asplan viak

Oppdragsgiver:	Gevingåsen AS
Oppdragsnavn:	Detaljregulering boligfelt Nedre Gevingåsen
Oppdragsnummer:	631603-01
Utarbeidet av:	Ingrid Gulbrandsen
Oppdragsleder:	Ole Hartvik Skogstad
Tilgjengelighet:	Åpen

NOTAT Ingeniørgeologi boligfelt Nedre Gevingåsen

SAMMENDRAG

Asplan Viak bistår Gevingåsen AS med detaljregulering av boligfelt i Nedre Gevingåsen. Det er planlagt etablering av ca. 118 boliger i skrått terreng. Dette medfører etablering av flere bergskjæringer med høyde opp mot ca. 10 m. Sprengningsarbeidet skal stedvis foregå nært eksisterende bolighus. Deler av planområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred og jord- og flomskred. På grunn av skrånende terreng må den nedre boligrekken delvis fundamenteres på søyler/pilarer.

Vibrasjonskrav er beregnet etter NS8141:2001. Før sprengningsarbeidene begynner må det gjennomføres bygningsbesiktigelse innenfor en hensynssone på 50 m. Det må monteres vibrasjonsmålere på de bygg som er nærmest sprengningsstedet til enhver tid. Måling av rystelser skal skje etter NS8141:2001.

Fundamenteringsforholdene (løsmassedybde og underliggende berg) må undersøkes nærmere der det skal fundamenteres boliger delvis på søyler/pilarer.

Løsmasser fjernes inntil 2 m bak skjæringstopp. Der dette kommer i konflikt med fyllmasser må det avklares med geotekniker.

Bergmassekvaliteten er generelt dårlig til god, med enkelte områder med svært dårlig kvalitet. Sprekkenes orientering og ruhet legger generelt til rette for god skjæringsstabilitet, men på grunn av relativt stor variasjon kan det forventes områder med behov for mer omfattende sikring. Der det er tilstrekkelig plass ved skjæringsfot kan fangvoll redusere behovet for sikring i selve skjæringen. Sikringsmetode og -mengder må avklares i detalj i prosjekterings- og/eller byggefasen.

Planområdet tilfredsstiller TEK17 sine krav til sikkerhet mot skred.

03	15.12.21	Revisjon etter mindre endring av veg og bebyggelse	IG	OHS
02	17.06.21	Revisjon etter mindre endring av veg og bebyggelse	OHS	IG
01	01.02.21	Detaljregulering boligfelt Nedre Gevingåsen	IG, OHS	HKR, OHS
VERSJON	**DATO**	**BESKRIVELSE**	**UTARBEIDET AV**	**KS**

1. INNLEDNING 3
1.1. Generelt 3
1.2. Planlagt bergarbeid 4
1.3. Grunnlag 5
1.4. Regelverk 6
1.4.1. Geoteknisk kategori 6
1.4.2. Tiltaksklasse 6
1.4.3. Krav til sikkerhet mot skredfare 6
1.5. Uavhengig kontroll 7
1.6. Forbehold og forutsetninger 7

2. GRUNNFORHOLD 8
2.1. Kotegrunnlag 8
2.2. Topografi 8
2.3. Berggrunn 9
2.3.1. Berggrunnsgeologi 9
2.3.2. Strukturgeologi og bergmassekvalitet 9
2.4. Løsmasser 10
2.5. Hydrologi 11
2.6. Radon 11
2.7. Områdebeskrivelse spesielt for skredfare 12
2.7.1. Terrenghelning 13
2.7.2. Vegetasjon 13
2.7.3. Klima 14
2.7.4. Tidligere skredhendelser 15
2.7.5. Tidligere kartlegginger 15

3. INGENIØRGEOLOGISK VURDERING 16
3.1. Bergmasseklassifisering 16
3.2. Vibrasjonsgrenser og bygningsbesiktigelse 16
3.3. Løsmassehåndtering 17
3.4. Skjæringsstabilitet 18
3.5. Fundamentering på berg 18
3.6. Vannhåndtering 18
3.7. Uttak og sikring av bergskjæringer 19
3.7.1. Utforming 19
3.7.2. Uttak 19
3.7.3. Sikring 19
3.8. Radon 20
3.9. Vurdering av skredfare 21
3.9.1. Skred i fast fjell 21
3.9.2. Jord- og flomskred 21
3.9.3. Snøskred 22
3.9.4. Sørpeskred 23

