



RAPPORT

OPPDRAGSNAVN: Nytt bofellesskap i Trondheim kommune

EMNE: Geoteknisk forutsetningsrapport

DOKUMENTKODE: 1004972-GEO-001-20230331





Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument WSP Norge AS.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. WSP Norge har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra WSP Norge.

RAPPORT

Oppdragsnavn:	Nytt bofellesskap i Trondheim kommune		
Oppdragsgiver:	Trondheim kommune		
Kontaktperson:	Anne Grete Valstad		
Emne:	Geoteknisk forutsetningsrapport		
Dokumentkode:	1004972-GEO-001-20230331		
Ansvarlig enhet:	Geo	Utført av:	XMV
Tilgjengelighet:	Åpen	Dato:	31.03.2023

SAMMENDRAG:

I forbindelse med bygging av ett nytt bofellesskap på Østmarkveien 28 (gnr./bnr. 413/58), har WSP Norge AS fått som oppgave utarbeide et geoteknisk notat. Tomta ligger på nordvestsiden av en høyde i terrenget. Trondheim kommune har utført grunnundersøkelse i tomten (2022 og 2023); som har visst at dybde til fjell som variere fra 0,52m til 5,20, men noe steder også observert fjell i dagen. Med grunnlag i de geotekniske og geologiske forholdene ved Østmarkveien 28 (gnr./bnr. 413/58) vurderes eiendommen i stor grad egnet til bebyggelse.

Basert på tiltakets kompleksitet og vanskelighetsgrad, samt kunnskap om geologiske forutsetninger er følgende klassifiseringer iht. standarder og forskrifter foreslått:

- Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC): 2
- Geoteknisk kategori (GK): 2
- Tiltaksklasse (TK): 2
- Kontrollklasse: PKK2 og UKK2

Det stilles krav om uavhengig kontroll ettersom prosjektet er satt i tiltaksklasse 2. Kontrahering av kontrollfirma må gjøres av byggherre.

Tiltaket er vurdert å tilfredsstille krav i TEK17.

Grenseverdi for vibrasjoner på byggverk i forbindelse med eventuelle sprengningsarbeid ved bergskjæring er beregnet til 45 mm/s for vanlige boligbygg. Innen sprengarbeid starter, må det utføres en bygningsbesiktigelse samt vurdering av rystelsesmålinger med installering av rystelsesmålere iht. standard.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
1.0	12.3.2025	Sladet revisjon pga. untatt offentligheten	XAVIER MIQUEL	LARS JØRGEN	ROLF E. ANDERSEN
0.0	31.03.2023		XAVIER MIQUEL	LARS JØRGEN	ROLF E. ANDERSEN

INNHOILDSFORTEGNELSE

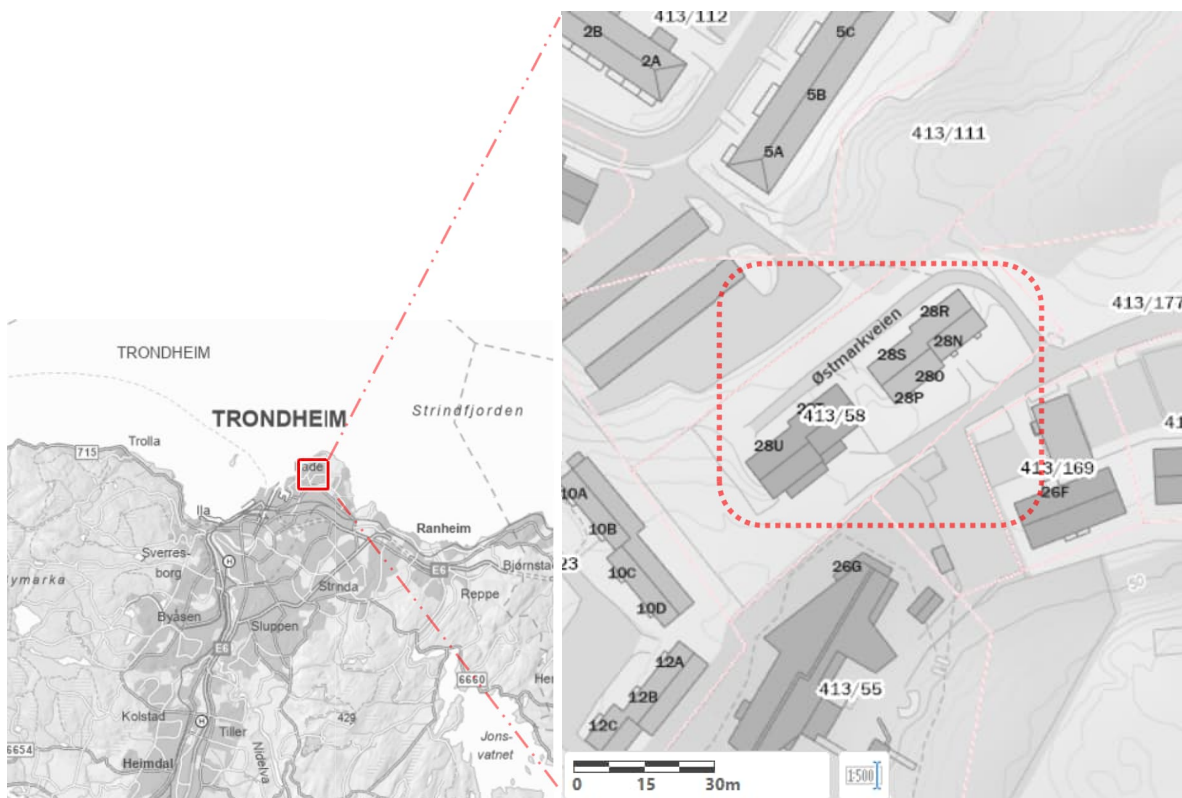
1.	INNLEDNING	5
2.	TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD	6
2.1.	Topografi.....	6
2.2.	Grunnforhold	7
2.2.1.	Berggrunn	7
2.2.2.	Løsmasser	8
2.2.3.	Grunnvann	8
2.3.	Geoteknisk grunnundersøkelse	8
3.	NATURFARE OG RADON	9
3.1.	Flomsoner	9
3.2.	Snøskred, steinsprang og jordskred	10
3.2.1.	Radon.....	10
4.	PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER.....	11
4.1.	Pålitelighetsklasse (CC/RC).....	11
4.2.	Geoteknisk kategori	12
4.3.	Tiltaksklasse geoteknikk – SAK10	12
4.4.	Krav til kvalitetssystem	12
4.5.	Krav til prosjekteringen (NS EN 1997-1 – nasjonalt bestemte parametere)	12
4.6.	Krav til konstruksjonssikkerhet (TEK 17, § 10.1)	13
4.7.	Grunntype og seismiske klasse.....	13
4.8.	Krav til kontroll av prosjektering og utførelse	13
4.8.1.	Kontroll av prosjektering og utførelse (NS-EN 1990)	14
4.8.2.	Uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse (SAK10)	14
5.	GEOTEKNISK VURDERING.....	14
5.1.	Stabilitet	14
5.1.1.	Områdestabilitet	14
5.1.2.	Lokalstabilitet	15
5.2.	Fundamentering.....	15
5.2.1.	Dimensjonerende Bæreevne – Fundamentering på Spengstein/berg og komprimert sprengsteinsfylling	15
5.3.	Setninger.....	16
5.4.	Telefare.....	16
5.5.	Radon.....	16
5.6.	Berguttak	16
5.6.1.	Forberedende arbeider - Bygningsbesiktigelse	16
5.6.2.	Uttaksmetoder.....	16
5.6.3.	Anbefalt sikring av byggegrøp	17
5.7.	Kontroll i anleggsfasen	17
5.7.1.	Vibrasjoner	17
6.	GRUNNVANN OG VANNHÅNDTERING.....	18
7.	OPPSUMMERING	19
7.1.	Setninger.....	19
7.2.	Områdestabilitet	19
7.3.	Lokalstabilitet	19
7.4.	Før berguttak	19
7.5.	Under/etter berguttak	19
8.	REFERANSER	20

