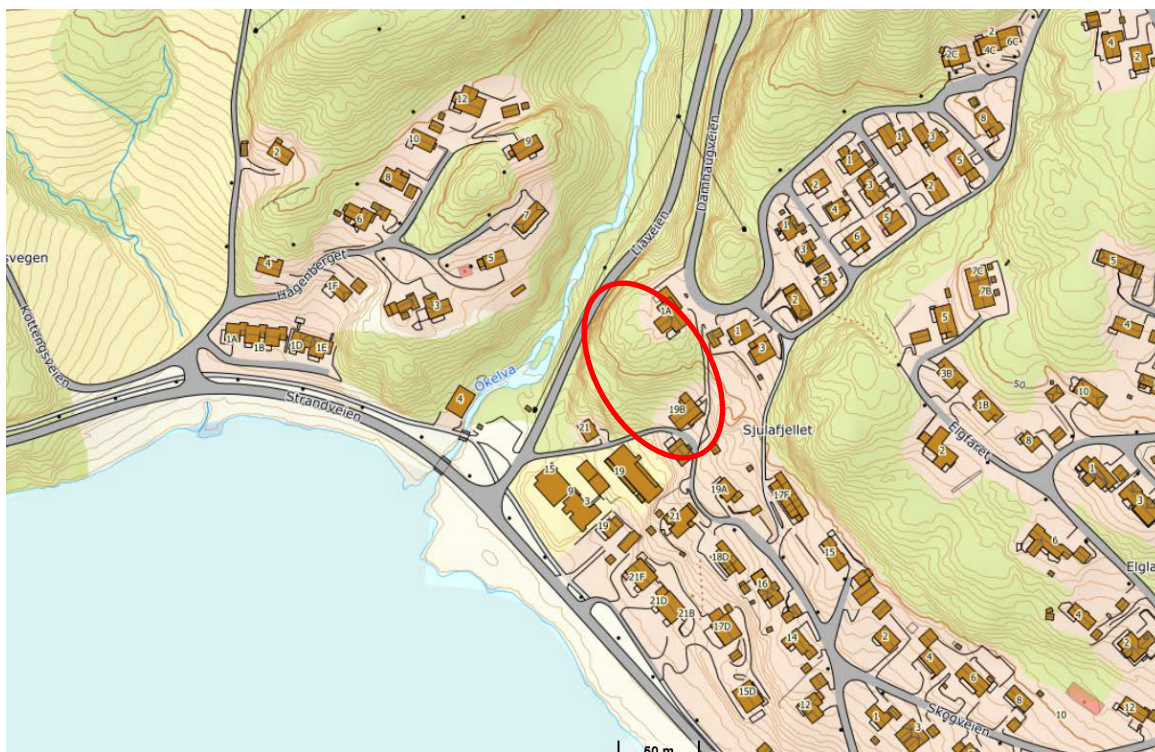


Notat	PROSJEKTNUMMER: 1324	PROSJEKT: Botngård Vestre. Regulering for boliger
FORFATTER: Neda Zderic Depina	<i>Neda Zderic Depina</i>	DATO: 2023-05-22
KONTROLL: Arnstein Watn		DATO: 2023-05-23
OPPDRAGSGIVER: Basse Riseth	REFERANSE:	GRADERING: Åpen

Bakgrunn

WatnConsult AS er bedt om å foreta en geoteknisk vurdering for regulering av en tomt i Botngård Vestre, parsellnummer 20/7 i Botngård. Det aktuelle området er vist i figur 1.



Figur 1: Det aktuelle området.

Figur 2 viser en oversikt over den aktuelle tomte fra reguleringsplanen /8/. Den aktuelle tomte er oppdelt i 6 underområder, BF1-BF6.



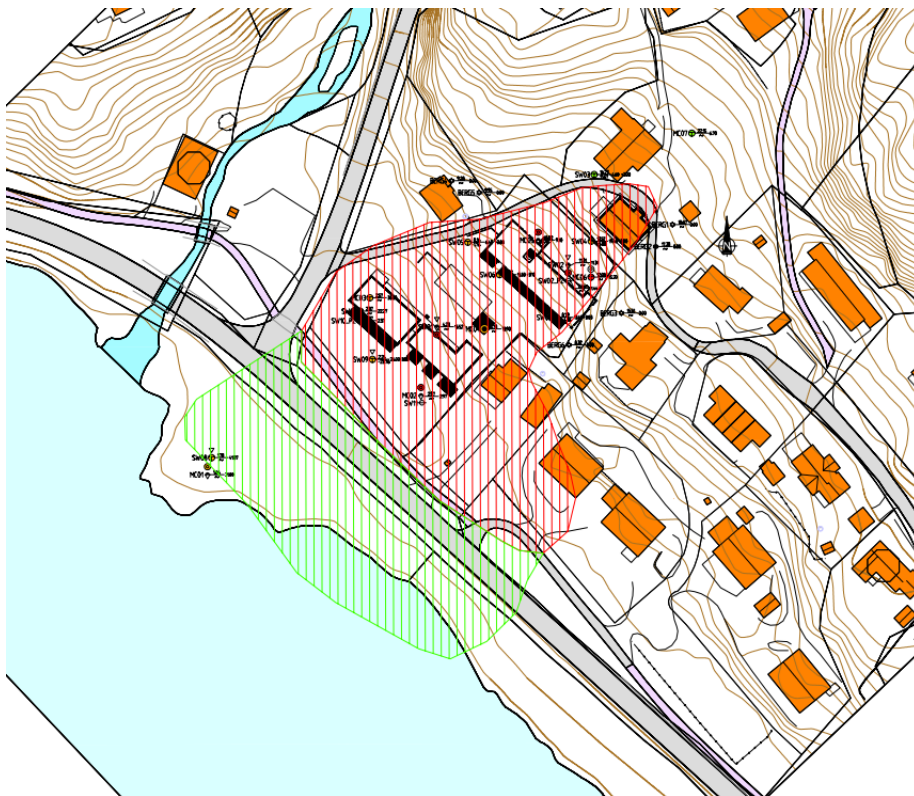
Figur 2: Bestemmelsesområder på den aktuelle tomte /8/.

Utbygging av 4 boliger er planlagt på BF3-BF6 med følgende forutsetninger /8/:

- BF4-BF6 skal bygges med sokkel
- BF4 med maks byggehøyde kote 30 moh
- BF5 og BF6 med maks byggehøyde kote på 29 moh

Reguleringsplanen spesifiserer at BF1 og BF2 dekker løснеområdet for en kvikkleiresone (se figur 3) som ble utredet i en geoteknisk vurdering som ble gjennomført av SWECO /5/ i forbindelse med utbygging av naboområdet. På grunn av kvikkleire i det aktuelle området, spesifiserer reguleringsplanen /8/ at det ikke er tillatt med boligbebyggelse på BF1 og BF2 da et ras på tomten nedenfor kan strekke seg opp til bestemmelsesområdet. Innenfor BF1 og BF2 kan det gjennomføres tiltak som er klassifisert som K0/K1 i NVE-veileder 1/2019 /7/, eksempelvis garasjer, boder, private/kommunale veger, lokale VA-anlegg. Tiltak innenfor bestemmelsesområdet skal medføre lite personopphold og ingen tilflytting av personer.

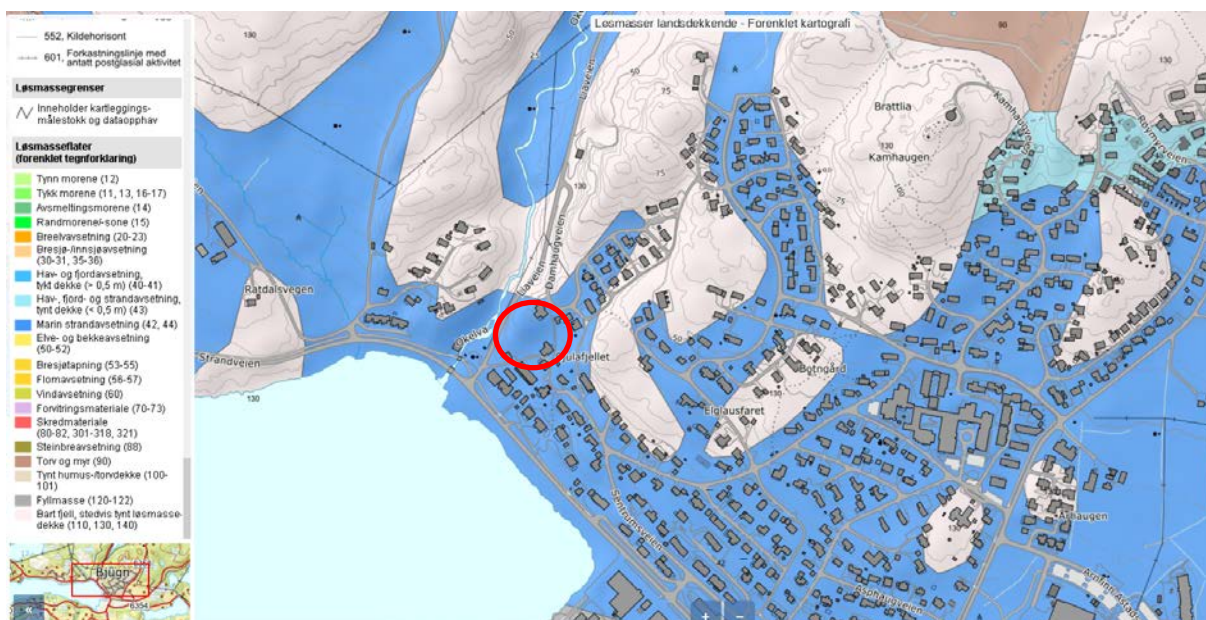
Figur 3 viser løсне- og utløpsområder som ble identifisert av Sweco knyttet til utbyggingen av nabotomte /5/.