4. REFERANSER 23

5. VEDLEGG 24
5.1. Fotovedlegg 24
5.2. Dips 32
5.3. Fyllinger og skjæringer 33

1. INNLEDNING

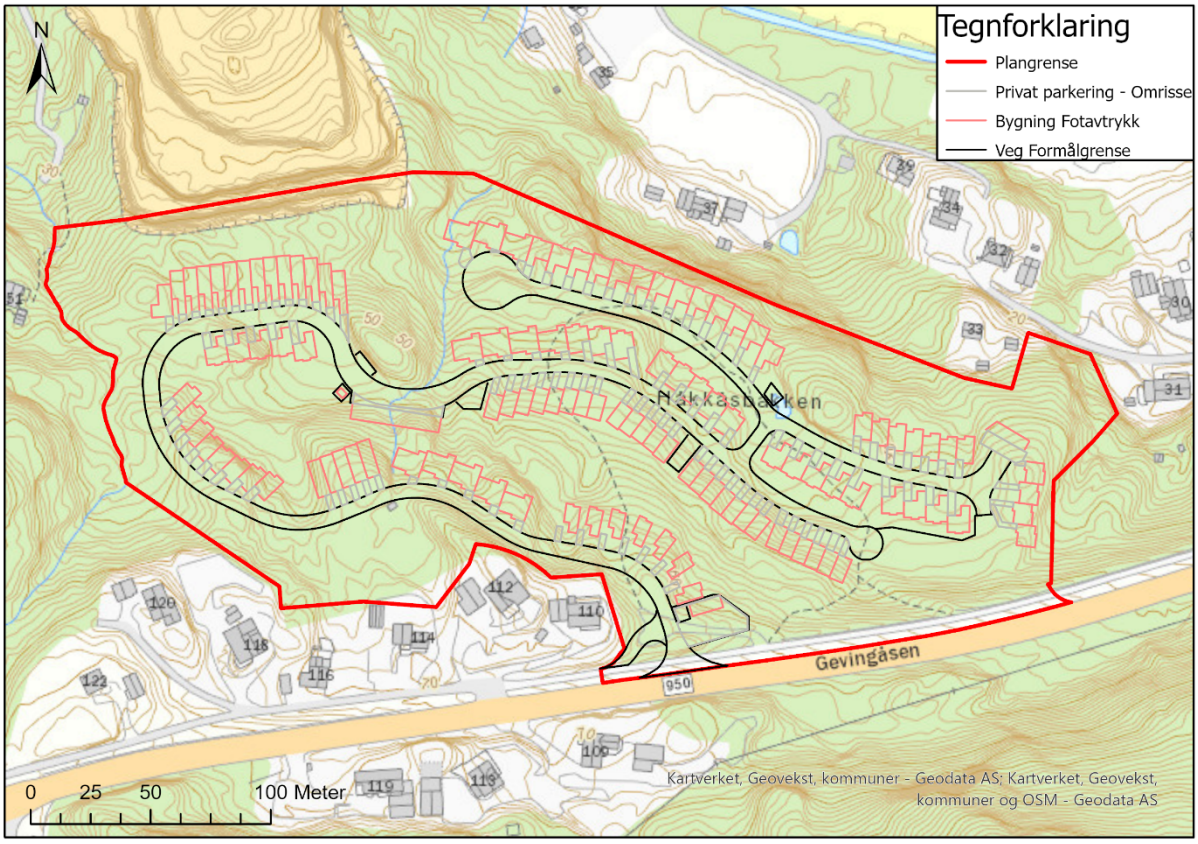
1.1. Generelt

Asplan Viak er engasjert av Gevingåsen AS for å gjennomføre en ingeniørgeologisk vurdering i forbindelse med detaljregulering av et større boligfelt i Nedre Gevingåsen i Stjørdal kommune. Området ligger i en nordvendt skråning, med fv. 950 i sør og utsikt over Trondheimsfjorden og Værnes i nord.

Det er planlagt ca. 118 nye boliger (småhus) i bratt og ulendt terreng, se figur 1-1. I den forbindelse skal det sprenges flere bergskjæringer i varierende høyde. Disse må planlegges slik at de blir stabile i permanent situasjon. Sprengningsarbeidet vil foregå nært eksisterende bebyggelse, som krever fastsetting av krav til rystelser fra sprengningsarbeidet. Den nederste boligrekken skal delvis stå på høye søyler/pilarer på grunn av bratt terreng, noe som krever god forankring i berg. Deler av planområdet ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for snøskred og jord- og flomskred, og det må derfor dokumenteres at sikkerhetskravene for skred i bratt terreng er ivaretatt, iht. TEK17.

Det ble gjennomført befaring i området den 11.01.2021 av ingeniørgeologene Ole Hartvik Skogstad og Ingrid Gulbrandsen fra Asplan Viak. Det var overskyet, ca. -5 grader og ca. 5 cm lett snødekke på bakken på befaringsdagen. Figur 1-2 viser sporlogg fra befaringen, med befaringspunkter nummerert fra P1 til P10.

