

## NOTAT

OPPDRAG	<b>Skjetleinskogen</b>	DOKUMENTKODE	10202695-RIG-NOT-001
EMNE	Orienterende geotekniske vurderinger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Lord Eiendom AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Roar Skulbørstad
KONTAKTPERSON	Øyvind Antonsen	SAKSBEHANDLER	Stian Skjeldnes Berre
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

## SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert som geoteknisk rådgiver av Lord Eiendom AS i forbindelse med en vurdering av en utviklingseiendom som er en del av gnr/bnr 172/18 ved Skjetleinskogen i Trondheim kommune.

I dette notatet gis orienterende geotekniske vurderinger knyttet til en eventuell utbygging av planområdet. Vurderingene er basert på tidligere grunnundersøkelser, geotekniske utredninger samt annet tilgjengelig grunnlag og kjennskap til området.

Det aktuelle området ligger innenfor kvikkleiresonen 432 «Skjetlein». Terrenget i planområdet er noe kupert. Gjennom nordre del av planområdet går det en 5-15 m dyp ravedal. Sideskråningene i ravedalen er stedvis meget bratte. Original grunn i området består hovedsakelig av fast siltig leire. Det ligger et sammenhengende lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale i østlige deler av Skjetlein kvikkleiresone. Flere steder ligger kvikkleiren/sprøbruddmateriale relativt grunt i det aktuelle området.

Ut fra tidligere grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger utført av Trondheim kommune er områdestabiliteten i dag generelt ikke tilfredsstillende i henhold til gjeldende regelverk. Den sørligste delen av området har imidlertid tilfredsstillende stabilitet og kan utbygges under forutsetning om at stabiliteten er ivaretatt. For den nordlige delen er det svært lav sikkerhetsfaktor og stabiliserende tiltak må utføres.

Aktuelle stabiliserende tiltak er oppfylling av ravedal, nedplanering av topper og motfylling i nordvestre del av planområdet. Ut fra Trondheim kommunes beregninger antydes et oppfyllingsbehov i ravedalen på inntil ca. 4 meter for å tilfredsstille kravet til sikkerhetsfaktor iht. NVEs kvikkleireveileder. Det vil være mest naturlig med en kombinasjon av nedslaking/nedplanering av skråningsstopper og oppfylling i ravedal, noe som vil kunne redusere behovet for oppfylling i ravedalen. Det tas forbehold om eventuelle utbyggingsplaner i disse anslagene.

I tillegg kan det bli aktuelt med en motfylling utenfor planområdet

### Boligutbygging Skjetleinskogen

På generelt grunnlag tilrås det at videre planlegging av boligfeltet skjer mest mulig samlet og enhetlig av geofaglige hensyn. Dette sikrer en best mulig utnyttelse av området og kan hindre at tomter som bebygges tidlig legger begrensninger på videre utbygging og infrastruktur. Dette er spesielt gjeldende for tomter/delområder hvor det planlegges større terrengtiltak i form av dypere utgravinger, nedplanering av topper, oppfylling av ravedal og etablering av støttemur, etc.

I senere planfase vil det være aktuelt å etablere rekkefølgekrav til utbyggingen, i alle fall innen deler av planområdet.

### Fundamentering Skjetleinskogen

Med påviste grunnforhold vil vanlige småhus kunne fundamenteres direkte i original mineralsk grunn. Det forutsettes topplag av myr/torv fjernes samt at husene tilpasses terrenget i størst mulig grad for å unngå store terrengingrep med store fyllinger og tilleggslaster på undergrunnen. Tyngre bygg og bygg med stor utstrekning må vurderes spesielt ut i fra risiko for differansesetninger og stabilitet.

			SSB	ROS	arv
00	25.01.2017	Orienterende geotekniske vurderinger	Stian S. Berre	Roar Skulbørstad	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## 1 Innledning

Lord Eiendom AS vurderer å investere i en utviklingseiendom ved Skjetleinskogen/Lund i Trondheim kommune. Multiconsult Norge AS er engasjert som geoteknisk rådgiver av Lord Eiendom AS.