Figur 3: Kvikkleiresone, løsne- og utløpsområder, Sweco rapport /5/.

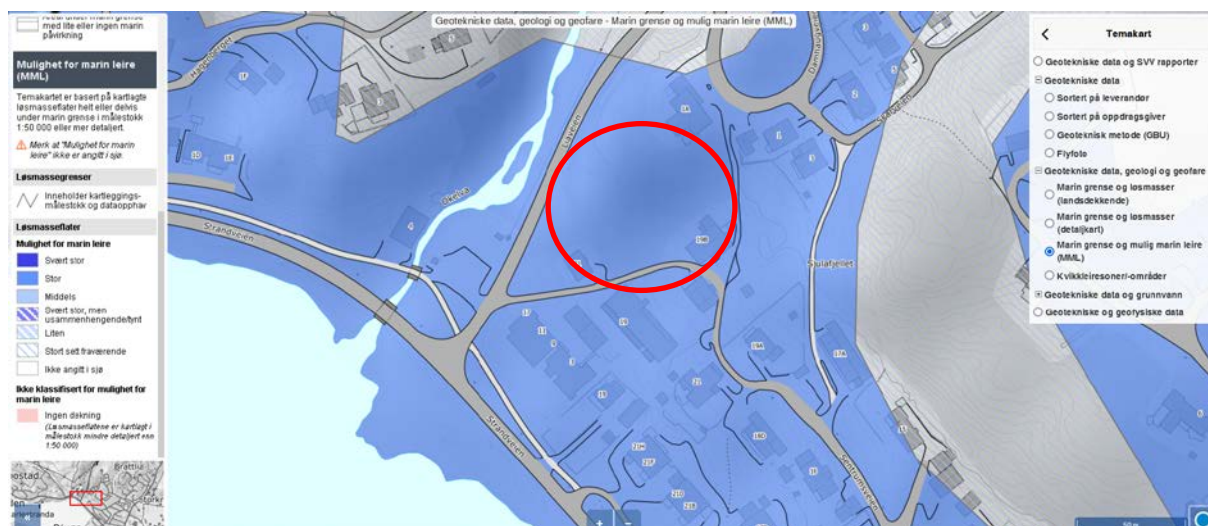
Grunnforhold

Løsmassekart fra NGU /1/ i figur 4 viser at området ligger i et område med marin strandavsetning.



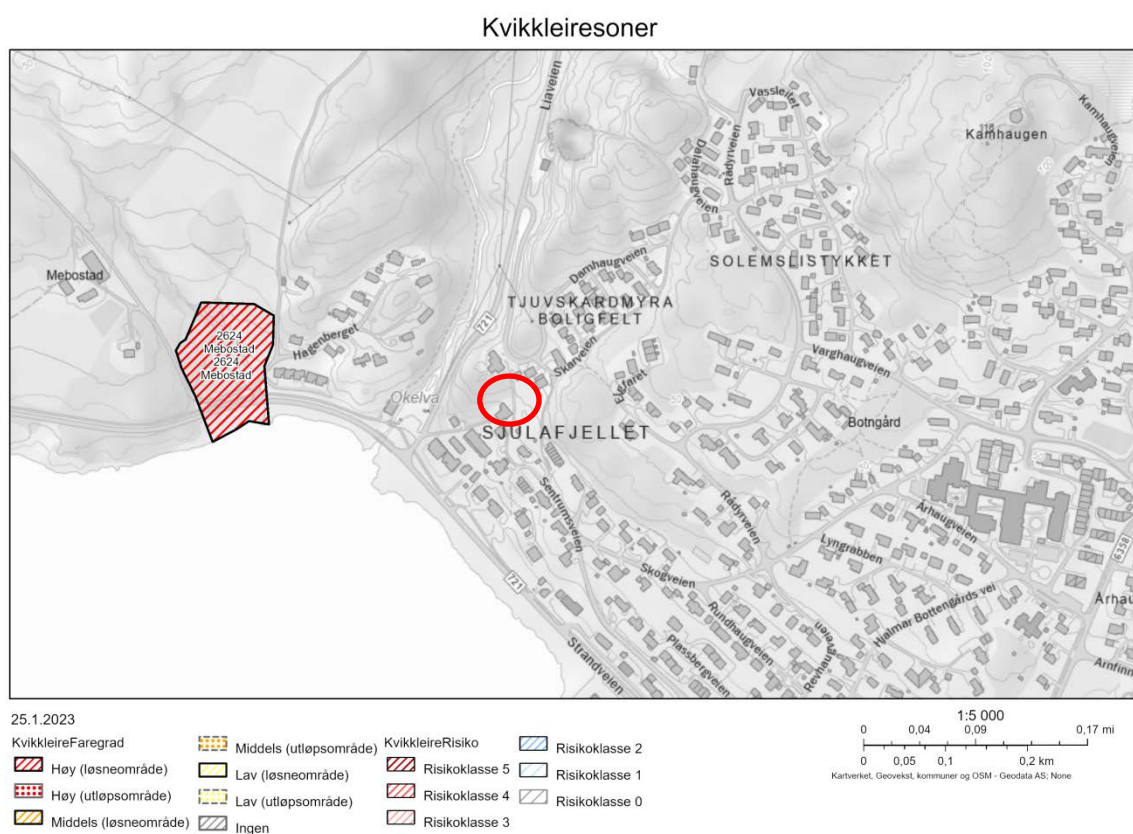
Figur 4: NGUs løsmassekart. Kilde: ngu.no

Figur 5, kart fra ngu.no viser at muligheten for marin leire er stor.



Figur 5: Mulighet for marin leire. Kilde: ngu.no

Kvikkleiresonen som ble påvist i Sweco-rapporten /5/ er ikke registrert i NVEs kvikkleiresonekart, som vist i figur 6.



Figur 6: Kvikkleiresoner. Kilde: nve.no

Geotekniske rapporter

Figur 7 viser lokasjoner av tidligere grunnundersøkelser fra NADAG databasen.



Figur 7: Geotekniske undersøkelser i det aktuelle området. Kilde: NADAG.

Tabell 1 gir oversikt over relevante rapporter og grunnundersøkelser. Rapport #3 er tilgjengelig på NADAG databasen.

Tabell 1: Relevante geotekniske rapporter.

#	Rapport
1	Sweco (2017), 51643001-RIG-R02 GEOTEKNIKSK VURDERINGSRAPPORT SOLSIDEN, BJUGN
2	Oddmund Groven AS (2022), Overvannshåndtering
3	Statens vegvesen (2019), Geoteknikk Fv. 721 Mebustad gang- sykkelbru. Grunnundersøkelser. Datarapport. Fv 721 hp 01, meter 850, Bjugn kommune

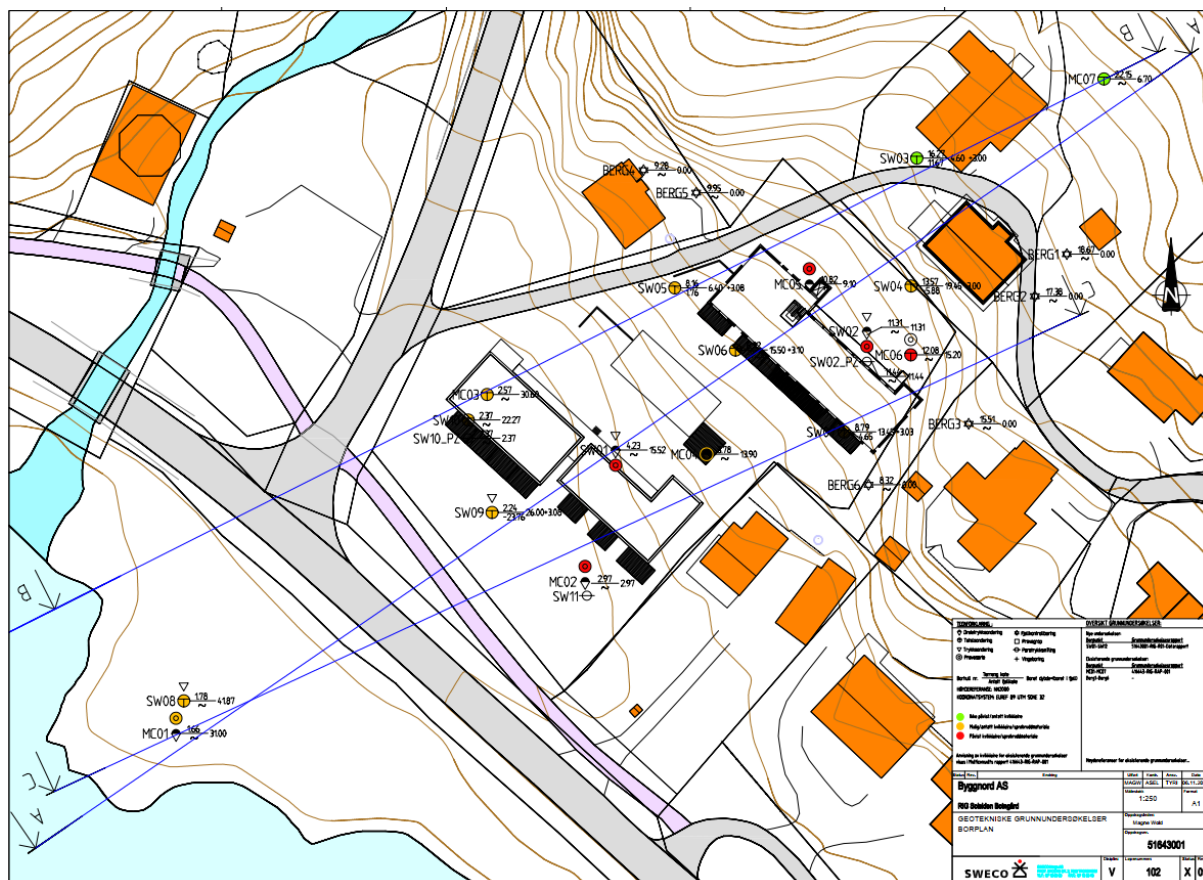
1. Sweco (2017):

