergrunn anses som svært lite setningsømfintlig. Vi anser derfor at det ikke skal være fare for utvikling av skadelige setninger i byggene. Det er imidlertid viktig at beskrevne kontroller gjennomføres, og at undersprengt fjell og oppfylte masser komprimeres meget godt, og til min. Normal komprimering.

E. Konsekvenser for nabobygg

Det planlagte boligfeltet med boliger antas å bli fundamentert ned på undersprengt fjell, evt. delvis ned på stedlige løsmasser av tørrskorpeleire / steinig leirig morene. Boligene etableres mest sannsynlig med en sokkel- / kjelleretasje noe som innebærer en delvis grunn og delvis dyp fundamentering i forhold til dagens terrengnivå. Grunnvannstanden er antatt å ligge lavt og et stykke ned i fjellet, og tiltaket vil ikke påvirke grunnvannstanden. Vi anser derfor at tiltaket ikke vil drenere ut omgivelsene permanent, og tiltaket vil derfor ikke ha negativ betydning for omkringliggende bebyggelse eller konstruksjoner.

6. Stabilitet til terrengformasjoner

I dette kapittel 6 har vi beskrevet krav til og løsninger på ulike former for skråninger og murer. Dette kapittel beskriver krav til utførelse og opparbeidelse av permanente skråninger, bygging av støttemurer, og etablering av midlertidige graveskråninger og fjellskrenter.

A. Permanente skråninger

Permanente skråninger av stedlige masser eller tilført jord skal ikke etableres brattere enn med en skråningshelning = 1:2 eller slakere. Dette skal avklares med PRO geoteknikk. Massen i opparbeidete skråninger skal komprimeres til Lett komprimering i hht NS 3458 – Komprimering. Det er viktig å beplante eller tilså bratte skåninger så raskt som mulig for å stabilisere utlagte og stedlige masser i overflaten.

B. Støttemurer

Det er ikke beskrevet bruk av støttemurer på dette tiltaket. Ved bruk av betongmurer så skal disse dimensjoneres og beskrives av RIB – PRO konstruksjoner på prosjektet, med innspill om jordtrykk fra RIG. Vi kan foreta dimensjonering og beskrivelse av eventuelle jordarmerte konstruksjoner eller ulike type blokkmur, ved behov. Vi har foreløpig ikke foretatt beregning eller beskrivelse av støttemurer for tiltaket. Ved behov benyttes programmet ReSSA til slik dimensjonering.

C. Graveskråninger og fjellskrenter

Graveskråninger vil kun få en maksimal høyde, $H = \text{ca. } 0,5 - 2,0 \text{ m}$. Slike graveskråninger etableres i faste løsmasser, og kan etableres med helning ca. 1:1 eller slakere. Vi anser muligheten for at graveskråningene kan etableres brattere enn her beskrevet som stor, men dette skal avklares med PRO geoteknikk ved utgravingen av byggegropen.

Foreløpig vurderes det at fjellskrenter blir lave, og $< 2,0 \text{ m}$ høyde. Vi antar og forutsetter at utsprengning foretas slik at fjellskrenter får en stabil overflate. Kontroll av fjellskrenter og beskrivelse av evt. sikringstiltak gjøres ut fra befarings av utgravd byggegrop i byggefasen, og evt. tiltak beskrives av PRO geoteknikk ut fra en slik senere kontroll.

D. Stabilitet

Eiendommen ligger med fjell i dagen, evt. et tynt lag med løsmasser på eiendommen. Vi kan heller ikke utelukke at det er lommer med noe mer løsmasser. Stabiliteten til eiendommen er derfor meget god, og vi anser det ikke nødvendig med en stabilitetsberegning for å dokumentere slik stabilitet. Stabiliteten anses som tilfredsstillende.

E. Kjøre- og parkeringsareal

Det skal etableres nye kjøre- og parkeringsarealer på eiendommen. Slike arealer blir tungt belastet i anleggsfasen. Slike arealer skal derfor bygges med et solid fundament.