Foreliggende notat inneholder en orienterende geoteknisk vurdering knyttet til et mulig boligprosjekt. Vurderingene er basert på tidligere grunnundersøkelser, samt annet tilgjengelig materiale og kjennskap til området.

## 2 Grunnlag

Det er utført geotekniske grunnundersøkelser og vurderinger blant annet i følgende rapporter:

Re f.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn
/1/	R1593	Trondheim kommune	2014	Eierskapsenheten, Trondheim kommune	Skjetleinskogen. Datarapport
/2/	R1593-4	Trondheim kommune	2014	Eierskapsenheten, Trondheim kommune	Skjetleinskogen. Datarapport. Supplerende grunnundersøkelser
/3/	1593-2-rev. 03	Trondheim kommune	2014	Eierskapsenheten, Trondheim kommune	Skjetleinskogen. Beregningsgrunnlag
/4/	1593-3-rev. 01	Trondheim kommune	2014	Eierskapsenheten, Trondheim kommune	Skjetleinskogen. Områdestabilitet, beregninger
/5/	413374-2, rev. 01	Multiconsult ASA	2013	Høiseth Utvikling AS	Høiseth. Datarapport
/6/	413374-1-RIG-RAP-002, rev. 01	Multiconsult ASA	2014	Høiseth Utvikling AS	Lund Østre – Trinn 2. Geoteknisk vurdering for reguleringsplan
/7/	418464-RIG-RAP-001	Multiconsult ASA	2017	TOBB	Ust Vestre – Datarapport
/8/	418464-RIG-RAP-002	Multiconsult ASA	2017	TOBB	Ust Vestre – Vurderinger for detaljregulering

## 3 Situasjon og grunnforhold

Planområdet ligger ca. 10 km sør for Trondheim sentrum. Terrenget i planområdet er noe kupert. Gjennom nordre del av planområdet går det en 5-15 m dyp ravinedal. Sideskråningene i ravinedalen er stedvis meget bratte. Lokalt er skråningshelninga iht. digitalt kartgrunnlag brattere enn 1:1,5. Det vil si at skråninga ligger omtrent i rasvinkel og er stabilisert av et vegetasjonsdekke.



Figur 1 Utsnitt av kvikkleirekart – faregrad [kilde: <https://atlas.nve.no>]

Figur 1 viser Skjetlein kvikkleiresone og omtrentlig plassering av utviklingseiendommen.

Original grunn i området består hovedsakelig av fast siltig leire. I nordre og nordøstre del av planområdet er det stedvis et topplag av myr/torv med registrert mektighet på inntil ca. 2 m. Det ligger et sammenhengende lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale i østlige deler av Skjetlein kvikkleiresone. Flere steder ligger kvikkleiren/sprøbruddmateriale relativt grunt i det aktuelle området. Det er ikke påtruffet berg i noen av sonderingene som er utført til maksimal dybde på 41 meter under eksisterende terreng. Noen sonderinger er avsluttet i antatt fast grunn 19,5 – 38 m under terreng /3/.

## 4 Geoteknisk vurdering av området

### 4.1 Områdestabilitet

Den planlagte utbygginga ligger innenfor kvikkleiresone nr. 432 Skjetleinskogen, se figur 1. Kvikkleiresona er iht. rapport nr. R.1593-3, rev.01 /4/ klassifisert med faregrad middels, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 4.

NVEs retningslinjer nr. 2-2011 /9/ og NVEs veileder nr. 7-2014/10/ gir retningslinjer og krav til utredninger av skredrisiko for utbygging i kvikkleireområder. For konkrete tiltak er krav til sikkerhetsnivå og utredninger bestemt av tiltakskategori og faregradsklasse.