Sweco har utført grunnundersøkelser på nabotomta, Gnr 20/515, se figur 8. Løsmassene på tomta består av et tynt lag av tørrskorpe over kvikkleire. Bergoverflaten er kartlagt gjennom grunnundersøkelser og observasjoner av berg i dagen i området. Undersøkelsene viser stor variasjon i dybde til berg.

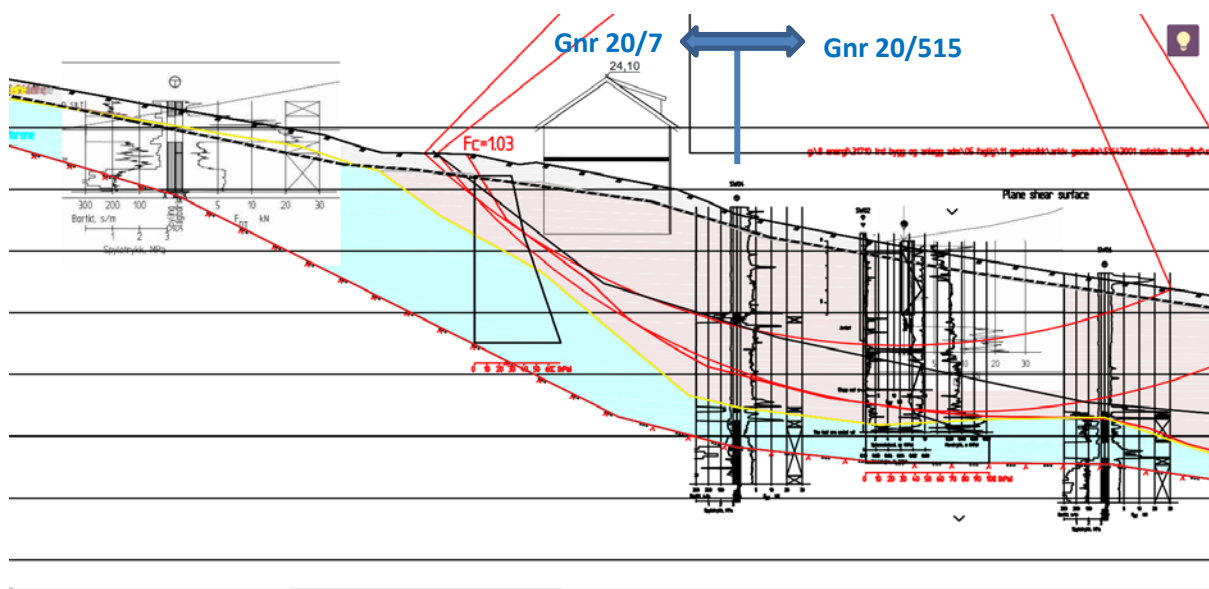
Det er påvist kvikkleire i flere punkter på tomta, Gnr 20/515, og det er derfor utført en områdestabilitetsvurdering ihht. NVE/2014. Det er utfordrende stabilitet i et av profilene det er regnet på, men gjennom en vurdering av topografi og nærliggende profiler med god sikkerhet mot kvikkleireskred vurderes stabiliteten av skråningen på tomta å være tilfredstillende /5/.

Fra figur 8 kan man se at totalsonderinger MC07, SW03 og SW04 ligger på den aktuelle tomta, Gnr 20/7, mens resten av grunnundersøkelser finnes på tomta Gnr 20/515. Resultater av grunnundersøkelsene er vist i figur 9, langs A-A profilen, med totalsonderingene MC07 og SW04 /5/. Løsmassene på den øvre delen av profilen og i nærheten av MC07 består av et tynt lag av tørrskorpe over faste masser, antatt morene i rapporten. Løsmassene langs resten av profilen består av et tynt

lag av tørrskorpe over kvikkleire. Som vist i figur 8, er en del av den aktuelle tomten (Gnr 20/7) innenfor den angitte kvikkleiresonen.



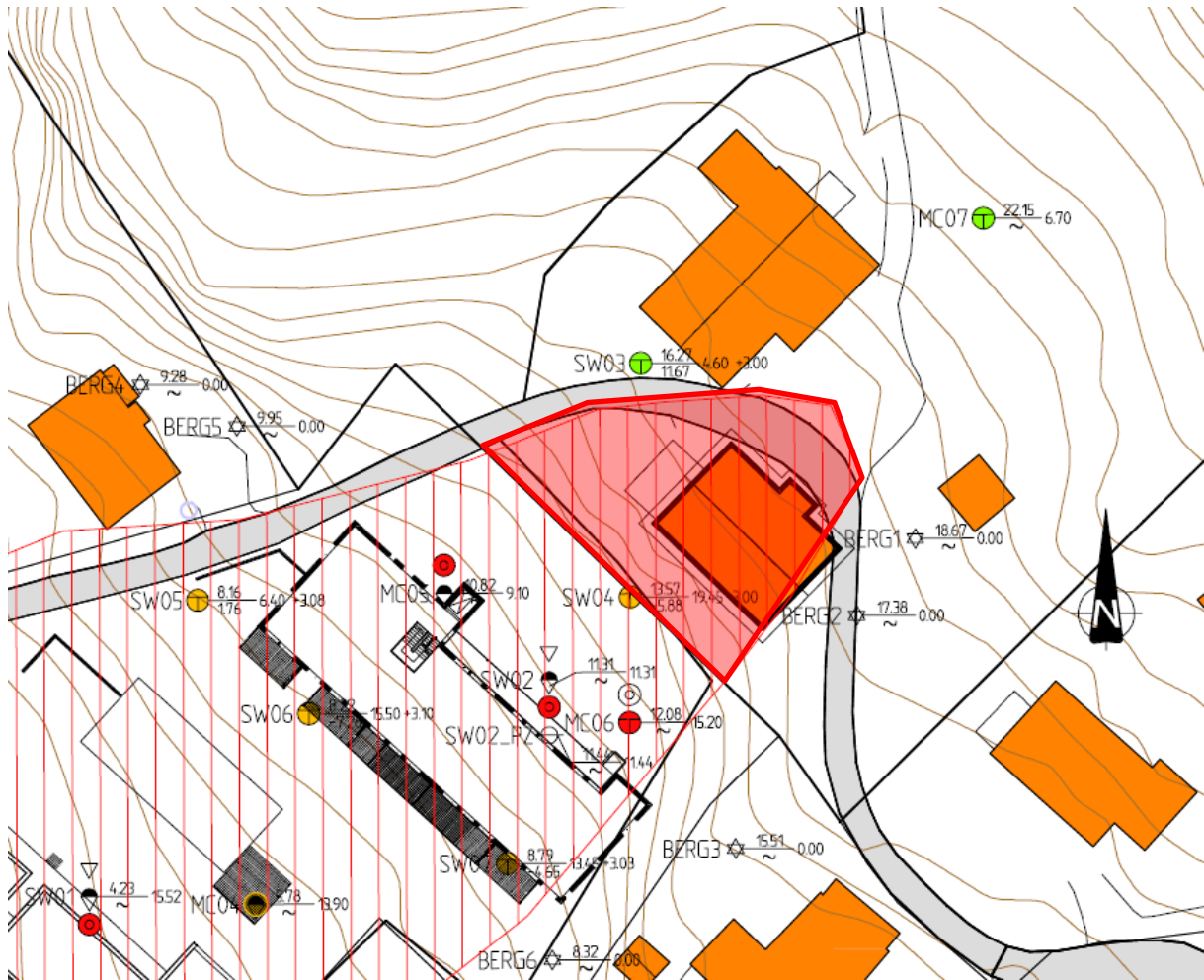
Figur 8: Oversikt over utførte grunnundersøkelser /5/.



Figur 9: Grunnforhold i det aktuelle området. Kilde: Sweco.