1. INNLEDNING

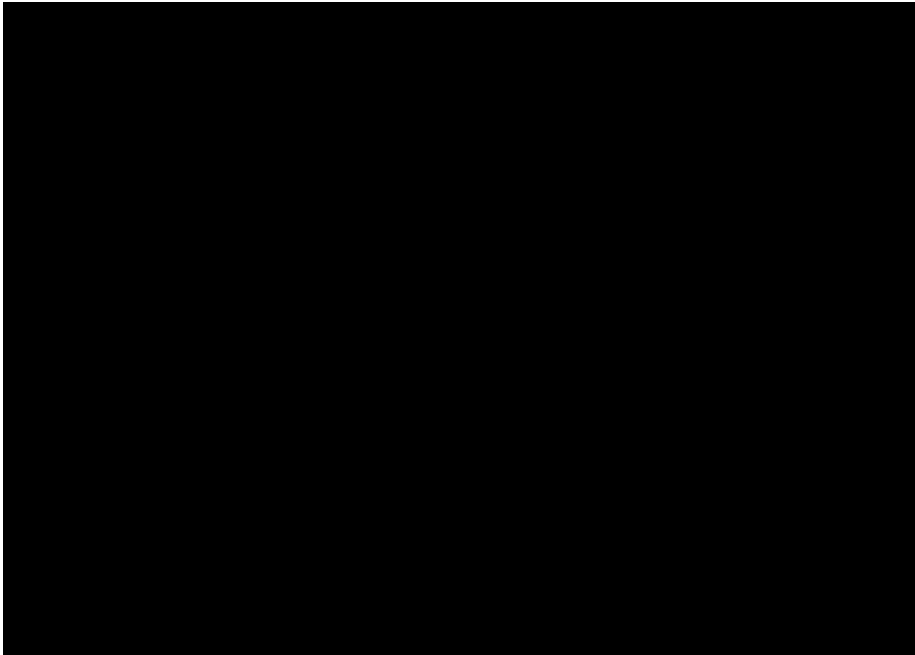
Det skal bygges et nytt bofelleskap på Østmarkveien 28 (gnr./bnr. 413/58) i Trondheim kommune. Deler av tomten skal bli brukt som uteområde. Figur 1 viser plassering av eiendommen og figur 2 viser situasjonskart til nybygget. Nybygget skal ha kjeller nivå (U1) og 3 etasjer. Eksisterende bebyggelse skal rives.

WSP Norge AS er engasjert for å vurdere geotekniske grunnforhold på eiendommene og utarbeide et geoteknisk notat til byggesak.

Østmarkveien 28 ligger i et relativt flatt terreng (ca. kote +40–45), bestående av løsmasser og noe fjell i dagen. Denne rapporten tar for seg en vurdering av de geotekniske og geologiske forholdne ved eiendommen.



Figur 1: Eiendommen er plassert ved Østmarka på Trondheim. /3/

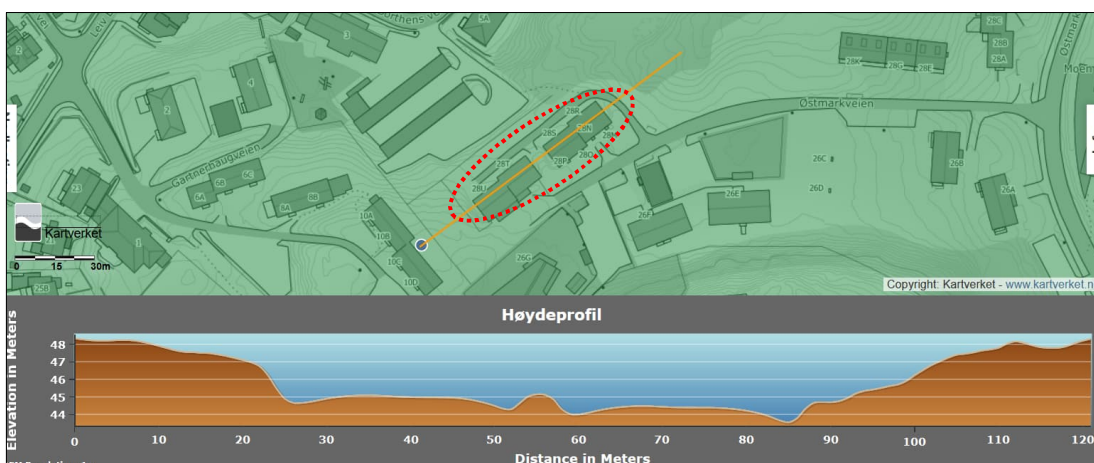


Figur 2: Situasjonsskart for planlagt utbygging (forprosjekt 10.03.2023, Bergersen Arkitekter)

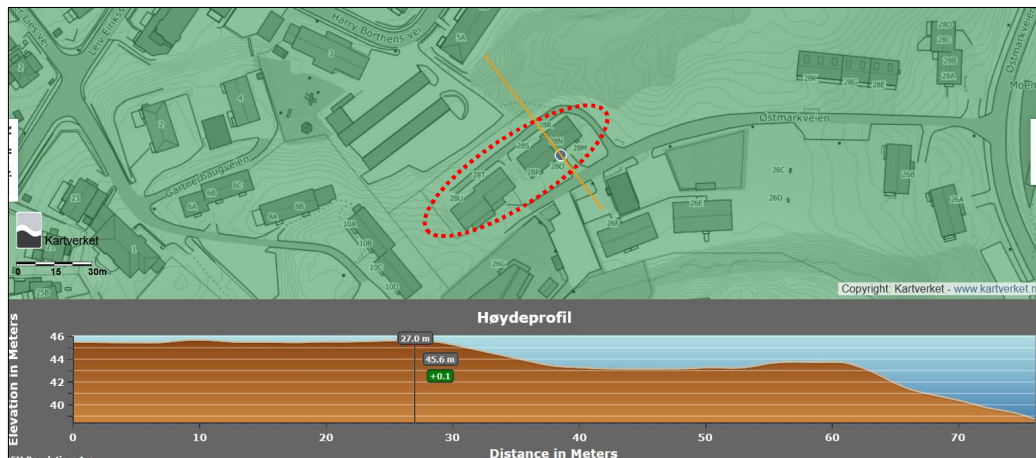
2. TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

2.1. TOPOGRAFI

Som figur 3 og figur 4 viser, er terrenget ganske flatt nord og sør fra tomten, med en svak fall mot nord-vest.