I henhold til NVEs veileder nr. 7-2014 plasseres boligutbygging i Tiltakskategori K4. Dette betyr at det er krav til stabilitetsanalyser som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet  $\gamma_M \geq 1,4$  eller forbedring i henhold til figur 5.1 i NVEs veileder nr. 7-2014. For Tiltakskategori K4 er det nødvendig å identifisere, avgrense og faregradsevaluere faresoner. Det er en forutsetning at sikkerheten mot skred er ivaretatt i løpet av byggeprosessen og at eventuelle stabiliserende tiltak er utført før selve tiltaket/utbygging iverksettes.

Trondheim kommune har tidligere utført grunnundersøkelser og stabilitetsanalyser for eksisterende terreng i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for aktuelt utbyggingsområde \1-4\). Stabilitetsberegningene viser at stabiliteten av skråningene av ravedalen nord i planområdet er for lav,  $\gamma_M \approx 1,0$ . Ut fra konklusjonene i disse rapportene er områdestabiliteten i dag ikke tilstrekkelig for deler av området med tanke på å tilfredsstillende krav til sikkerhet i henhold til NVEs veileder nr. 7-2014 /10/. Det er dermed nødvendig med stabiliserende tiltak.

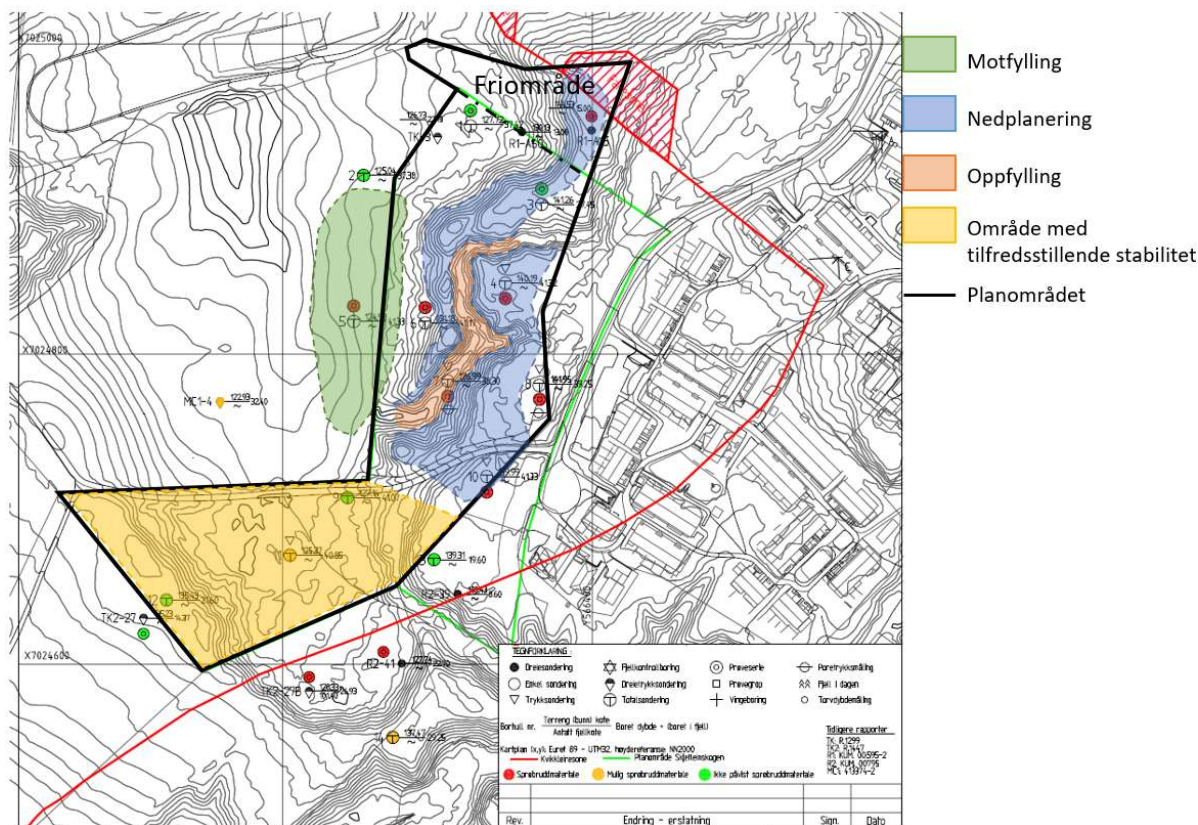
Det bemerkes at Trondheim kommunes rapporter ikke inkluderer beregninger/vurderinger av området med tanke på en eventuell utbygging i nevnte rapporter.