I tillegg til grunnundersøkelsene, ble det observert berg i dagen på flere lokasjoner i det aktuelle området, se figur 8. Kvikkleireforekomsten er angitt basert på grunnundersøkelser og observasjoner

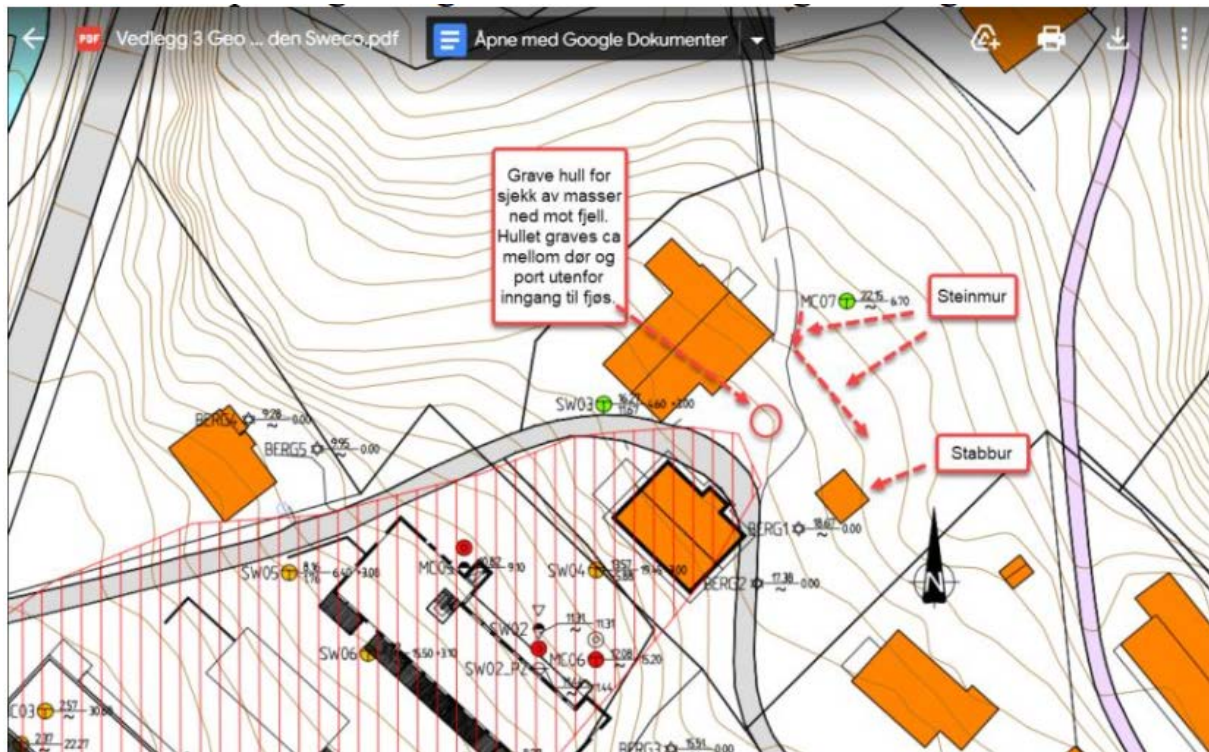
av berg i dagen. Den antatte kvikkleireforekomsten basert på tidligere undersøkelser på den aktuelle tomte er vist i figur 10.



Figur 10: Den antatte kvikkleireforekomsten i den aktuelle tomten /5/.

2. Oddmund Groven AS (2022):

Oddmund Groven AS gjennomførte flere grunnundersøkelser knyttet til utbyggingen av VA infrastruktur på den aktuelle tomten, som vist i figur 11-13. Resultatet av prøvegravingen viser ett 0,5 m tykt sjikt av jordmasser før man treffer hard/fast leire, leira har på det aktuelle prøvepunktet en mektighet på ca. 3,2 m før man kommer ned til fast fjell. Sweco rapporten /5/ antok at det finnes et morenelag under tørrskorpe. Prøvehullet viser ingen tegn til kvikkleire på det aktuelle prøvepunkt som ligger innenfor planområdet.

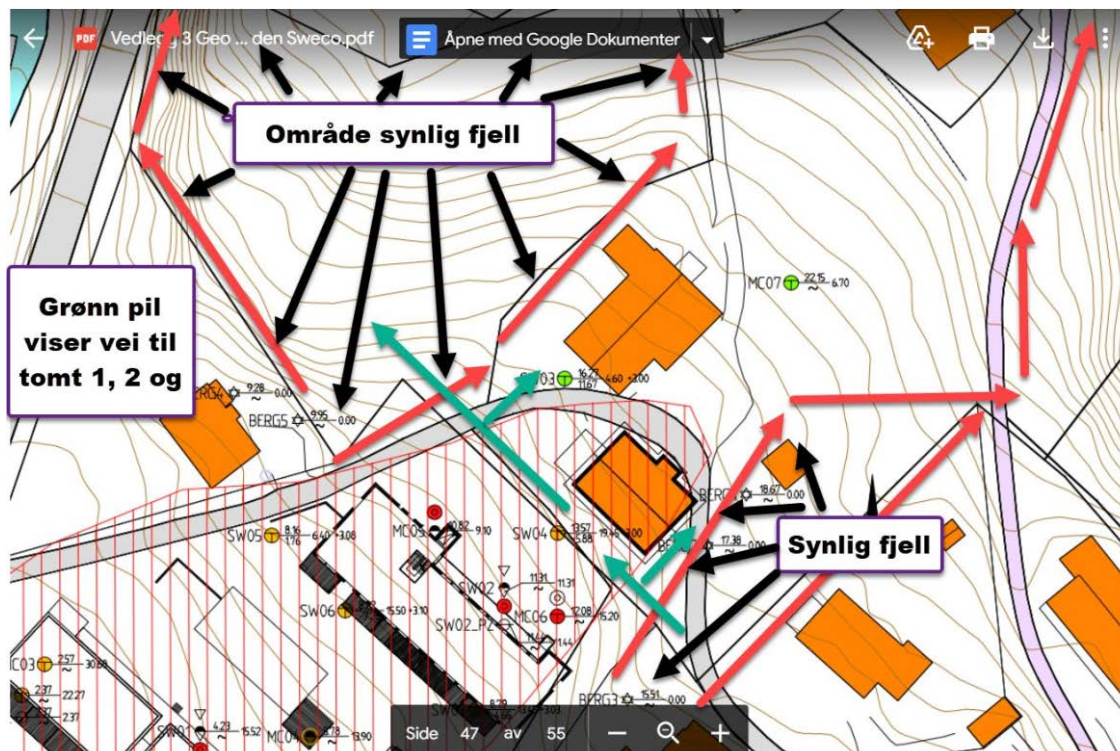


Figur 11: Lokasjon av prøvegravingen. Kilde: Oddmund Groven AS



Figur 12: Prøvehull. Kilde: Oddmund Groven AS.

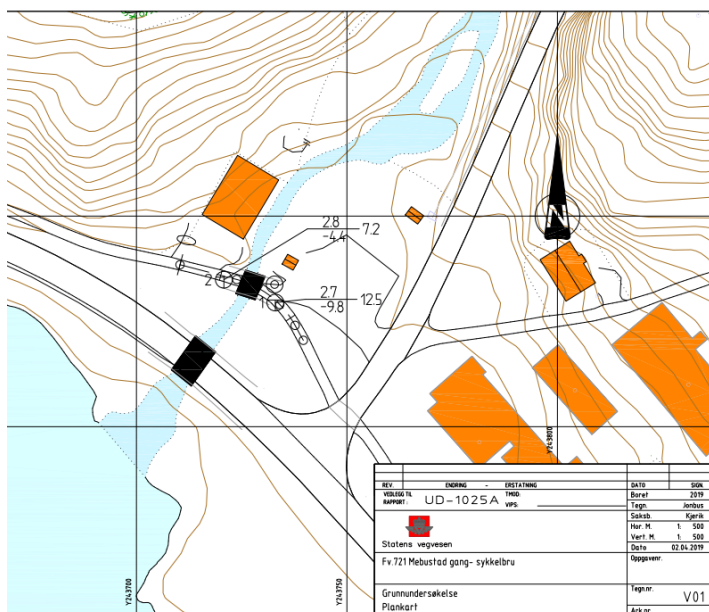
Figur 13 viser områdene i den aktuelle tomten med synlig fjell. Fra figur 13 og figur 2 kan man se at deler av BF3, BF4 og BF4 ligger innenfor områder med synlig fjell.



Figur 13: Område med synlig fjell. Kilde: Oddmund Groven AS

3. Statens vegvesen (2019):

Grunnundersøkelser ble utført ved siden av Mebustad gang- og sykkelbru, se figur 14. Totalsonderinger ble gjennomført med bergkontroll i 2 punkter, se oversiktstegning V01, figur 14. Totalsonderingene viser et fast topplag på ca. 2m i hull 2 og ca. 3,5m i hull 1. Dette antas å være delvis grusfylling i dagens veg. Under dette laget er det registrert et lag med vesentlig lavere sonderingsmotstand. Prøveserie i hull 1 viser at dette laget består av bløt og middels fast leire i dybde ca. 4,0-8,0m. Udrenert skjærstyrke er målt til $su = 10-40$ kPa fra konus og enaksiale trykkforsøk. Omrørt skjærstyrke ligger på 0,4-2,3 kPa, og sensitivitet helt opp mot $St = 34$, noe som betyr at leira karakteriseres som sprøbruddmateriale og stedvis kvikk ($su < 0,5$ kPa). Under leirlaget er det registrert faste masser, antatt ca. 3m tykkelse over berg i hull 2. I hull 1 tyder sonderingen på bare et tynt lag med faste masser over berget. Berg er registrert ved 9,4m dybde under terreng i hull 1 og 4,15m i hull 2.



Figur 14: Grunnundersøkelser, Mebustad gang- og sykkelbru. Kilde: NADAG.

Befaring

Mandag 24. april 2023 ble det foretatt en befaring med prøvegraving. Prøvehullet ligger nord for det gamle huset som skal rives, se figur 15.