Figur 3: Terrenget i et profil i retning SV-NØ i undersøkelsesområdet (rød stipling). /4/



Figur 4: Terrenget i et profil i retning SØ-NV i undersøkellesområdet (rød stipling). /4/

2.2. GRUNNFORHOLD

Grunnforholdene er beskrevet på grunnlag av:

- Kartstudier
- Geotekniske grunnundersøkelser utført av Trondheim kommune /18/ og /19/

2.2.1. BERGGRUNN

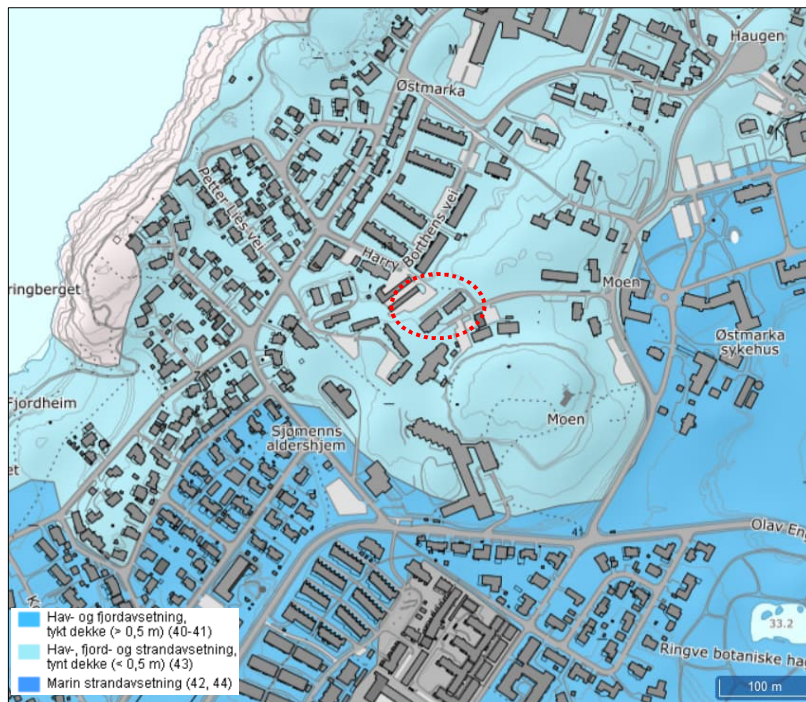
NGUs berggrunnskart (jf. figur 5) viser at berggrunnen i området hovedsakelig består av grønnstein (metabasalt) og grønnskifer (udifferensiert).



Figur 5: Berggrunnskart med grønnstein (metabasalt) /1/.

2.2.2. Løsmasser

Marin grense i Trondheim kommune ligger på ca. kote +175, og tiltaksområdet ligger dermed i sin helhet under marin grense. NGUs kvartærgeologiske kart (jf. figur 6) beskriver løsmassene i området som hav-, fjord- og strandavsetning, tynt dekke (< 0,5 m) over berggrunnen.



Figur 6: Løsmassekart /2/.

2.2.3. Grunnvann

Grunnvannet var ikke kartlagt ved Østmarkveien 28 ved grunnundersøkelsene 2022. I forbindelse med grunnundersøkelsen 2023 /19/, det ble montert en elektrisk poretryksmåler inn i fjell.

Resultatene fra den installerte poretryksmåleren viste urealistiske målinger. Målingen kan derfor ikke brukes til å fastslå grunnvannsnivå i området.

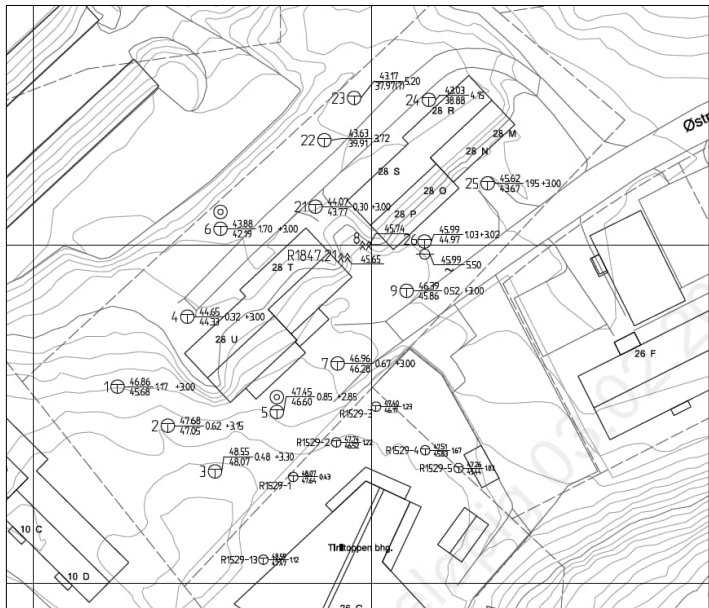
Tabell 1 – Poretryksmåler/piezometer og antatt grunnvannsnivå.

Borpunkt	Terrenghøyde (NN2000)	Spissdybde (NN2000)	Type EL/H	Antatt GV-nivå (NN2000), forutsatt hydrostatisk poretrykk
26	+45,99	+40,49	EL	Måler viser urealistiske verdier

2.3. GEOTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE

Geotekniske grunnundersøkelser er utført av Trondheim kommune i 2022 /18/ og i 2023 /19/ .

Dybden til berg på planlagt byggeområde varierer generelt mellom ca. 0,0 og 5,2 m i sonderingspunktene (jf. figur 7). Prøvetakingen viser at løsmassene over fjell består av en blanding av sand, grus og leire.