### 4.2 Aktuelle stabiliserende tiltak

For å tilfredsstillende krav til skråningsstabilitet ved utbygging er det nødvendig med stabiliserende tiltak. Følgende tiltak kan være aktuelle, se Figur 2.

- Oppfylling av ravedal
- Nedplanering av topper
- Motfylling i området mot vest

## Orienterende geotekniske vurderinger



Figur 2 Borpunkt med aktuelle tiltak. Røde punkter viser borpunkt med påvist kvikkleire, /1-4/

Basert på nåværende sikkerhetsfaktor /4/ og skråningsforhold antydes et oppfyllingsbehov i ravinedalen på inntil ca. 4 meter for å tilfredstille kravet til sikkerhetsfaktor ( $\gamma_M \geq 1,4$ ). Det vil være mest naturlig med en kombinasjon av nedslaking/nedplanering av skråningstopper og oppfylling i ravinedal, noe som vil kunne redusere behovet for oppfylling i ravinedalen. Det tas forbehold om eventuelle utbyggingsplaner i disse anslagene.

Videre tilrås det at bygg ut mot ravinekant bygges med kjeller eller sokkeletasje for å ikke tilføre ytterligere last på skråningstopper.

I tillegg kan det bli aktuelt med en motfylling utenfor planområdet, markert med grønt i Figur 2. Sikkerheten mot dyperegående utglidninger mot vest er lav og for å kartlegge en eventuell utbredelse av motfylling vil det være nødvendig med supplerende grunnundersøkelser og nye beregninger. Utbredelse vist i Figur 2 er basert på dagens situasjon før eventuelle tiltak og anses som konservativt.

Dersom det ikke kan utføres motfyllingstiltak på naboeiendom i vest, er det knyttet usikkerhet til om det er mulig å oppnå tilfredsstillende stabilitet med bare avlastning på skråningstopper og oppfylling av ravinedal.

Stabiliserende tiltak må utføres før en eventuell utbygging.

Det fremgår av stabilitetsberegninger utført av Trondheim kommune /4/ at stabiliteten er tilfredsstillende for dagens tilstand i søndre del av planområdet og dette området kan bebygges med forutsetning om at stabiliteten ivaretas under utbygging.

Lengst nord på planområdet er det avsatt areal til friområde. Skråningsstabiliteten i dette området er for lav /4/, men moderate tiltak kan forbedre stabiliteten.

### 4.3 Boligutbygging

#### *Boligutbygging Skjetleinskogen*

På generelt grunnlag tilrås det at videre planlegging av boligfeltet skjer mest mulig samlet og enhetlig av geofaglige hensyn. Dette sikrer en best mulig utnyttelse av området og kan hindre at tomter som bebygges tidlig legger begrensninger på videre utbygging og infrastruktur. Dette er spesielt gjeldende for tomter/delområder hvor det planlegges større terrengtiltak i form av dypere utgravinger, nedplanering av topper, oppfylling av ravinedal og etablering av støttemur, etc.

I senere planfase vil det være aktuelt å etablere rekkefølgekrav til utbyggingen, i alle fall innen deler av planområdet. Det tilrås medvirkning av geotekniker i senere planfaser.

#### *Fundamentering Skjetleinskogen*

Med påviste grunnforhold vil vanlige småhus kunne fundamenteres direkte i original mineralsk grunn. Det forutsettes topplag av myr/torv fjernes samt at husene tilpasses terrenget i størst mulig grad for å unngå store terrenginngrep med store fyllinger og tilleggslaster på undergrunnen. Tyngre bygg og bygg med stor utstrekning må vurderes spesielt ut i fra risiko for differansesetninger og stabilitet.