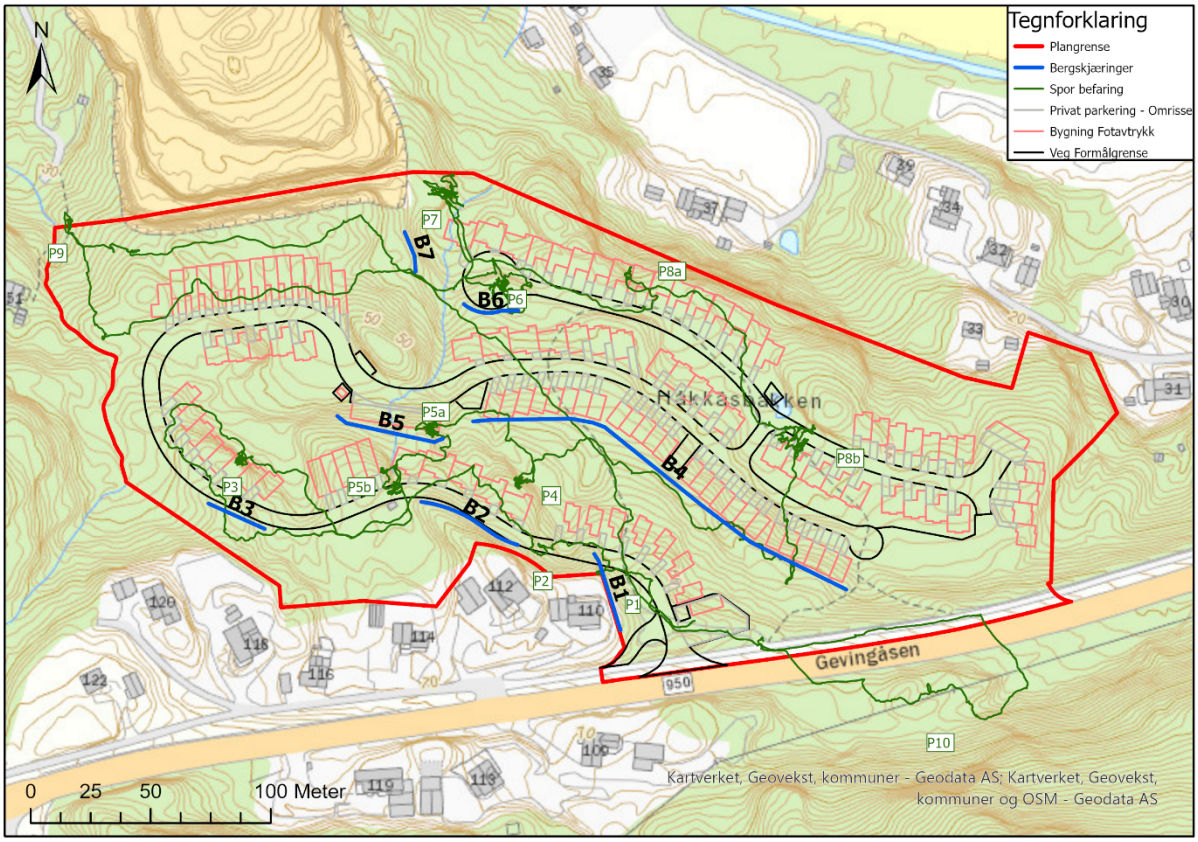
Dette notatet beskriver geologien i området med fokus på stabilitet av bergskjæringer, vibrasjonsberegninger, forankring/fundamentering på berg og en skredfarevurdering for å tilfredsstille kravene i TEK17.



Figur 1-1: Nedre Gevingåsen boligfelt. Planlagte bygninger, parkeringsplasser og veier per dags dato er vist i kartet.

1.2. Planlagt bergarbeid

Det er planlagt etablering av bergskjæringer i 7 områder i planområdet. Bergskjæringene er omtrentlig plassert og nummerert B1-B7 i figur 1-2. Bergskjæringene har varierende lengde, høyde, fall og retning. Høyden varierer mellom ca. 4 m og 10 m, helningen varierer mellom 10:1 og 1:1,5, lengden varierer mellom ca. 10 - 180 m og fallretningen på skjæringene varierer stort sett mellom nord og øst. Tabell 1 viser grove, omtrentlige mål for lengde, høyde, fall og fallretning på de ulike skjæringene. Ovenfor skjæring B4 er det planlagt en lav skjæring med maksimal skjæringshøyde på 2 m. Denne er ikke behandlet videre i dette notatet. Vedlegg 16 viser foreløpig planlagte områder for fylling og uttak av masser, samt plassering og høyde/helning til skjæringene.



Figur 1-2: Sporlogg fra befaring (grønn) med tilhørende besøkte lokaliteter (P1-P10). Planlagte bergskjæringer er omtrentlig inntegnet (skjæringstopp) og nummerert i blått (B1-B7).

Tabell 1: Oversikt over skjæringer med omtrentlige mål for lengde, høyde, fall og fallretning.