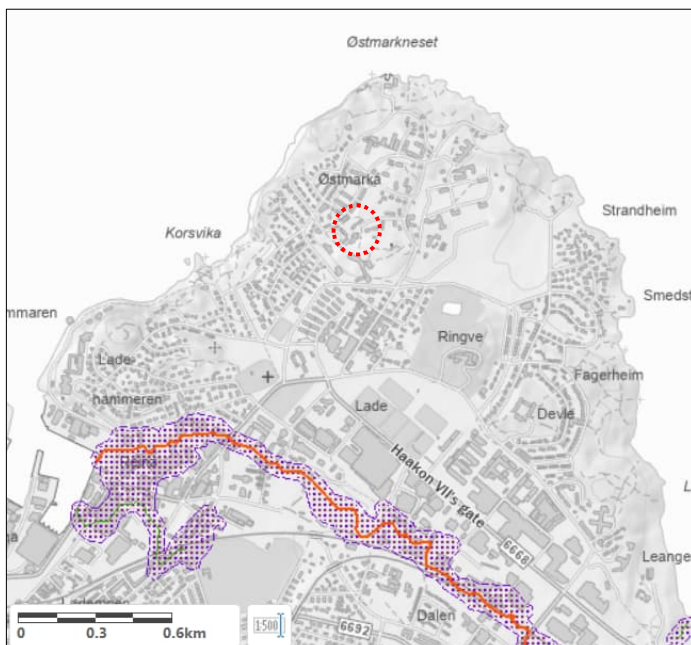


Figur 7: Geoteknisk grunnundersøkelse kart. /18/ og /19/

3. NATURFARE OG RADON

3.1. FLOMSONER

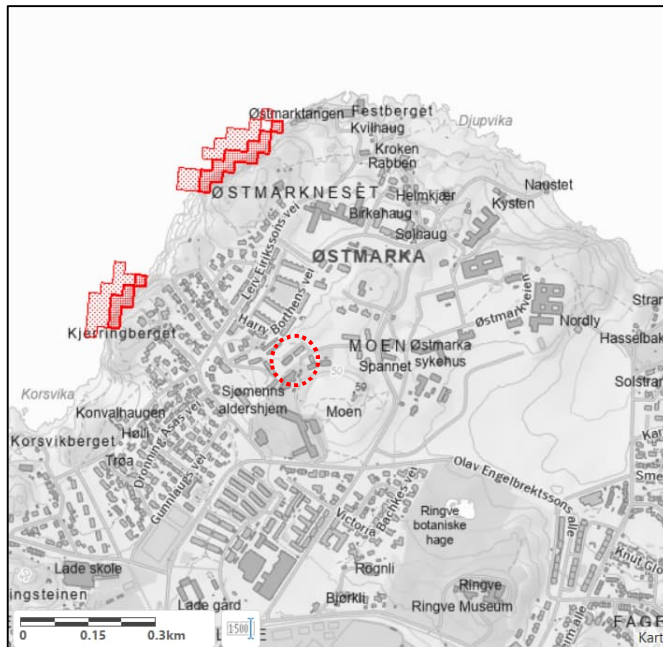
NVEs aktsomhetskart for flom (jf. figur 8) viser at det ikke er fare for flom i tiltaksområdet.



Figur 8: Flomaktsomhetsområde (rosa polygon) – NVEs aktsomhetskart for flom /3/. Planområdet markert i rødt.

3.2. SNØSKRED, STEINSPRANG OG JORDSKRED

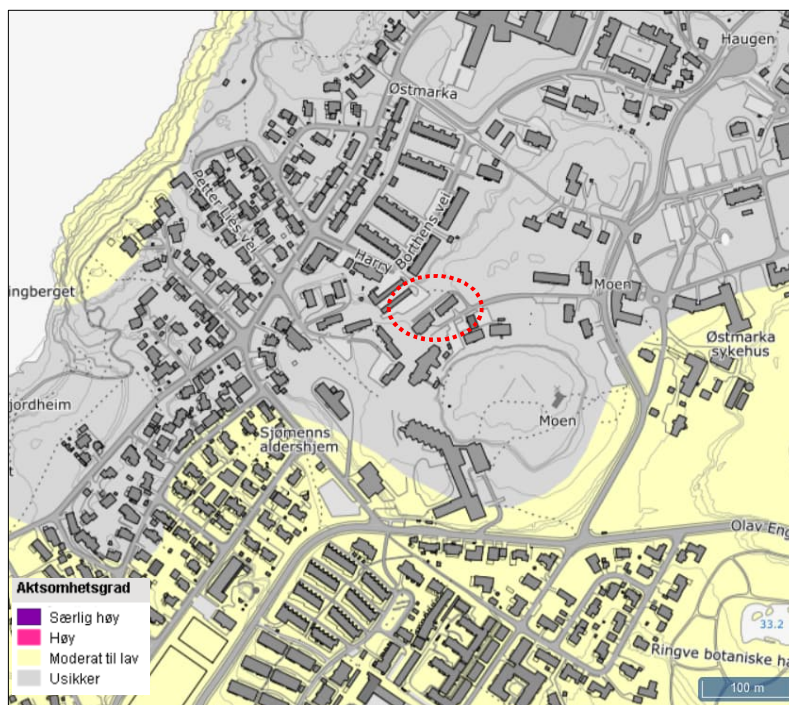
NVEs kart «Aktomhetskart for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred» (jf. figur 9) /3/ viser at utbyggingsområdet ikke ligger innenfor eller nær områder beskrevet med «potensiell skredfare».



Figur 9: Utløsningsområder (rød polygon) ligger lang unna tiltaksområdet (rød cirkel). /3/

3.2.1. RADON

NGUs kart «Nasjonalt aktsomhetskart for radon» /5/ klassifiserer aktsomheten for radon for planområdet som «usikker» (jf. figur 10).



Figur 10: Aktsomhetskart for radon /5/. Planområdet markert i rødt.

4. PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

I forbindelse med prosjekteringsarbeidet vil følgende lovverk og standarder legges til grunn:

Prosjektering

- NS-EN 1990-1:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurocode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013/NA2020 (Nasjonalt tillegg. Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1. Allmenne regler)
- NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 (Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2. Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver)
- NS 8141-1-2022: Vibrasjoner og støt

Avhengig av bl.a. grunnforhold ev. også:

- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013/NA:2021 (Nasjonalt tillegg. Eurocode 8. Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1. Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger)
- NS-EN 1998-5:2004+NA2014 (Eurocode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 5. Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold)
- TEK17 (byggeteknisk forskrift)

Kontroll

- NS-EN 1990-1:2002+A1:2005+NA:2016 (NA.A1.3.1(903)) og (NA.A1.3.1(904))
- SAK10 (saksbehandlingsforskriften, kap. 14 – Kontroll av tiltak)

4.1. PÅLITELIGHETSKLASSE (CC/RC)

I Eurokode 0 – NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Tabell NA.A1 (901), er det gitt veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Basert på dette, og beskrivelsen av planlagt utbygging (mest sannsynlig fundamentering på fjell og delvis på sprengstein), vurderes det at tiltaket legges i pålitelighetsklasse CC/RC 2 («Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunns anlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold») til grunn for den planlagt bygg (jf. figur 11). Dette skal vurderes nærmere av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) for detaljprosjekteringen før bygging.