Oppfylling under boligene må utføres med kvalitetsmasser som for eksempel grus eller sprengstein.

#### *Boligutbygging Ust vestre*

TOBB planlegger å bygge leiligheter og rekkehus sør-øst for planområdet. Boligfeltet kalles Ust Vestre. Multiconsult Norge AS /8/ har i 2017 utført stabilitetsberegninger for boligfeltet. Beregningene viser at områdestabiliteten ikke påvirkes negativt av tiltaket.

## 5 Videre arbeid

### 5.1 Geotekniske undersøkelser og vurderinger

Beregninger og utredninger av områdestabilitet utført av Trondheim kommune kan kun betraktes som innledende vurderinger. I forbindelse med detaljregulering av planområdet inklusive bebyggelsesplan må områdestabiliteten utredes nærmere (nye stabilitetsberegninger og vurderinger) og det må utarbeides planer for stabiliserende tiltak.

Det må påregnes behov for noen spredte supplerende grunnundersøkelser i selve planområdet, spesielt i området hvor det eventuelt planlegges grunnarbeider av betydning (dype utgravinger, større oppfyllinger, større bygg etc.). Det kan også bli aktuelt med grunnundersøkelser utenfor planområdet.

Iht. NVEs veileder nr. 7-2014 er det krav om uavhengig kvalitetssikring (uavhengig kontroll) av utredning av områdestabilitet i forbindelse med detaljregulering.

### 5.2 Kostnader

Uten spesifikke planer for utbygging av eiendommen blir det vanskelig å anslå kostnader for tiltak som medfører tilfredsstillende stabilitet. Basert på tidligere oppdrag og kunnskapen vi har om området i dag må det forventes kostnader i størrelsesorden ca. 500 000 - 1 000 000 kr for geotekniske undersøkelser og vurderinger i forbindelse med en eventuell utbygging.

## 6 Konklusjon

Stabilitetsberegninger viser at stabiliteten for deler av området er for lav og at det må utføres stabiliserende tiltak i form av oppfylling i ravinedal og nedslaking av skråningstopper. Det kan også være aktuelt med en motfylling mot vest (utenfor planområdet).

Det vil være nødvendig med noen supplerende grunnundersøkelser og nye stabilitetsberegninger i forbindelse med utbygging av området.

Området i sør vurderes som byggbart uten tiltak og området i nord vurderes som byggbart med forutsetning om stabiliserende tiltak.

## 7 Referanser

- /1/ Trondheim kommune, Kommunalteknikk, Geoteknisk avdeling, rapport R.1593 «Skjetleinskogen» (28. mai 2014)
- /2/ Trondheim kommune, Kommunalteknikk, Geoteknisk avdeling, rapport R.1593-4 «Skjetleinskogen, supplerende grunnundersøkelser» (20. november 2014)
- /3/ Trondheim kommune, Kommunalteknikk, Geoteknisk avdeling, rapport R.1593-2 rev.03 «Skjetleinskogen. Beregningsgrunnlag» (26. november 2014)
- /4/ Trondheim kommune, Kommunalteknikk, Geoteknisk avdeling, rapport R.1593-3 rev.01 «Skjetleinskogen. Områdestabilitet, stabilitetsberegninger» (10. desember 2014)
- /5/ Multiconsult ASA, datarapport grunnundersøkelser 413374-2 rev. 01 «Høiseth (18. april 2012)
- /6/ Multiconsult ASA, geoteknisk vurdering for reguleringsplan 413374-RIG-RAP-002 rev. 01 «Lund Østre – Trinn 2» (2. juli 2014)
- /7/ Multiconsult ASA, datarapport 418464-RIG-RAP-001 «Ust Vestre» (25. januar 2017)
- /8/ Multiconsult Norge AS, geotekniske vurderinger for detaljregulering 418464-RIG-RAP-001 «Ust Vestre» (27. mars 2017)
- /9/ NVE, retningslinjer 2-2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar» (rev. mai 2014)
- /10/ NVE, veileder 7-2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» (april 2014)