Bergskjæring	Lengde (m)	Høyde (m)	Fall	Fallretning N°Ø
B1	34	7	10:1	75
B2	44	5	10:1	25
B3	26	6-10	1:1,5	30
B4	177	4-6	10:1 og slakere	45
B5	47	4-5	10:1	10
B6	24	5	10:1 og slakere	350
B7	17	7	10:1	65

1.3. Grunnlag

- Selberg Arkitekter, 2020. Planinitiativ – Detaljregulering for Gevingåsen – Foreløpig planbeskrivelse.
- Selberg Arkitekter, 2020. Vedlegg 1 Foreløpig illustrasjon.
- Selberg arkitekter, 2020. Vedlegg 3 illustrasjonshefte – 3D illustrasjoner.
- Selberg Arkitekter, 2021. Terrengprofil_foreløpig (dwg-fil).
- Selberg Arkitekter, 2021. Grovkotering med skjæring og fylling.
- ERA Geo, 2020. Gevingåsen boligfelt – Geoteknisk prosjektrapport – reguleringsplan.
- Rambøll, 2018. Beskrivelse av grunnforhold Gevingåsen boligfelt B4 og tilkomstveg.

1.4. Regelverk

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0 – Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Norsk Standard, 2002)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler
- Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, versjon 1, november 2011.
- Byggesaksforskriften (SAK10), Publikasjonsnummer: HO-1/2011.
- NS 8141:2001: Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.
- Byggteknisk forskrift (TEK17). (Direktoratet for byggkvalitet, 2017).

1.4.1. Geoteknisk kategori

Grunn- og fundamenteringsarbeider i middels kompliserte tilfeller, plasseres ifølge NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0 – Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Norsk Standard, 2002) og NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler (Norsk Standard, 1997) i konsekvensklasse/pålitelighetsklasse 2 (CC/RC 2). Dette gir prosjekteringskontrollklasse 2 (PKK2) som medfører krav om egenkontroll og sidemannskontroll. Grunnforholdenes vanskelighetsgrad vurderes som middels, *noe uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Grunnforholdene kan fastlegges med rimelig grad av nøyaktighet. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres*. På bakgrunn av pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 og middels vanskelighetsgrad plasseres anlegget i geoteknisk kategori 2.

1.4.2. Tiltaksklasse

Byggesaksforskriften (SAK10) §13-5 bokstav e (Direktoratet for byggkvalitet, 2012) beskriver godkjenningsområder for geoteknisk prosjektering. Bygninger, anlegg eller konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 gir tiltaksklasse 2 for prosjekteringen. Dette medfører krav om uavhengig kontroll i henhold til prosedyre i SAK10. For utførelsen av grunnarbeider plasseres prosjektet i tiltaksklasse 2 på bakgrunn av sprenging med skjæringshøyde inntil 8 m. Dette medfører krav om uavhengig kontroll også under utførelsen.

1.4.3. Krav til sikkerhet mot skredfare

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

Byggeteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 2). I veilederen til TEK17 gis det retningsgivende eksempel på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred.

Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. I denne rapporten vurderes bolighus etter S3 og tilhørende uteareal etter S2, som markert i tabellen.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

Sikkerhetsklasse S1 omfatter for eksempel byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er garasje, uthus og båtnaust.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er eksempelvis enebolig, tomannsbolig og eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med maksimum 10 boenheter, parkeringshus og havneanlegg.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter for eksempel byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, i tillegg til skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon.

Planlagte bolighus i Nedre Gevingåsen skal vurderes etter sikkerhetsklasse S3, på bakgrunn av at det er planlagt kjede/rekkehus med mer enn 10 boenheter. Dette gir en største nominell årlig sannsynlighet for skred på 1/5000. Tilhørende uteområder skal vurderes etter sikkerhetsklasse S2, i henhold til TEK17. Dette gir en største nominell årlig sannsynlighet for skred på 1/1000.

Vurderinger og rapport har blitt utført etter gjeldende retningslinjer og standarder gitt av (NVE, 2020). I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Følgende skredtyper har blitt vurdert:

- Skred i fast fjell
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i Tabell 2.

1.5. Uavhengig kontroll

I henhold til NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak (NVE, 2020), skal skredfareutredninger og utarbeidelse av faresoner kvalitetssikres av et uavhengig foretak for oppdrag der konsekvensene av skred er særlig store – det vil si alle bygg i sikkerhetsklasse S3. Siden deler av planområdet vurderes etter sikkerhetsklasse S3, kreves det uavhengig kontroll av denne rapporten. Oppdragsgiver er selv ansvarlig for å engasjere et uavhengig foretak for kvalitetssikring.

1.6. Forbehold og forutsetninger

Vurderinger som er gjort i notatet er basert på ingeniørgeologisk kartlegging, kartstudier og dokumentasjon fra oppdragsgiver, samt forholdene slik de var på befaringsdagen. Det tas forbehold om at for eksempel grunnundersøkelser, geotekniske vurderinger og bygningsbesiktigelse kan avdekke andre forhold enn det som er lagt til grunn i dette notatet. Det gjøres oppmerksom på at bergskjæringenes plassering i kart, samt informasjon om skjæringenes lengde, høyde og bergsikringsbehov er grovt estimert ut fra dagens tegningsgrunnlag og antatt løsmassemektighet. Det må derfor påregnes usikkerhet i denne informasjonen.