Tabell NA.A1(901) – Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse 2) (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				x
Dammer		x	(x)	
Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien			x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller ¹⁾		(x)	x	(x)
Veg- og jernbanebruer			x	
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre, forsamlingslokaler, osv.)		(x)	x	
Kal- og havneanlegg		x	(x)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer		x	(x)	
Industrianlegg		x	(x)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		x	(x)	
Oppdrettsanlegg		x	(x)	
Landbruksbygg	(x)	x		
Feste av kledninger, takteking og lignende komponenter	x	(x)		
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	x	(x)		
Småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv.	x			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	x			

¹⁾ Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.
²⁾ Kryss uten parentes angir normalt valg av pålitelighetsklasse.

Figur 11: Veiledende eksempler for bestemmelser av pålitelighetsklasse

4.2. GEOTEKNISK KATEGORI

I NS-EN 1997-1:2004+A1:2013/NA2020 (Eurocode 7: Del 1) stilles det krav til den geotekniske prosjekteringen iht. til ulike geotekniske kategorier. Valget gjøres basert på beskrivelser av de ulike kategoriene i kap. 2.1 Krav til prosjektering. Tiltaket vurderes plassert i geoteknisk kategori 2 som omfatter «konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vesentlig grunn- eller belastningsforhold». Grunnforholdene anses som enkle iht. kvantitative geotekniske data og analyser. Risiko med hensyn til områdestabilitet (jf. 5.1.1) eller bevegelser i grunnen er minimal, og utgraving under grunnvannsnivå vil være problemfri. Dette skal vurderes nærmere av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) for detaljprosjekteringen før bygging.

4.3. TILTAKSKLASSE GEOTEKNIKK – SAK10

Geotekniske oppgaver (prosjektering og utførelse) i en byggesak inndeles i tiltaksklasser iht. bestemmelser i plan- og bygningsloven og byggesaksforskriftens (SAK10) «Kapittel 9 Foretak og tiltaksklasser § 9-4. Oppdeling i tiltaksklasser». På bakgrunn av beskrivelsen av planlagt utbygging i planbeskrivelsen, vurderes det at tiltaket plasseres i tiltaksklasse 2. Tiltaksklasse 2 «omfatte byggverk hvor prosjektering kan skje etter anerkjente forutsetninger, beregningsmetoder og teknisk prinsipper». Dette skal vurderes nærmere av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) for detaljprosjekteringen før bygging.

4.4. KRAV TIL KVALITETSSYSTEM

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig.

4.5. KRAV TIL PROSJEKTERINGEN (NS EN 1997-1 – NASJONALT BESTEMTE PARAMETERE)

Parametere skal velges iht. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013/NA2020.

4.6. KRAV TIL KONSTRUKSJONSSIKKERHET (TEK 17, § 10.1)

I henhold til TEK 17 § 10.1 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (dvs. også innarbeidede Eurokoder). Ved prosjektering basert på Eurokodene (NS-EN) som angitt i punkt 2.1 i standarden, vil kravet til konstruksjonssikkerhet i TEK 17 § 10.1 være oppfylt.

4.7. GRUNNTYPE OG SEISMISKE KLASSE

Fastlegging av grunntype og seismisk klasse, er nødvendig for prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning («jordskjelvlaster»). NS-EN 1998-1:20004+NA:2021 tabell NA.3.1 Grunntyper (jf. figur 12; /12/) beskriver stratigrafiske profiler (løsmasseforholdene) som skal legges til grunn for valg av jordtype. Basert på de geologiske beskrivelsene tidligere i rapporten antas det at disse tilsvarer grunntype A basert på om bygning delvis direkte fundamenteres på fjell eller løsmasser. Dette vil bli nærmere vurdert av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) før utbygging.

Tabell 3.1 – Grunntyper

Grunntype	Beskrivelse av stratigrafisk profil	Parametere		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (slag/30cm)	G_u (kPa)
A	Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 m svakere materiale på overflaten.	> 800	–	–
B	Avleiringer av svært fast sand eller grus eller svært stiv leire, med en tykkelse på flere titalls meter, kjennetegnet ved en gradvis økning av mekaniske egenskaper med dybden.	360 – 800	> 50	> 250
C	Dype avleiringer av fast eller middels fast sand eller grus eller stiv leire med en tykkelse fra et titalls meter til flere hundre meter.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Avleiringer av løs til middels fast kohesjonsløs jord (med eller uten enkelte myke kohesjonslag) eller av hovedsakelig myk til fast kohesjonsjord.	< 180	< 15	< 70
E	En grunnprofil som består av et alluviumlag i overflaten med v_s -verdier av type C eller D og en tykkelse som varierer mellom ca. 5 m og 20 m, over et stivere materiale med $v_s > 800$ m/s.			
S_1	Avleiringer som består av eller inneholder et lag med en tykkelse på minst 10 m av bløt leire/silt med høy plastisitetsindeks ($PI > 40$) og høyt vanninnhold.	< 100 (indikativ)	–	10 - 20
S_2	Avleiringer av jord som kan gå over i flytefase (liquefaction), sensitive leirer eller annen grunnprofil som ikke er med i typene A – E eller S_1 .			

Figur 12: Tabell 3.1 Grunntyper /12/

NS-EN 1998-1:20004+NA:2021 tabell NA.3.1 Seismisk klasse bestemmes i henhold til Eurokode 8 (del 1) pkt. 4.2.5 (tabell 4.3). Nytt bofelleskap bygg plasseres normalt i seismisk klasse III også tabell NA.4(902) i standarden. Dette vil bli nærmere vurdert av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) før utbygging.

4.8. KRAV TIL KONTROLL AV PROSJEKTERING OG UTFØRELSE

Kontroll av prosjektering og utførelse vil bli nærmere vurdert og beskrevet av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) før utbygging (til ramme-/IG-søknad). Foreløpig antas det kontroll som beskrevet i det følgende.

4.8.1. KONTROLL AV PROSJEKTERING OG UTFØRELSE (NS-EN 1990)

Krav om kontroll av prosjektering og utførelse følger av bestemmelser i NS-EN 1990:2002+NA:2016 og SAK10 (kap. 14-2). Basert på pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 vil dette normalt føre til prosjekteringskontrollklasse 2 (PKK2) og utførelseskontrollklasse 2 (UKK2) som vist i tabell 2. Det vil si grunnleggende egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll for både prosjektering og utførelse. Utvidet kontroll i PKK2 og UKK2 kan begrenses til kontroll av at egen- og sidemannskontroll er utført og dokumentert av de ansvarlige foretakene. Dette vil bli nærmere vurdert og beskrevet av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) før utbygging (til IG-søknad).