7. Konklusjoner

Vi har blitt kontaktet av Forberg Boligutvikling AS i forbindelse med utbygging av et boligfelt på Stadskleivvegen 72 i Bø i Telemark kommune. Eiendommen har G.nr. / B.nr. – 57 / 1 i Bø i Telemark kommune. Eiendommen er i dag bebygd med en gård, og består i hovedsak av et stort skogs- og jordbruksområde. Ønsket er å benytte skogsområdet like nord og sør for eksisterende gård til boligutbygging, og da skille ut flere eiendommer fra tomten. Områdene som ønskes bebygd består i hovedsak av fjell i dagen med et tynt lag med jord og torv, samt en del trær. Detaljene for hvilke typer boliger som skal bebygges på eiendommen er ikke fremlagt, men utgangspunktet i dette Notat 01 er at boligene skal bygges i 2-3 etasjer inkl. en sokkel-/ kjelleretasje. Terrengtet på eiendommen faller av fra vest mot øst med en generell helning på ca. 1:4 tatt ut fra kart med koter. Området omkring er lettere bebygd med gårder, samt noen ene- og tomannsboliger, og består i all hovedsak av store skogs- og landbruksområder.

GEO Konsult AS har blitt engasjert til å gi en geoteknisk vurdering på prosjektet. Oppdraget utføres og reguleres i henhold til NS8402 – Rådgivning etter medgått tid. Dette innebærer at vi skal vurdere grunnforholdene på eiendommen og å foreslå fundamenteringsmetode på prosjektet. Vi skal også foreta en vurdering av stabiliteten til utbyggingen både i byggefasen og i permanent situasjon.

Beregninger og vurderinger foretatt i dette Notat 01 dokumenterer at grunnforholdene på eiendommen er meget gode og jevne. Samtidig er det beskrevet at det er nødvendig med kontroller av PRO geoteknikk i byggefasen, og en kontroll og godkjenning av endelig last- og fundamentplan. Boligfeltet kan direktefundamenteres som beskrevet i dette Notat 01. Stabiliteten til eiendommen og til tiltaket er tilfredsstillende både midlertidig og permanent dersom de her beskrevne løsninger og tiltak benyttes. Boligfeltet anses ikke å være utsatt for noen former for skred og ras, og heller ikke utsatt for flom.

Oslo, 19-11-2019



Magnus Nilssen, Ing. – geoteknikk/bygg
GEO Konsult AS

Sidemannskontroll:



Stein H. Stokkebø, Sivilingeniør – geoteknikk

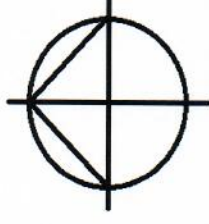
NGU



Egne merkeringer:

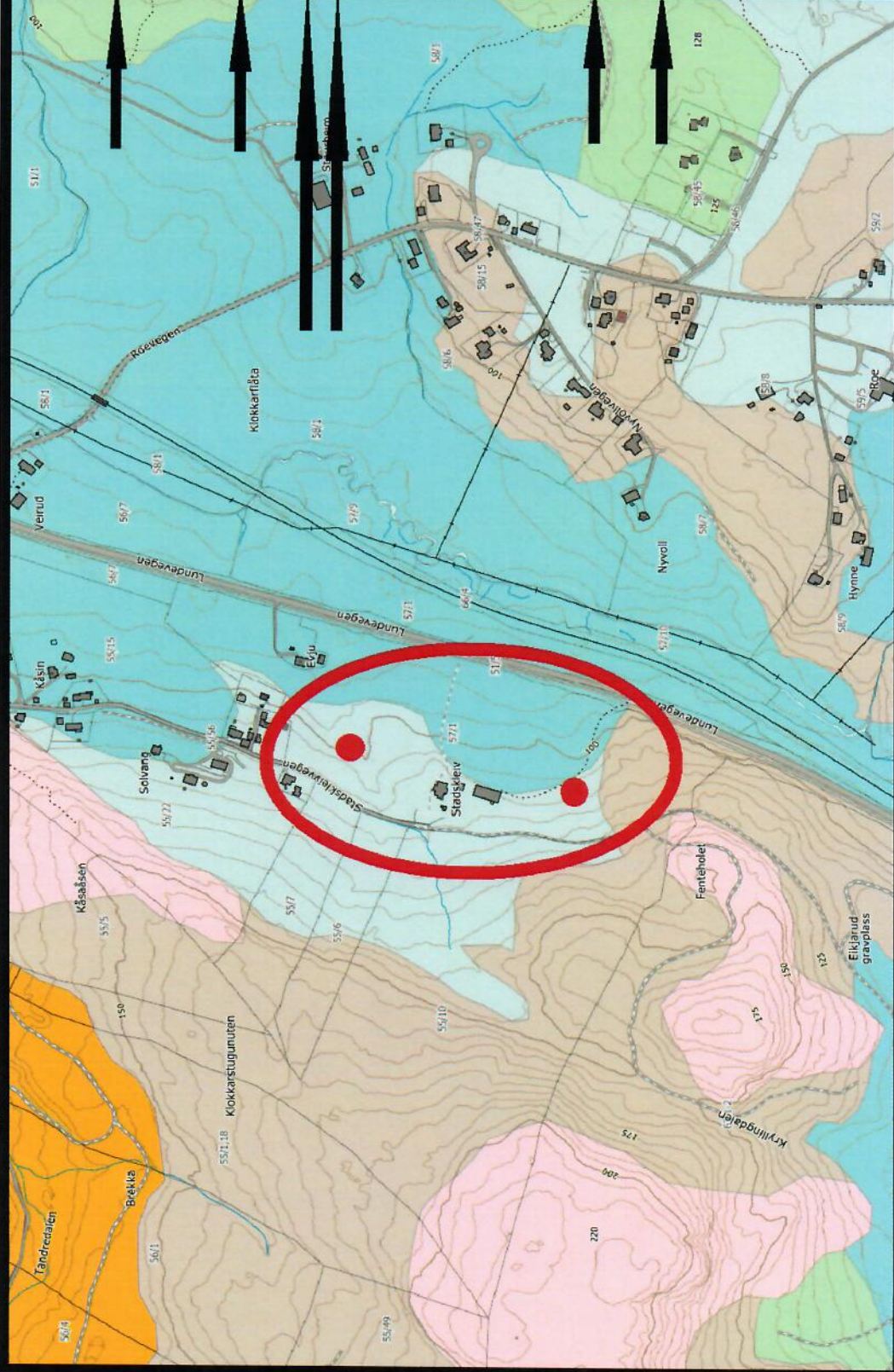
NGU løsmassekart, 15.11.2019.
Stadskleiv gård - Stadskleivvegen 72,
3800 Bø i Telemark.
Bø i Telemark kommune, 57 / 1.

N



Vedlegg E1.

OK *[Signature]*



Løsmasser

(forenklet tegnforklaring)

Tynn morene

Tykk morene

Avsmellingsmorene

Randmorene

Breelavsetning

Bresjø-/innsjøavsetning

Tynn hav-/strandavsetning

Tykk havavsetning

Marin strandavsetning.