2. GRUNNFORHOLD

2.1. Kotegrunnlag

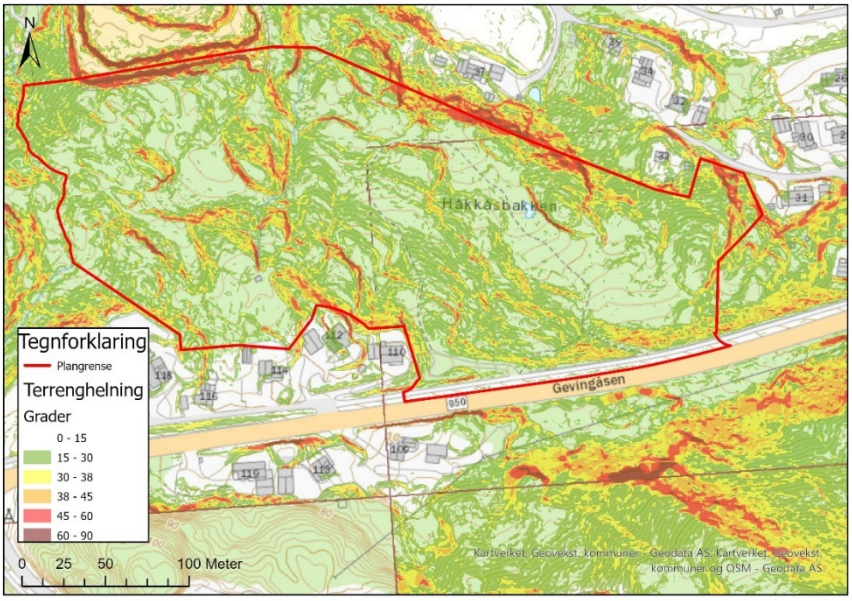
Det er lastet ned kotegrunnlag fra www.hoydedata.no. Det er benyttet laserdata med punkttetthet 2 punkt pr. m^2. Behandling av terrengdata, produksjon av kartbilder og skråningsgeometri er utført ved hjelp av programvaren ArcGIS Pro 2.7. Alle kart er laget med datum EUREF89/ETRS og koordinatsystem NTM sone 10.

2.2. Topografi

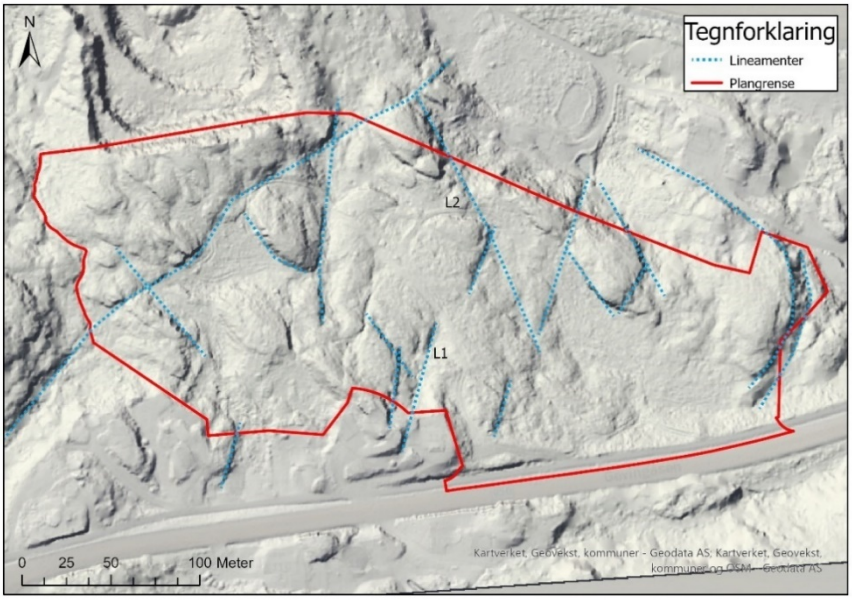
Planområdet ligger i en skråning som heller mot nord/nordøst, fra ca. 65 moh. i sør til ca. 30 moh. i nord. Helningsgraden ligger stort sett mellom 0-15 og 15-30 grader, men det er også flere tilnærmet vertikale skrenter, se

figur 2-1. Kuperingen i skråningen er variert med koller, skrenter og søkk. Nordvest for planområdet ligger et gammelt steinbrudd.

Det er laget et skyggerelieff-kart hvor de mest fremtredende regionale lineamentene i området er markert, vist i figur 2-2. To hovedlineamenter dominerer i området, lineament L1 går SV-NØ, og lineament L2 går NV-SØ.



Figur 2-1: Terrenghelningskart i området rundt planområdet.



Figur 2-2: Skyggerelieff. De mest opptredende lineamentene er markert.

2.3. Berggrunn

2.3.1. Berggrunnsgeologi

Berggrunnen i hele området består ifølge NGU (2020) sitt berggrunnskart N50 utelukkende av tynnbåndet, grågrønn metasandstein samt mørk grå tynnlaminert leirskifer og fyllitt i veksling. Berggrunnen er en del av Størendekket. Dette stemmer godt med observasjoner gjort under befaring. Variasjonen innen bergartstypen kan ses i vedlegg 1 til vedlegg 9.