Tabell 2: Oversikt over kontrollkrav. Kontrollkrav for dette prosjektet er markert i rødt. Tabellen er laget etter tabell NA.A1 (902) og tabell NA.A1 (903) /10/.

Valg av prosjekteringskontrollklasse/ utførelseskontrollklasse		Kontrollform					
		Prosjektering			Utførelse		
Pålitelighets- klasse	Minste kontrollklasse	Egen- kontroll	Intern systematisk kontroll	Utvidet kontroll	Egen- kontroll	Intern systematisk kontroll	Utvidet kontroll
1	PKK 1/ UKK 1	kreves	kreves ikke	kreves ikke	kreves	kreves ikke	kreves ikke
2	PKK 2/ UKK 2	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves
3	PKK 3/ UKK 3	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves
4	Skal spesifiseres/ UKK3 med tilleggsbestemmelser	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves

4.8.2. UAVHENGIG KONTROLL AV PROSJEKTERING OG UTFØRELSE (SAK10)

Plassering av tiltaket (utbygging i henhold til planen) utløser krav om uavhengig kontroll for geoteknisk prosjektering (PRO) og utførelse (UTF) iht. saksbehandlingsforskriften (SAK10) kap. 14-2 siste ledd. Når prosjektering, utførelse og kvalitetssikring er gjennomført i samsvar med relevant, gjeldende Norsk Standard med kontrollanvisninger (eller likeverdig europeisk standard) begrenses da kontrollkravet til kontroll av at standardens anvisninger er fulgt.

Dette vil bli nærmere vurdert og beskrevet av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) før utbygging (til IG-søknad).

5. GEOTEKNISK VURDERING

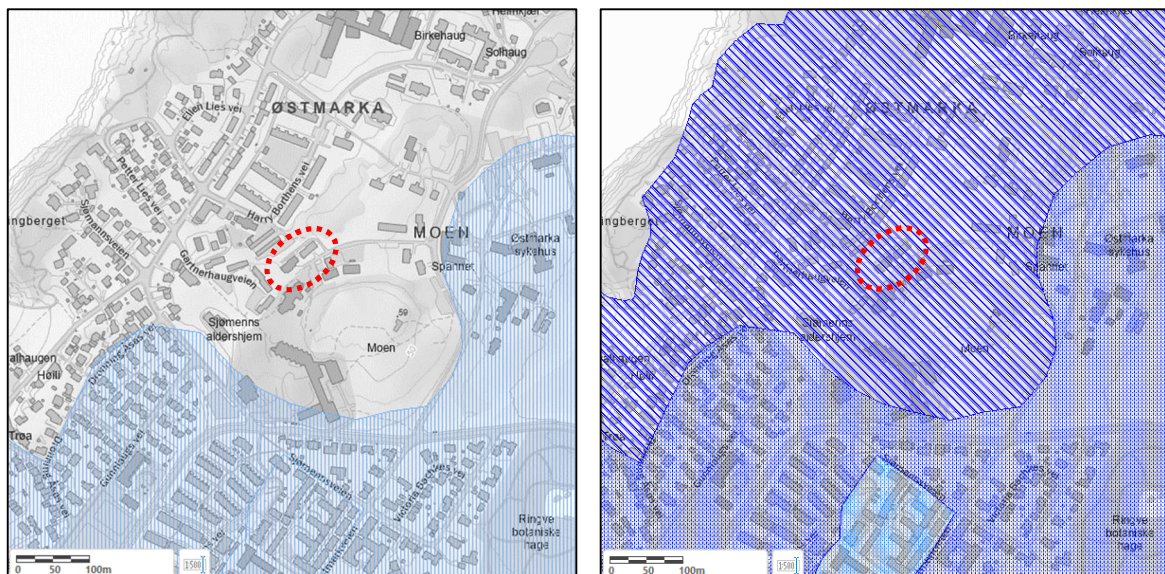
Med bakgrunn i kartdata og resultatene fra utførte geotekniske grunnundersøkelser er det gjort geotekniske vurderinger mht. utbygging av et nytt bofelleskap ved Østmarkveien 28.

5.1. STABILITET

5.1.1. OMRÅDESTABILITET

Eiendommen ligger under marin grense i flg. NVE /3/, og dermed med mulighet for marin leire (MML) som beskrevet i kap. 2.2.2. NGUs MML-kart /2/ angir muligheten som «Svært stor, men

usammenhengende/tynt». Resultater grunnundersøkelsen og prøvetaking i to punkter påvist en blanding av sand, grus og leire ned til fjell (dvs. ingen tegn til løsmasser med sprøbruddegenskaper). Områdestabiliteten kan derfor vurderes som tilfredsstillende iht. NVE-veileder 1/2019 /15/.



Figur 13 – Marin grense (til venstre) og mulighet for sammenhengende forekomster marin leire iht. NGU (til høyre) /3/

5.1.2. LOKALSTABILITET

Kjelleren og delvis første etasje skal graves/sprenges/pigges ned i eksisterende løsmasser/berg. Det forventes at meste parten av grunnarbeidene skal utføres i berg, men i områder hvor byggegroppen etableres i løsmasser må tas hensyn til at graveskråninger må være stabile. For graveskråninger i friksjonsjordarter (blanding av sand, grus og leire) og hvor det er plass til graveskråninger, må graveskråningene ikke være brattere enn maksimalt mellom 1:1 og 1:1,5. Fjellskjæringene må sikres midlertidig ved behov (jf. kap. 5.6.3).

Dette må vurderes av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk/ingeniør geolog (RIG) før og under grunnarbeidene.

5.2. FUNDAMENTERING

Løsmassene er beskrevet som en blanding av sand, grus og leire (jf. /18/). Mektigheten av løsmasser er registrert med tykkelse opp til 5,2 m. Midt på tomten er det berg (fjell) i dagen.

Under nesten halvparten av bygningen skal det være kjeller (U1). Det forutsettes at hele bygningen er direktefundamentert til fjell eller på komprimert sprengsteinsfylling over fjellet.

5.2.1. DIMENSJONERENDE BÆREEVNE – FUNDAMENTERING PÅ SPENGSTEIN/BERG OG KOMPRIMERT SPRENGSTEINSFYLLING

Bæreevne er avhengig av fundamentenes form, overdekning (dybde for uk fundament) og ev. horisontallaster. Bæreevne på sprengstein kan foreløpig settes til 400 kPa.