Elveavsetning

Vindavsetning

Forvitingsmateriale

Skredmateriale

Steinbreavsetning

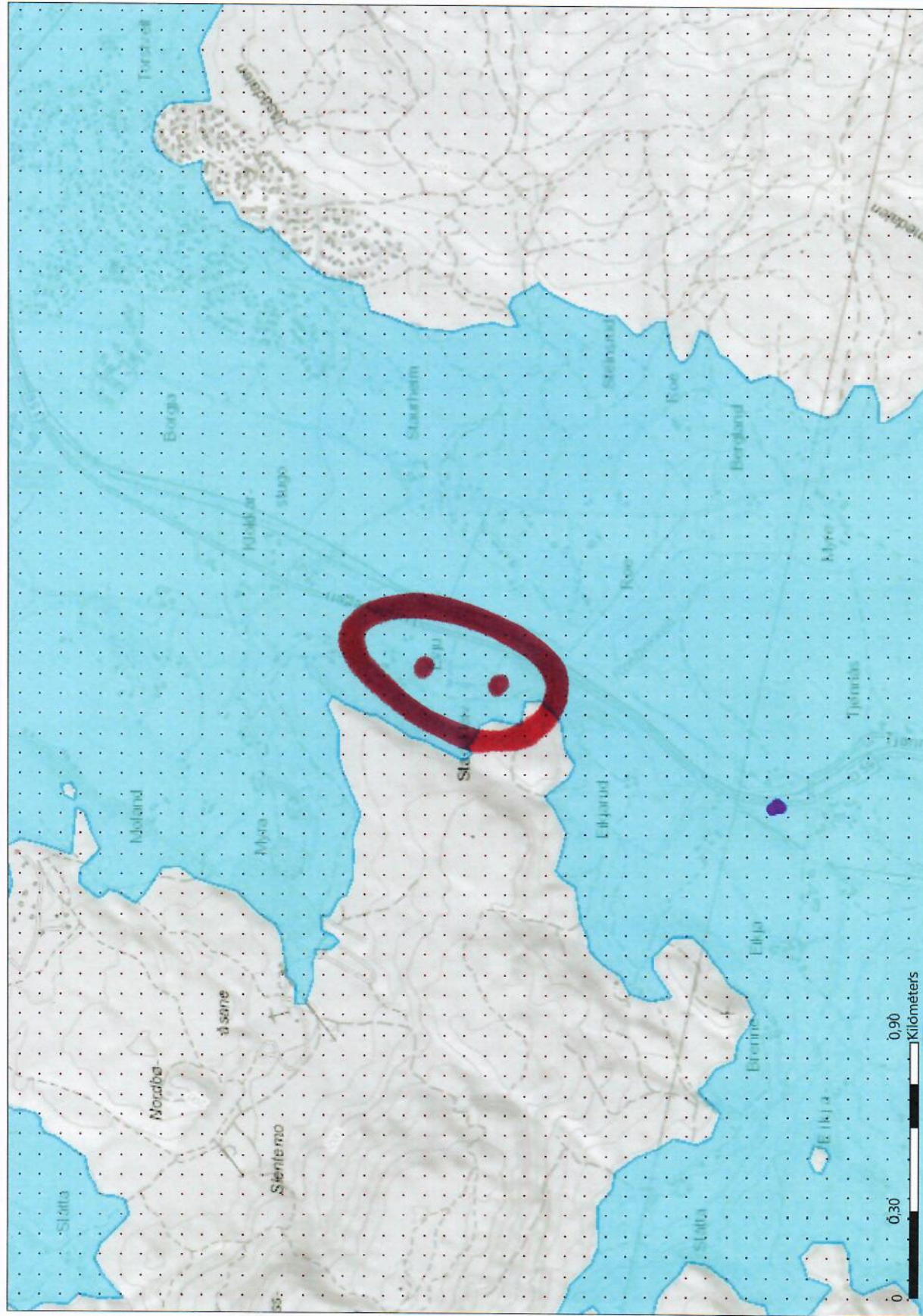
Torv og myr

Tynt humus-/torvdekke

Fyllmasse

Bar fjell, stedsvis tynt dekke

NBI Kartet er sammensatt av kartlegginger i ulike målestokk. Kontroller kvaliteten før bruk. Kvalitetsinformasjon er lagret på grensene mellom flatene.



Kommentar