2.3.2. Strukturgeologi og bergmassekvalitet

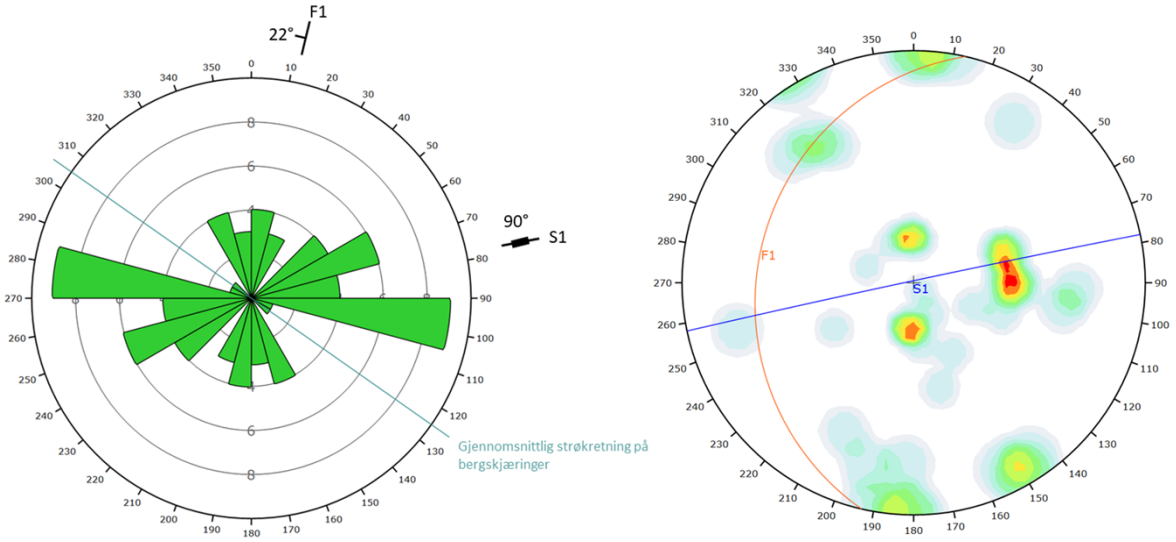
Under befaring ble det gjort sprekkemålinger ved naturlige bergskrenter. Det ble i alt tatt 39 sprekkemålinger. Disse er fremstilt ved hjelp av Dips (RocScience, 2016) som sprekkerose og stereoplott i Figur 2-3. En oversikt over kartlagt bergmasse ved hver av de besøkte lokalitetene er oppsummert i tabell 3. Foto fra lokalitetene er vist i vedlegg 1 til vedlegg 9.

Det er generelt 2 dominerende sprekkesett ved hver lokalitet (F1 og S1) i tillegg til sporadiske sprekker. F1 representerer foliasjonen i bergmassen og har en gjennomsnittlig strøk/fall-retning på N193°Ø/22° (høyrehåndsregel). Dette stemmer godt overens med registrert struktur i NGUs berggrunnskart. Variasjonen i strøkretningen er imidlertid stor fra lokalitet til lokalitet. S1 er et steilere sprekkesett med gjennomsnittlig strøk/fall på N258°Ø/89°. I dette sprekkesettet er det også stor variasjon i både strøkretning og fallvinkel. Stedspesifikke sprekkeorienteringer ved de besøkte lokalitetene kommer frem av tabell 3.

Sprekkene er generelt tette og sammenvokste, med unntak av noen åpne sprekker langs foliasjonen. Ved lokalitet P5b ble det observert et ca. 2 cm tykt lag av leire/silt i enkelte sprekker, antagelig kun i overflaten. Sprekkeflatene er generelt bølgete og ru, men ved lokalitet P5b er de plane og ru.

Bergmassens oppsprekking varierer fra grovblokkig til tett og skifrig oppsprekking. I foliasjonen er det registrert sprekkeavstander på 30-100 cm, 30-60 cm og 20-150 cm ved tre ulike lokaliteter. Sprekkesett S1 har generelt større sprekkeavstand enn foliasjonen, men varierer i området 5-300 cm. I områder med skifrig, overflateforvitret berg er sprekkeavstanden stedvis svært liten, se Vedlegg 8.

Bergmassen fremstår i hovedsak som svært omdannet med folder og overflateforvitring. Dette gjør det vanskelig å se sprekkesammensetningen ved enkelte lokaliteter. RQD varierer i alt fra 0 til 90, med gjennomsnitt rundt 60-70.



Figur 2-3: Sprekkerose og stereoplott. Plottene er lagd med grunnlag i 39 sprekkemålinger.

Tabell 3: Observasjoner ved besøkte lokaliteter i forbindelse med planlagte bergskjæringer og bergfundamenteringer.