Dette er basert på følgende:

- Kun sentrisk/vertikal last (effektiv fundamentbredde er lik fundamentbredden)
- Fundamentering direkte på pukkpute/sprengstein
- Masser ikke fylles over fundamentene
- Fundamentbredde $\geq 0,5$ m

5.3. SETNINGER

Det forventes ikke setningsproblemer forutsatt at det undersprenges der fjellet ligger høyere enn u.k. fundament, og at sprengsteinsfyllinger komprimeres godt iht. vanlige krav (/16/). For ev. setninger på nabobygg vises det til kap. 6

5.4. TELEFARE

Løsmassene består av en blanding av sand, grus og leire. Det forutsettes at alle stedlige masser som kan være telefarlige (T3/T4) masseutskiftes med sprengstein.

5.5. RADON

Aktsomhetskartet viser «usikkert» aktsomhetsgrad. Det kan bety at det ikke er spesiell mistanke om høye nivåer. Selv om radonfaren vurderes som liten (jf. figur 10), må det alltid tas hensyn til krav til radonsikring i TEK17 ifb. detaljprosjektering. Dette er et RIB/RIBfy-ansvar.

5.6. BERGUTTAK

Dette kapitlet behandler berguttak og kontroll av arbeidene som skal gjøres ifb. etablering av byggegroppen der bergoverflaten ligger høyere enn underkant fundamenter.

5.6.1. FORBEREDENDE ARBEIDER - BYGNINGSBESIKTIGELSE

Før sprengningsarbeider og pigging begynner skal det utføres bygningsbesiktigelse for bygninger fundamentert på berg innenfor 50 m fra sprengningskilde (jf. Figur 8). For bygninger som er fundamentert på løsmasser skal det utføres bygningsbesiktigelse inntil 100 m fra sprengningskilden. På bakgrunn av funn og vurderinger gjort ifb. besiktigelsen vurderes antall og plassering av rystelsesmålere av RIG som en del av detaljprosjekteringen.

5.6.2. UTTAKSMETODER

Berguttaket vil foregå ved både sprengning og pigging. Vibrasjoner ved sprengning vil kunne ha påvirkning på de nærmeste boligene (innen en radius på 100 m) til der det sprenges.

Beregnete rystelseskrav er presentert i kap. Error! Reference source not found. skal overholdes til enhver tid, og behovet for forsiktig sprengning skal vurderes av bergsprengningsentreprenør.

Sprengningsarbeidet skal planlegges og utføres av sertifisert bergsprengningsleder og bergsprenger. Retningslinjer for begge disse er gitt i NFFs Håndbok 08 og skal følges (jf. /17/).

Det må utarbeides en sprengningsplan som blir oversendt prosjekterende for kontroll to uker før berguttaket skal starte. I tillegg til sprengningsplan skal ansvarlig bergsprenger utarbeide bore- og salveplan samt salverapport. Salveplanen skal utarbeides på bakgrunn av gjennomført risikovurdering.

Det skal brukes skytematter av tilstrekkelig tyngde for å unngå ukontrollert sprut fra salvene. Skytemattene skal dekke min. 2 m utenfor ytterste hull i hullraden for planlagt salve. Sammenkobling av flere skytematter samt forankring av mattene i bakkant skal fortløpende vurderes av bergsprenger. Bergsprenger skal gjøre revideringer til sprengningsplanen på bakgrunn av resultater fra salvene og de enkelte rystelsesmålingene ved naboeiendommene.

Ukontrollert steinsprut fra salver aksepteres ikke.

Det bør velges elektroniske tennere for å kunne måle og teste før salvene skytes. Med elektroniske tennere vil man også ha oversikt og mulighet til å analysere eventuelle salver som ikke gikk av iht. plan og en større sikkerhet ved detonasjonstidspunkt for den enkelte tenner.

5.6.3. ANBEFALT SIKRING AV BYGGEGROP

Bergskjæringen vil ha en gjennomsnittshøyde på ca. 3 m og maksimal antatt høyde på ca. 4-5 m. Der bergskjæringen er høyere enn 2 m vurderes aktuell sikringsmetode å være bolter og muligens fjellband. Ingeniørgeolog skal vurdere behovet for spotbolting underveis.

Det er vurdert at det ikke er behov for issikring, siden det ikke er planlagt permanent løsning med sprøytebetong. Forut for sikring skal bergskjæringen være rensket, utført som maskinell rensk og spettrensk. Generelt anbefales det at ustabile blokker øverst i bergskjæringen renskes ned fremfor å sikres. Etter dette vurderes endelig behov for permanent sikring av ingeniørgeolog. Det påpekes at utførelsen av sprengningsarbeidet vil påvirke det endelige sikringsbehovet. Det er derfor viktig at sprengningen blir utført skånsomt mot det gjenstående berget.

Løsmasser over fjelskjæringen skal fjernes i en bredde på 1m og med en graveskråning som anbefalt i kap. 5.1.2. Vurdering av behov for gjerde ovenfor bergskjæringen, for sikring av løsmasser og annet som kan falle ned fra skjæringen, eller andre løsninger må gjøres fortløpende i prosjektet i samråd med RIG (geoteknikk/ingeniørgeologi).

5.7. KONTROLL I ANLEGGSFASEN

5.7.1. VIBRASJONER

Vibrasjoner (rystelser) ved sprengning vil kunne skade bygg som ligger rundt området hvor det skal sprenges. Det er bygninger og konstruksjoner innen en radius på 100 m fra planlagt sprengningssted.

I forbindelse med sprengning og andre grunnarbeider skal det fastsettes grenseverdier (toppverdier) av vibrasjoner på byggverk iht. NS 8141:2022 «Vibrasjoner og støt – Måling av svingehastighet og beregninger av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk» /6/.

Tabell 3 viser beregnet grenseverdi fastsatt etter formelen $v = V_o \times F_g \times F_b \times F_m \times F_f \times F_d \times F_k$

- F_g – Grunnforholdsfaktor som tar hensyn til grunnforholdene der byggverket står,
- F_b – Byggverksfaktor som er avhengig av type, utforming og tilstand av byggverk,
- F_m - Material- og bygningsdetaljfaktor som tar hensyn til hovedmaterialene i byggverket,
- F_f - Fundamenteringsfaktor som er avhengig av hvordan byggverket er fundamentert i relasjon til grunnforholdene
- F_d – Avstandsfaktor som tar hensyn til avstanden mellom vibrasjonskilden og målepunktet
- F_k – kildefaktor som tar hensyn til egenskaper ved vibrasjonskilden.