Figur 15: Lokasjonen av prøvegravingen.

Prøvegravingen er vist i figur 16. Resultatet av prøvegravingen viser ett 2 m tykt lag av jordmasser, antatt fyllmasser, over leire. Tykkelsen av leirelaget varierer mellom 0,7 og 1,2 m. Under leirelaget finnes det et tynt lag med stein før man finner berg. Utgravingen stoppet ved kontakt med berg. Det er ikke registrert forekomst av kvikkleire eller sprøbruddsmateriale ved prøvegravingen.



Figur 16: Prøvegraving.



Figur 17: Prøvegraving, berg på cirka 3,2 m dybde.

Grunnleggende vurderinger

Pålitelighetsklasse bestemmes i henhold til NS-EN 1990: 2002+NA:2008 - Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, Tabell NA.A.1(901), se figur 18.

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse (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, kjøpesentere, forsamlingslokaler, osv.).		(x)	x	
Kai- og havneanlegg		x	(x)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer		x	(x)	
Industrianlegg		x	(x)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		x	(x)	
Fiskerihavner		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⁾ I vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Figur 18: NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.

Fra figur 18, kan vi se at småhus plasseres i pålitelighetsklasse 1 og at grunn- og fundamenteringsarbeider ved enkle og oversiktlige grunnforhold kan plasseres i pålitelighetsklasser 1 eller 2. I vurdering av pålitelighetsklassen for grunn- og fundamenteringsarbeider skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Det aktuelle området ligger delvis innenfor en kvikkeleirefarsone. Det ligger ikke i en registrert faresone for flom eller skred. Tomta kan ikke påvirkes av snøskred, steinsprang eller flom (NVE Atlas). Tomta kan ikke påvirkes av erosjon fra vassdrag.

For bygninger inntil 3 etasjer med oversiktlige og enkle grunnforhold, som i dette prosjektet, plasseres prosjektet i tiltaksklasse 1. Grunnforholdene er forventes å være tilstrekkelig kjent ut fra tilgjengelige grunnundersøkelser. Prosjektet plasseres på denne bakgrunn i geoteknisk kategori 1.

Geoteknikk

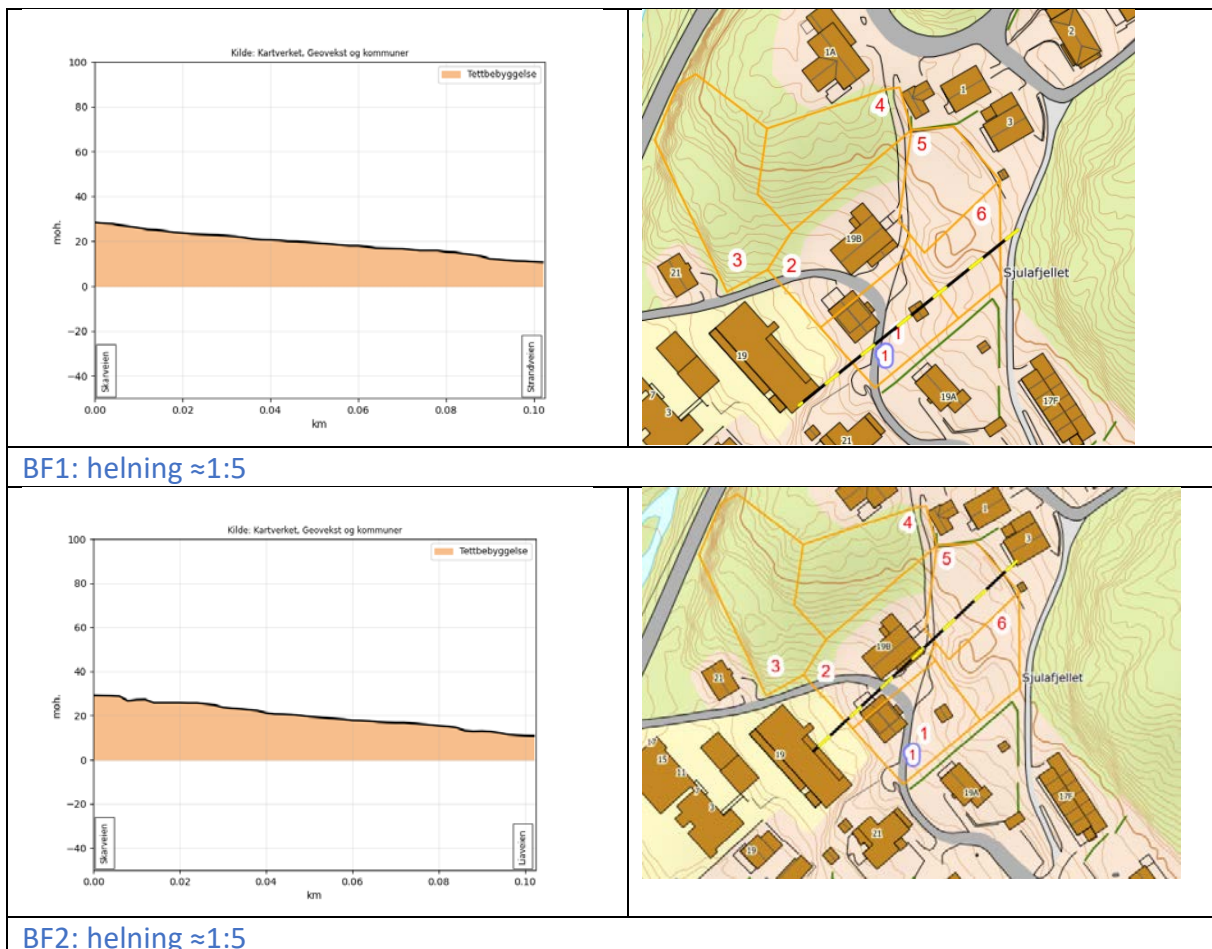
Utarbeidelse av grunndata og fundamentering med eventuelt sikringstiltak for bygg, anlegg eller konstruksjon.

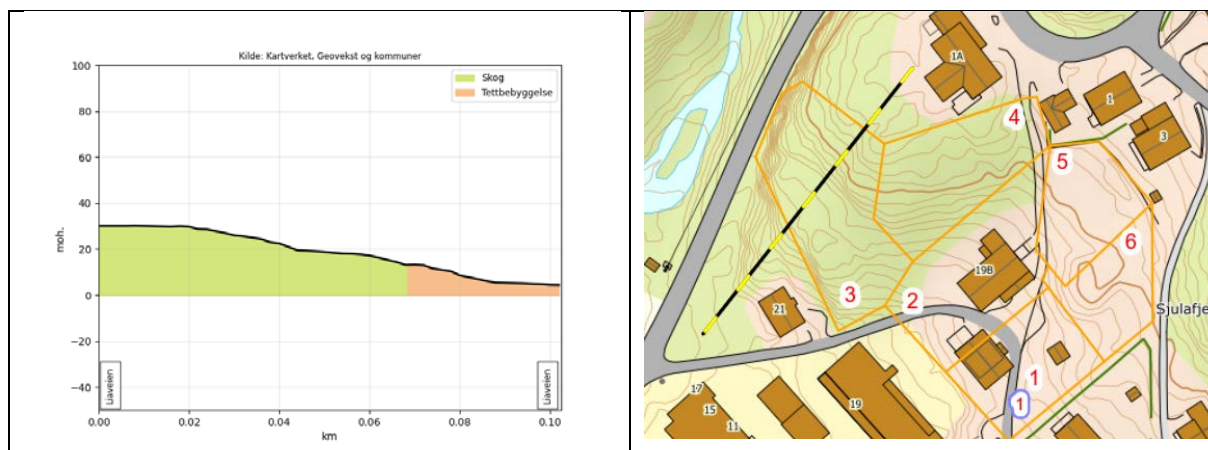
Tiltaksklasse 1	Tiltaksklasse 2	Tiltaksklasse 3
Småhus inntil 3 etasjer. Andre byggverk inntil 2 etasjer med oversiktlige og enkle grunnforhold. Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 1.	Fundamentering av byggverk med 3-5 etasjer. Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold. Metode for fastleggelse av grunnforhold er godt utviklet. Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht NS-EN 1990 +NA plasseres i pålitelighetsklasse 2.	Byggverk med flere enn 5 etasjer Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold. Metode for fastleggelse av grunnforhold er lite utviklet. Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 3 og 4.

Figur 19: Tiltaksklasser fra Veiledning om byggesak § 9-4. oppdeling i tiltaksklasser.