Planlagt bergskjæring	Kartlagt lokalitet	Sprekkesett	Kommentar	Fotovedlegg
B1	P1	F1: 202/30	Planlagt 7 m høy skjæring tett inntil eiendom. Eiendomsgrensen går i eksisterende skrent. Sprekkeplan heller inn mot eiendommen og skaper et overheng.	Vedlegg 1
B2	P2	F1: 184/45	Over planlagt skjæringstopp er bratt skråning med løsmasser.	Vedlegg 2
B3	P3	F1: 98/20	Skjæringstopp ser ut til å komme rett under bratt fylling av fyllingsmasser.	Vedlegg 3
B4	P4	F1, S1 + sporadisk	Overflateforvitret berg, vanskelig å se sprekkesett. Mulig svakhetssone normalt på skjæringen i vest (vises som søkk i kartet). Stedvis dårlige forhold for kartlegging av berg. Jevn helning med tynt løsmassedekke.	
B5	P5a	F1: 264/30, 20-150 cm sprekkeavstand S1: 060/60, 5-150 cm sprekkeavstand + sporadisk	Generelt tette, sammenvokste sprekker, med unntak av noen åpne sprekker langs foliasjonen. Veldig forvitret berg.	Vedlegg 4
	P5b	F1: 084/22 S1: 244/83 + sporadisk	Mindre omdannet berg enn andre lokaliteter. Plane sprekkeflater. 2 cm tykt leir/silt/sandbelegg i flere sprekker, antagelig kun i overflaten. Mulig svakhetssone langs bekken.	Vedlegg 5 Vedlegg 6
B6	P6	F1: 084/22 S1: 244/83 +sporadisk	Ru og bølgete spekkeoverflater. Meget overflateforvitret berg, vanskelig å se sprekkesammensetning. Generelt grovblokkig, men stedvis svært skifrig.	Vedlegg 7 Vedlegg 8
B7	P7	F1: 278/22, 30-100 cm sprekkeavstand S1: 183/50, 30-100 cm sprekkeavstand S2: 090/90, 10-300 cm sprekkeavstand	3 sprekkesett. Bekk renner foran skjæringen, mulig svakhetssone.	Vedlegg 9
Fundamentering av hus på søyler/pilarer på berg	P8a		Her er det planlagt bolighus på kanten av bratt skråning. Antatt tynt løsmassedekke. Dårlig bergmassekvalitet er observert i overflaten. Kjerneboring/prøveboring kan være et alternativ for å avdekke bergmassekvaliteten mot dypet. Ryggen øst for søkket ser ok ut.	Vedlegg 10
Fundamentering av hus på søyler/pilarer på berg	P8b	F1: 240/18, 30-60 cm sprekkeavstand S1: 055/73, 30-100 cm sprekkeavstand Sporadiske sprekker	Naturlig bergskrent tilhørende kolle som skal bevares, ca. 5 m høy.	

2.4. Løsmasser

Løsmassene i området består ifølge løsmassekartet fra NGU (2020) utelukkende av humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn. Dette stemmer godt overens med observasjoner gjort under befaring. Bergblotninger opptrer relativt hyppig og terrengbunnen fremstår ujevn på grunn av nærhet til underliggende berggrunn.

Rambøll (2018) har tidligere utført prøvegraving ved 9 posisjoner på østre halvdel av tomten. Her er løsmassemektigheten registrert mellom 0,3-3,2 m.

Løsmassene i prøvesjaktene besto generelt av et vegetasjonslag/torvlag med en mektighet mellom 0,1–0,8 meter, over mineralske masser av sand, grus, silt og leire ned til antatt berg. I enkelte områder ble det registrert vannmettet silt/siltig leire med dårlig stabilitet (Rambøll, 2018).

Det er grunn til å anta at vestre halvdel av planområdet består av tilsvarende løsmasser som østre halvdel, da det ikke er stor variasjon i bergblotninger og terrengtype. Vestre halvdel av planområdet vil bli nærmere vurdert av geotekniker og det henvises derfor til geoteknisk rapport.