Tabell 3: Grenseverdier (toppverdier) av vibrasjoner for vanlige boliger

Ukorrigert toppverdi	V_o			20,00
Grunnforhold	Hovedgruppe		Grunnforhold	↓↓
	F_g	Berg	Fast berg, fylling med komprimert sprengstein ≤ 2 m over berg	2,50
Byggverksfaktor	Type Byggverk			↓↓
	F_b	Type_byggverk	Boligbygninger	1,00
Hovedmaterialefaktor	Hovedmaterialer og bygningsdetaljer			↓↓
	F_m	Hovedmaterialer	Armert betong, stal, tre	1,20
Fundamenteringsfaktor	Fundamenteringsmåte			↓↓
	F_f	Fundamenteringsfaktor	Fundamentering på berg eller fylling med komprimert sprengstein og avrettingslag med pukk ≤ 2 m over berg eller i direkte kontakt med berg	1,00
Avstandsfaktor	Vibrasjonskilde		↓ ↓	
	F_d	Sprenging	10-100m	1,00
Material- og bygningsdetaljfaktor	Type virksomhet			↓↓
	F_k (*)	Kildefaktor	Sprengning i anleggsvirksomhet	1,00
Resultat	Grenseverdi for vibrasjoner			60,00 mm/s

Grenseverdi for vibrasjoner på byggverk i forbindelse med eventuelle sprengningsarbeid ved Østmarkveien 28 er beregnet til 60 mm/s for vanlige boligbygg.

Rystelseskravene er foreløpige og er beregnet ut ifra antatt fundamentering og byggemateriale på byggverket rundt arbeids området. Rystelseskravene er beregnet for den nærmeste boligen (Østmarkveien 26G).

Det skal gjennomføres bygningsbesiktigelse for å sjekke byggemateriale, fundamenteringsforhold og ev. skadeomfang på bygninger rundt før eventuelle sprengearbeider starter (jf. kap. 5.6.1). Avdekkes andre forutsetninger enn det som er lagt til grunn i beregningene, må det beregnes nye grenseverdier.

6. GRUNNVANN OG VANNHÅNDTERING

Som nevnt tidligere er det installert en poretrykksmåler inn i fjell, men det har ikke vært mulig å konkludere at det finns eller finns ikke grunnvann i tomten.

Det anbefales at dette undersøkes videre i neste fase ved å lese av flere målinger på den eksisterende poretrykksmåleren eller andre metoder. Ved prosjektering må man ta hensyn på at grunnvann kan drenere inn i byggegropa gjennom åpne sprekker og dette kan utføre setningsskader

til nærværende bygninger som kanskje er fundamentert på løsmasser. Dette må vurderes nærmere av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk/ingeniør geolog (RIG) før utbygging.

Vann i byggegropa kan reduseres ved å etablere pumpesump for utpumping av vann. Vann som pumpes ut av byggegropa, enten til terreng eller offentlig nett, må vurderes for innhold av forurensning og håndteres iht. gjeldende lovverk.

7. OPPSUMMERING

7.1. SETNINGER

Det forventes ikke setninger for oppføring av nytt bofelleskap bygning og på de nærliggende bygninger ifb. arbeidet, men dette må vurderes på nytt i detaljprosjekteringsfase med mer informasjoner om planlagt utbygging og grunnvann.

7.2. OMRÅDESTABILITET

Områdestabiliteten er vurdert til å være tilfredsstillende iht. NVE-veileder 1/2019.

7.3. LOKALSTABILITET

Det forventes at meste parten av gravearbeid skal utføres i fjell. For graveskråninger i friksjonsjordarter (blanding av sand, grus og leire) og hvor det er plass til graveskråninger, må graveskråningene ikke være brattere enn maksimalt mellom 1:1 og 1:1,5.

Fjellskjæringene må sikres midlertidig ved behov (jf. kap. 5.6.3).

Dette må vurderes av ansvarlig rådgivende ingeniør geoteknikk/ingeniør geolog (RIG) før og under grunnarbeidene.

7.4. FØR BERGUTTAK

Før berguttak kan starte må følgende punkter gjennomføres.

- Gjennomføre bygningsbesiktigelse og kartlegge tilhørende fundamenteringsforhold for nærliggende bygninger og konstruksjoner.
- Bekrefte grenseverdi for vibrasjoner mht. NS8141
- Vurdering og installering av vibrasjonsmålere på nærliggende bygninger og konstruksjoner.
- Vurdere behov for tiltak som sømboring og forbolting for å redusere rystelser.
- Grunnvann må undersøkes nærmere ifb. detaljprosjektering.

7.5. UNDER/ETTER BERGUTTAK

Berguttak må stedlig kontrolleres av ingeniørgeolog før andre arbeider kan starte i byggegrop. Følgende punkter skal kontrolleres.

- Bergstabilitet
- Behov for rensk og bergsikring.
- Innlekkasje av vann

8. REFERANSER

- /1/ Norges geologiske undersøkelse (NGU) 2022. Berggrunn (<http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>). Lastet ned: 15.12.2022
- /2/ NGU 2022. Løsmasser (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>). Lastet ned: 15.12.2022
- /3/ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) 2023. NVE-atlas: <https://atlas.nve.no/>
- /4/ Kartverket 2023. Høydedata: <https://hoydedata.no/>
- /5/ NGU 2023. Radon kart: https://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/
- /6/ Standard Norge 2013. *Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 2: Virkning av vibrasjoner på byggverk fra annen anleggsvirksomhet enn sprenging, og fra trafikk.* NS 8141-2:2013.
- /7/ Direktoratet for byggkvalitet 2011. *Byggsaksforskriften (SAK10) med veiledning.* Publikasjonsnummer HO-1/2011.
- /8/ Statens vegvesen 2020. Håndbok V225 Bergskjæringer.
- /9/ Norsk bergmekanikkgruppe 2011. *Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering.*
- /10/ Standard Norge 1990. Eurokode 0: *Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016.
- /11/ Standard Norge 1997. Eurokode 7: *Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler.* NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016.
- /12/ Standard Norge 2004/2014. Eurokode 8: *Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning.* NS-EN 1998-1:2004 + A1:2013 + NA:2014.
- /13/ Byggesaksforskriften (SAK10) 2010. *Forskrift om byggesak.* FOR-2010-03-26-488. Sist endret: 1.1.2020.
- /14/ Byggteknisk forskrift (TEK 17) 2018. *Forskrift om tekniske krav til byggverk.* FOR-2017-06-19-840. Sist endret: 11.6.2018.
- /15/ NVE, 2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper. Veileder 1/2019. Datert 12.2020.
- /16/ Standard Norge 2004. Komprimering — Krav og utførelse. NS 3458:2004
- /17/ NFF. 2014. Håndbok nr. 08. *Håndbok for utfører av bergsprengningsarbeid.* Hentet fra <http://nff.no/publikasjoner/handboker/>.
- /18/ Trondheim kommune, 2022. R1847-rev00. Østmarkveien 28M-28U – Datarapport. 20.10.2022.
- /19/ Trondheim kommune, 2023. R1847-3-rev00. Østmarkveien 28M-28U, supplerende grunnundersøkelser. 03.02.2023

WSP Norge AS

X

Utarbeidet av

X

Kontrollert av