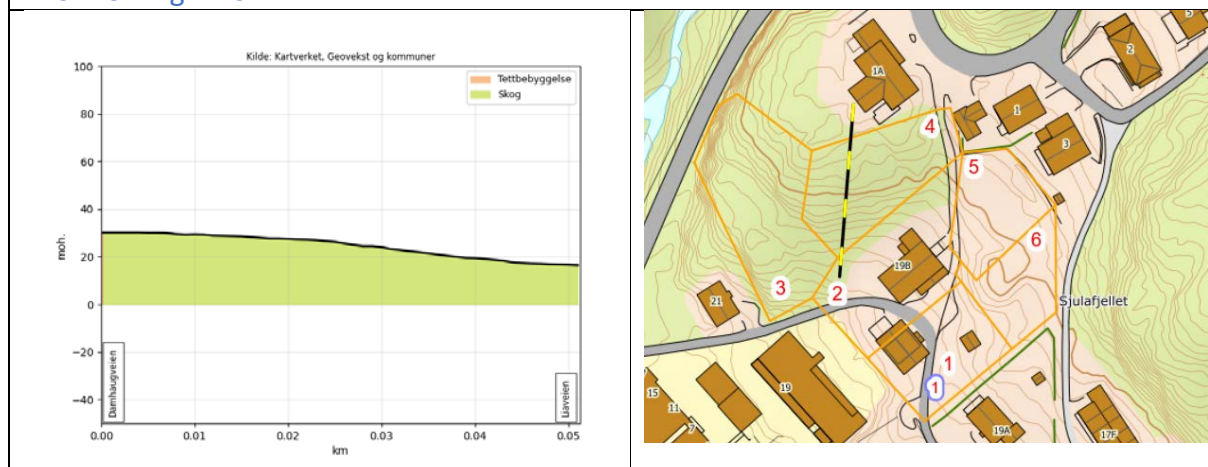
Kontrollklasse vil være UKK1/PKK1 for geoteknisk kategori 1 og pålitelighetsklasse 1. Seismisk dimensjonering utføres iht Eurocode 8. Det er ikke krav til seismisk dimensjonering for boliger.

Huset og veien i BF1-området og garasjen i BF2-området er planlagt i tidligere angitt kvikkleiresone. Bygging i kvikkleiresonen må oppfylle sikkerhetskrav i NVEs kvikkleireveilederen /7/. Bygging av et hus er klassifisert som K3-tiltak, mens bygging av garasjer og enkle veger er klassifisert som K1-tiltak.

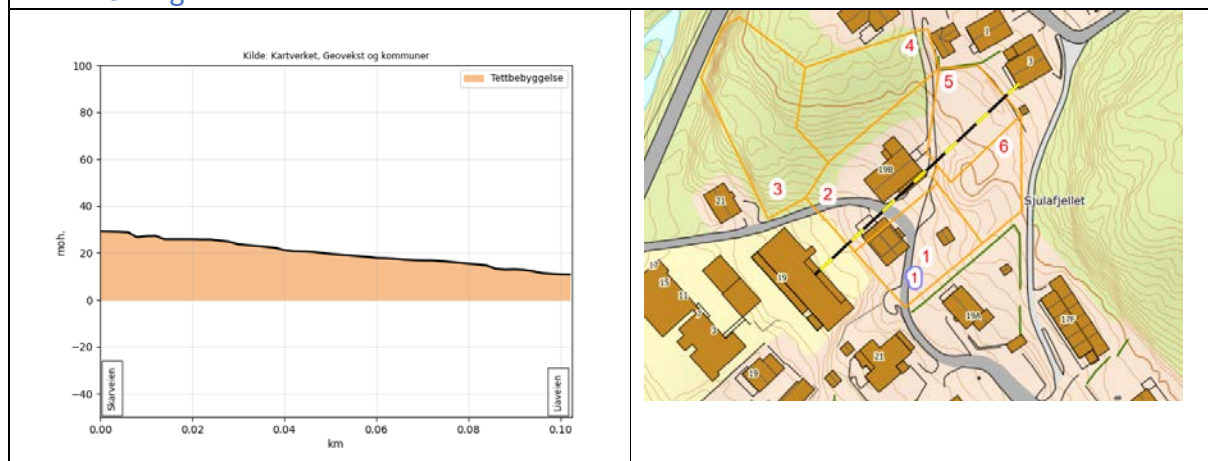




BF3: helning $\approx 1:3$



BF4: helning $\approx 1:2$



BF5: helning $\approx 1:5$



BF6: helning $\approx 1:5$

Figur 20: Tverrprofiler langs skråninger, BF1-BF6.

Geotekniske vurderinger

De geotekniske problemstillingene for utbyggingen er primært knyttet til 3 forhold:

- Stabilitet
- Setninger
- Bæreevne og fundamentering

Stabilitet

BF 1 og BF 2

En detaljert oversikt over byggeplanene for områdene BF1 og BF2 er vist i figur 21 og 22. Gjennomsnittlige helninger langs skråninger BF1 og BF2 er 1:5, som vist i figur 20.



Figur 21: Plassering av de planlagte bygningene.



Figur 22: En oversikt over plassering av bygningene på tomtene BF1-BF6.

BF1

Bygging i BF1 inkluderer et nytt hus, en vei, en garasje og rivning av et gammelt hus. I området BF1 ligger det sørvestre hjørnet av det nye huset innenfor kvikkleiresonen, som vist i figur 22. Bygging av et hus i kvikkleiresonen er et K3-tiltak fordi tiltaket medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter /7/. For tiltakskategori K3 ved lav faregrad er kravene til sikkerhet lik som for tiltakskategori K1, kap. 3.3.4. Fra Sweco rapporten /5/ kan man se at kvikkleiresonen har lav faregrad etter stabiliserende tiltak. Dette tilsier at kravene til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten.

Klassifisering etter tiltak:

Faregradsvaluering	Faktorer	Vekttall	Faregrad, score	Kommentar	Faregrad, score			
					3	2	1	0
Faregradsvaluering	Tidligere skredaktivitet	1	0	Ingen registrerte	Høy	Noe	Lav	Ingen
	Skråningshøyde	2	1	20-30m	>30	20-30	15-20	<15
	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	Gjennomsnittlig OCR >X	1.0-1.2	1.2-1.5	1.5-2.0	>2.0
	Poretrykk, overtrykk	3	2	4,4 kPa på 9meter	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
	Poretrykk, undertrykk	-3	0			-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
	Kvikkleiremektighet	2	3	Høy mektighet av kvikkleire	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
	Sensitivitet	1	3	Høy sensitivitet	>100	30-100	20-30	<20
	Erosjon	3	0	Ingen tegn til erosjon	Aktiv/glidn.	Noe	Liten	Ingen
	Inngrep, forverring	3	0		Stor	Noe	Liten	Ingen
	Inngrep, forbedring	-3	2	Utbygging, nedre	Stor	Noe	Liten	Ingen
Faregrad:			13	Lav faregrad	% av max 25,49			

Skadekonsekvensklassifisering	Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score	Kommentar	Skadekonsekvens, score			
					3	2	1	0
Skadekonsekvensklassifisering	Boligheter, antall	4	3	Boliger innenfor utløpsområde	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
	Næringsbygg, personer	3	0		> 50	10 - 50	< 10	Ingen
	Annen bebyggelse, verdi	1	1	Fjøs, driftsbyggn.	Stor	Betydelig	begrenset	Ingen
	Vei, ÅDT	2	3	Rv721 - 2600	> 5000	1001 - 5000	100-1000	< 100
	Toglinje, baneprioritet	2	0		1 - 2	3 - 4	5	Ingen
	kraftnett	1	0		Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
	Oppdemming/firom	2	0		Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Skadekonsekvensklasse:			19	Alvorlig	% av max 37,25			

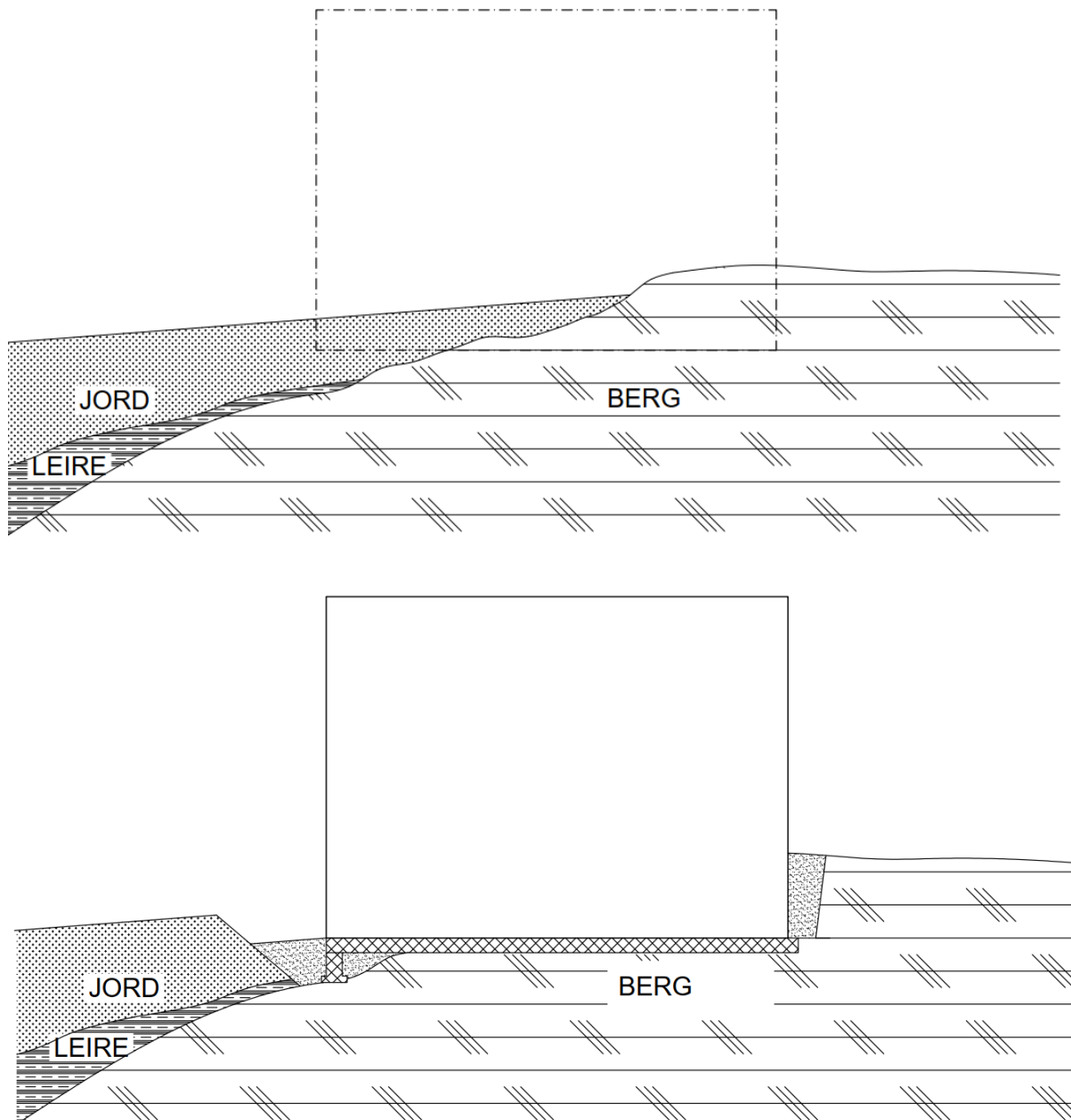
Risiko-klassifisering	Risikoklasse = faregrad x Skadekonsekvens	Risikoklasse, Score	Klassifisering	Risikoklasser, inndeling				
				klasse 1	klasse 2	klasse 3	klasse 4	klasse 5
		950	Risikoklasse 3	0 - 170	171 - 630	631 - 1900	1901 - 3200	3201 - 10000

Figur 23: Sweco faregradsvaluering etter tiltak /5/

For å ikke forverre stabiliteten av kvikkleiresonen skal huset fundamenteres direkte på berg og originale løsmasser under bygget huset må fjernes. Alle løsmassene ned til fjell skal fjernes og transporteres uten midlertidig lagring i nærheten av kvikkleiresonen. Ved fundamentering på berg vil belastning av kvikkleireområder i BF1-sonen unngås og det vil heller ikke være fare for at et skred i kvikkleireområdet kan bre seg inn på området. Ved behov kan utgravingen fylles med komprimert grus eller steinfylling for å gi et solid underlag for betongplaten. Fyllingen kan gjøres kun under betongplaten, mens fundamentering (f.eks., stripefundament) skal gjøres direkte på berg. Ved tilbakefylling under betongplaten kan fyllingen gjøres opp til et nivå som tilsvarer kompensert fundamentering, se figur 23. Kompensert fundamentering er gjennomført slik at vekten av den utgravde jorda er mer eller lik lasten som er overført fra huset til jorda. Et hus med tre etasjer vil sannsynligvis resultere med en belastning på 30 kPa. Med tyngdetetthet på rundt 20 kN/m³ vil dette gi dybde på 1,5 m. Dette betyr at tilbakefyllingen under betongplaten, etter at alle jordmassene ned til fjell er fjernet, kan gjøres opp til **kote -1,5 m** fra dagens terrengnivå, som vist i figur 23. Med kompensert fundamentering unngår man ekstra belastning til områdene under eller ved siden av huset. Ved forskjellig belastning må utgravingsdybden justeres og geotekniker kontaktes.

Huset skal bygges med sokkel og maks byggehøyde på kote 29-30 moh. Fra figur 20 kan man se at dette resulterer i høydeforskjell på cirka 10 m. Dette vil resultere i boliger med to til tre etasjer og kan resultere i ei byggegrop som er 5 m dyp på det nordøstlige hjørnet av huset, som vist i figur 23. Stabiliteten av byggegropa forventes ikke å være et problem hvis skråningen er i berg. Sprenging av berg og komprimering av jord reduserer stabiliteten av skråningen og kvikkleiresonen. Effekter av sprenging og komprimering av jord er ikke vurdert i rapporten og gjennomføring av sprenging må vurderes før byggingen i det aktuelle området. For å redusere effekter av sprengningen kan

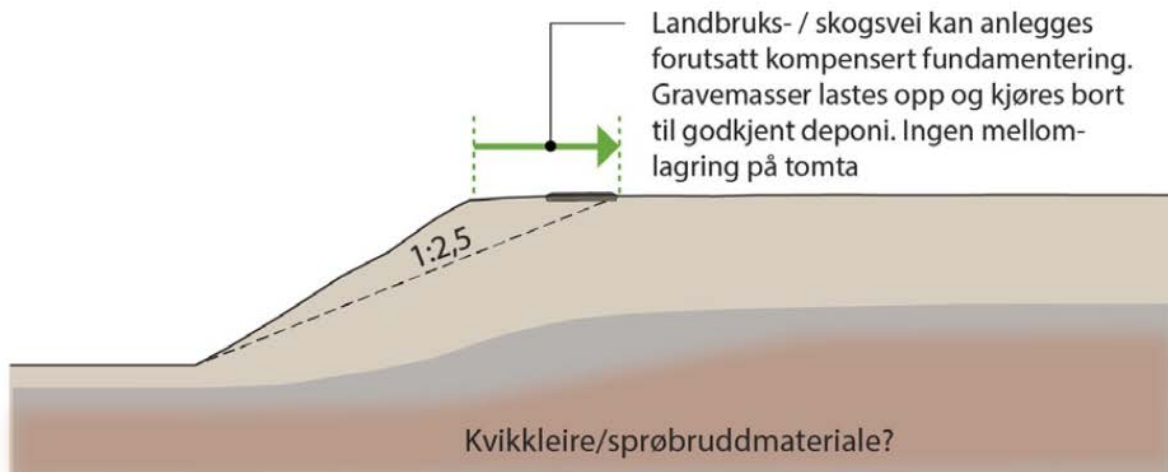
sokkeletasjen utføres trappvis for å følge bergoverflaten. Stabiliteten av byggeprosa må vurderes etter utarbeidelse av mer detaljerte planer og hvis andre grunnforhold avdekkes (f.eks., tykke løsmasser, oppsprukket berg). Utgraving bør følges opp av geotekniker. Avdekkes kvikkleire bør skråningen sikres med magerbetong fram til det kan tilbakefyller. Skråningene skal kunne tildekkes ved nedbør for å hindre erosjon. Utgraving eller sprenging bør følges opp av geotekniker.



Figur 24: Kompensert fundamentering, BF1.

Veien i BF1-området er planlagt i kvikkleiresonen. Bygging av garasjer eller enkle veger er klassifisert som K1-tiltak og må oppfylle sikkerhetskrav i NVEs kvikkleireveilederen /7/. Sikkerhetskravet er tilfredsstillt dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Dette kan oppnås hvis veien bygges med

kompensert fundamentering, se figur 25. Vekten veien skal være mindre enn vekten av de utgravde massene. Tilsvarende bør veien anlegges ved å grave ut jord og erstatte disse med masser som brukes til veibygging. De utgravde massene bør transporteres fra kvikkleiresonen til et flatt område uten mellomlagring i kvikkleiresonen.



Figur 25: Kompensert fundamentering for en vei /7/.

Garasjen i BF1-området planlegges utenfor kvikkleiresonen. For å unngå problemer med setninger eller stabilitet anbefales fundamentering på berg eller kompensert fundamentering på en komprimert kvalitetsfylling av velgradert grus eller pukk/knust berg. Dersom vekten på garasjen resulterer i last på fundamentnivå på cirka 10 kPa, vil dette medføre gravedybde på 0,5 m under garasjen.

Fjerning av det gamle huset i BF1-området må ikke redusere stabiliteten til kvikkleiresonen. Sweco-rapporten /5/, legger til grunn at for å oppnå tilfredsstillende stabilitet av kvikkleiresonen etter utbyggingene i naboområdet, ble det i stabilitetsanalysene vurdert at det ble oppnådd en avlastning ved det ble fjernet jord under det eksisterende huset. Gjennomføring av det planlagte tiltaket må derfor gjøres slik at det ikke blir oppfylt med masse som kan medføre belastning og redusere stabiliteten i kvikkleiresonene.

BF2

Huset i BF2 ligger lenger nord utenfor kvikkleireområdet, mens garasjen og veien er i kvikkleiresone og deres design skal oppfylle sikkerhetskrav i NVEs kvikkleireveileder /7/.

BF2-huset skal bygges med kompensert fundamentering eller direkte på fjell utenfor kvikkleiresonen. En kompensert fundamentering forverrer ikke stabiliteten av skråningen og vil få små setninger fordi vekten av bygningen tilsvarer vekten av utgravde jordmassene. Et hus med tre etasjer vil resultere i en last på cirka 30 kPa på fundamentnivå. Med tyngtetettheten på cirka 20 kN/m³ vil dette resultere i en gravedybde på 1,5 m. Ved forskjellig belastning i den endelige designen bør gravedybden justeres og geotekniker kontaktes.

Huset skal bygges med sokkel og maks byggehøyde på kote 29-30 moh. Fra figur 20 kan man se at dette resulterer i høydeforskjell på cirka 10 m. Dette vil resultere i boliger med to til tre etasjer og kan

resultere i ei cirka 5 m dyp byggegrop på nordsiden av huset. Stabiliteten av byggegropa forventes ikke å være et problem hvis skråningen er i berg. Sprenging av berg kan reduserer stabiliteten av skråningen og kvikkleiresonen. Effekter av sprengingen er ikke vurder i rapporten og må vurderes før byggingen i det aktuelle området. Stabiliteten av byggegropa må vurderes etter utarbeidelse av mer detaljerte planer og hvis andre grunnforhold avdekkes (f.eks., tykke løsmasser, oppsprukket berg). Utgraving eller sprenging bør følges opp av geotekniker. Avdekkes kvikkleire i byggegropa bør skråningen sikres med magerbetong fram til det kan tilbakefylles. Skråningene skal kunne tildekkes ved nedbør for å hindre erosjon. Utgraving og sprenging bør følges opp av geotekniker.

Garasjen og veien i BF2-området er planlagt i kvikkleiresonen. Bygging av garasjer eller enkle veger er klassifisert som K1-tiltak og må oppfylle sikkerhetskrav i NVEs kvikkleireveilederen /7/. Sikkerhetskravet er tilfredsstilt dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Dette kan oppnås hvis garasjen og veien bygges med kompensert fundamentering. Vekten av garasjen og veien skal være mindre enn vekten av de utgravde massene. Dersom vekten på garasjen resulterer i last på fundamentnivå på cirka 10 kPa, vil dette medføre gravedybde på 0,5 m under garasjen. Tilsvarende bør veien anlegges ved å grave ut jord og erstatte disse med masser som brukes til veibygging. De utgravde massene bør transporteres fra kvikkleiresonen til et flatt område uten mellomlagring i kvikkleiresonen.

BF 3 og BF 4

Tidligere grunnundersøkelser viser gode grunnforhold på BF3 og BF4 med berg i dagen eller et tynt jordlag over berg. Gjennomsnittlige helninger langs skråninger BF3 og BF4 er 1:3 og 1:2, som vist i figur 20. Boligene i BF3 og BF4 skal bygges med sokkel og maks byggehøyde på kote 29-30 moh. Fra figur 20 kan man se at dette resulterer i høydeforskjell på cirka 10 m. Dette vil resultere i boliger med to til tre etasjer og kan resultere i ei byggegrop med dybde mellom 5 og 10 m. For å unngå stabilitetsproblemer, planlegges fundamentering på berg. Stabiliteten av byggegropa forventes ikke å være et problem hvis skråningen er i berg. Sprenging av berg reduserer stabiliteten av kvikkleiresonen. Effekter av sprengingen er ikke vurder i rapporten og må vurderes før byggingen i det aktuelle området. Stabiliteten av byggegropa må vurderes etter utarbeidelse av mer detaljerte planer og hvis andre grunnforhold avdekkes (f.eks., tykke løsmasser, oppsprukket berg). Utgraving eller sprenging bør følges opp av geotekniker. Avdekkes kvikkleire i byggegropa bør skråningen sikres med magerbetong fram til det kan tilbakefylles. Skråningene skal kunne tildekkes ved nedbør for å hindre erosjon. Utgraving og sprenging bør følges opp av geotekniker.

BF 5 og BF 6

Tidligere grunnundersøkelser viser at grunnforhold på BF5 og BF6 varierer mellom et tynt lag av tørrskorpe over 4-6 m tykt lag av morene/fast leire over berg og berg i dagen. Gjennomsnittlige helninger langs skråninger BF5 og BF6 er 1:5, som vist i figur 20. Boligene i BF5 og BF6 skal bygges med sokkel og maks byggehøyde på kote 29 moh. Fra figur 20 kan man se at dette resulterer i høydeforskjell på cirka 10 m. Dette vil resultere i boliger med to til tre etasjer og kan resultere i utgravinger mellom 2 og 4 m. Denne utgravingen kan utføres med en graveskråning på 1:2 eller slakere. Basert på tilgjengelige grunnundersøkelser, forventes det gjennomgående gode grunnforhold med faste masser og liten dybde til berg i BF5 og BF6. Avdekkes det avvikende grunnforhold med bløt eller kvikk leire ved utgravingen må geotekniker kontaktes og graveskråningene sikres. Graveskråningene skal kunne tildekkes ved nedbør for å hindre erosjon. Utgraving bør følges opp av geotekniker. Fundamentering av boligene kan planlegges med kompensert fundamentering eller fundamentering på berg for å unngå

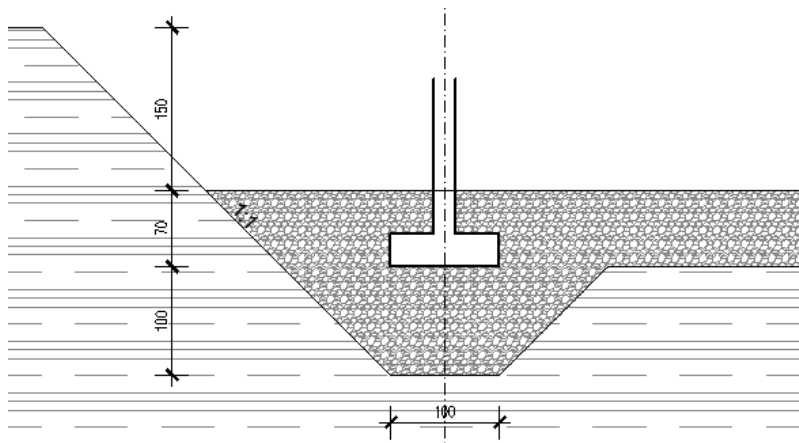
stabilitetsproblemer. En kompensert fundamentering forverrer ikke stabiliteten fordi vekten av bygningen tilsvarer vekten av utgravde jordmassene. Hvis sprenging av berg er nødvendig, må effekter av sprengingen vurderes før byggingen i det aktuelle området. Sprenging av berg kan redusere stabiliteten av kvikkleiresonen. Geoteknisk vurdering må gjennomføres etter utvikling av mer detaljerte planer og hvis andre grunnforhold avdekkes.

Setninger

Fundamentering på berg planlegges i BF1, BF3 og BF4 og den vil ikke resultere i setninger av betydning. Kompensert fundamentering planlegges i BF2, BF5 og BF6 på original grunn eller i komprimert kvalitetsfylling av velgradert grus eller pukk/knust berg, lagt ned på original grunn. Topplaget av matjord/humusholdige må fjernes/masseutskiftes under bygg, plasser og veger. Bygningen vil da ikke få setninger av betydning. Differensialsetninger er mulige på grunn av varierende stivelsen av jord (f.eks., en del av bygget er fundamentert direkte på berg mens den andre delen på en fylling) og forskjellig last i deler av bygningen. Vi anbefaler fundamenteringsløsninger ikke varier under et bygg for å minimere effekter av differensialsetninger.

Fundamentering

Fundamentering direkte på berg planlegges i BF1, BF3, og BF4, mens kompensert fundamentering planlegges i BF2, BF5 og BF6. Kompensert fundamentering benyttes for fundamenter som ligger på jord med utilstrekkelig bæreevne og/eller høy kompressibilitet. En kompensert fundamentering forverrer ikke stabiliteten fordi vekten av bygningen tilsvarer vekten av utgravde jordmassene. Vi antar at den totale vekten av bygningen fordelt på bygningsarealet gir en last på 30 kPa basert på initiale informasjonen om bygningen. Med antatt mettet tyngdetetthet av jord på 20 kN/m³, tiliser dette gravedybde på cirka 1,5 m. Geoteknikker må kontaktes hvis den endelige designen av bygningen resulterer i større last. Før bygging av de planlagte bygningene med kompensert fundamentering skal en del av jorda fjernes og føres til et område som ligger utenfor en kvikkleiresone. Det er viktig at stabiliteten ikke forverres under utbyggingsprosessen. Med fundamentering på komprimert kvalitetsfylling av velgradert grus eller pukk/knust berg og fundamentbredde minimum 1.0 m og underkant fundament 0,7 m under terreng/gulv, som vist i figur 26, kan det legges til grunn en dimensjonerende bæreevne på 200 kN/m² i bruddgrensetilstand. Det er da forutsatt at fundamentene ikke utsettes for betydelige horisontallaster. Det kan ikke utelukkes at fyllmassene kan inneholde telefarlige masser og fundamenten må enten settes til frostfri dybde eller frostisoleret. Topplaget av fylling over matjord må fjernes/masseutskiftes under bygg, plasser og veger. Filterkriteriene mot undergrunnen må være oppfylt, dvs at det ikke bør benyttes for grov masse. Mot sand/silt-masser må det legges fiberduk.



Figur 26: Fundament og fylling etter utgravingen.

Referanser

1. NGU løsmassekart, <https://www.ngu.no/emne/kvart%C3%A6rgeologiske-kart-l%C3%B8smassekart>
2. NVE Faresonekart
<https://temakart.nve.no/link/?link=faresoner&layer=5&field=kommunenavn&value=Melhus&buffer=10000>
3. DiBK, Byggt teknisk forskrift (TEK17) med veiledning, <https://dibk.no/regelverk/byggt teknisk-forskrift-tek17/7/7-1/>
4. NGI, 1990 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred
5. Sweco 2017: 51643001-RIG-R02 GEOTEKNISK VURDERINGSRAPPORT SOLSIDEN, BJUGN
6. Statens vegvesen 2019 Geoteknikk Fv. 721 Mebustad gang- sykkelbru. Grunnundersøkelser. Datarapport. Fv 721 hp 01, meter 850, Bjugn kommune
7. NVE 2019 Veileder Sikkerhet mot kvikkleireskred
8. Kystplan 2022, Reguleringsplan for Botngård vestre i Ørland kommune.