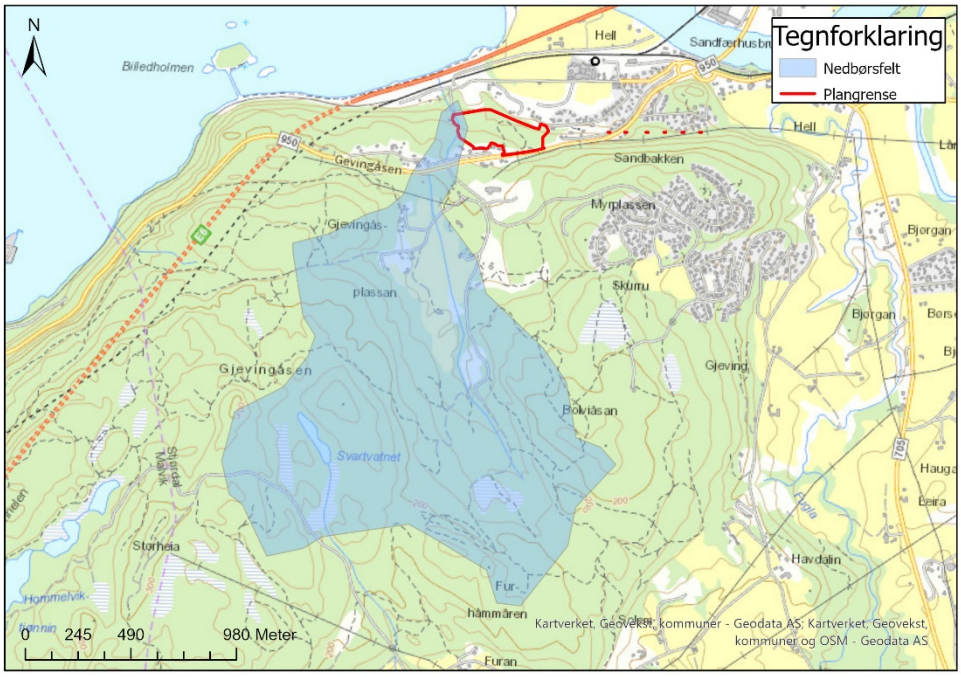
2.5. Hydrologi

Det er registrert to bekker som kommer i kontakt med planområdet, vist i figur 1-2.

Vestre bekk renner langs grensen av planområdet i vest. Data fra NEVINA (NVE, 2020) indikerer at bekken har et nedbørsfelt på 2,05 km^2, se figur 2-4. Middelavrenning mellom år 1961-1990 er registrert til 574 mm/år og 18,19 l/s/km^2. Under befaring ble det observert mye is i bekkeløpet. Bekken bærer preg av tidvis stor vannføring. Bekken rant tilsynelatende i en nedskjæring i berget, det var løsmasser langs kanten på begge sider av bekkeløpet, ca. 1,5-2 m over bunn av bekken. Planlagt veg i planområdet ligger i underkant av 3 m fra bekken på det nærmeste.

Østre bekk har tilsynelatende mindre vannføring enn vestre bekk. Den har heller ikke et registrert nedbørsfelt i NEVINA. Bekken renner langs en antatt svakhetssone i terrenget, og krysser 2 planlagte veger, planlagt bergskjæring samt parkeringsplass og bolighusrekke i planområdet.

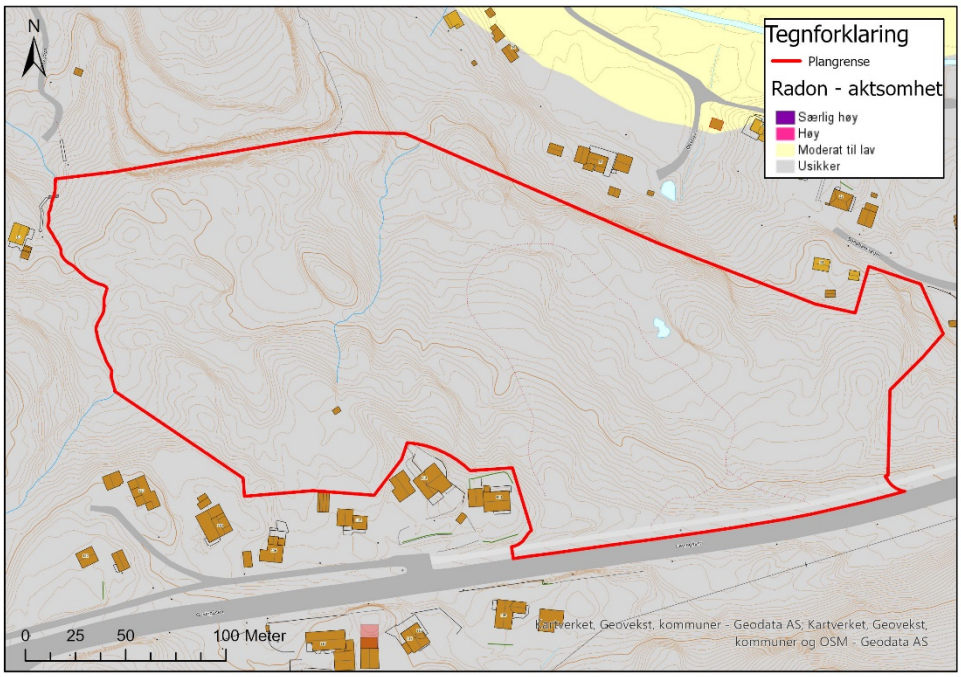
Ved lokalitet P8b og P5b er det et slakt parti der vannet ikke drenerer like godt som ellers i planområdet. I disse områdene er det i dag våt myr, ved P8b er det også en liten dam.



Figur 2-4: Nedbørsfeltet til bekken som renner langs vestre side av planområdet, generert fra NEVINA.

2.6. Radon

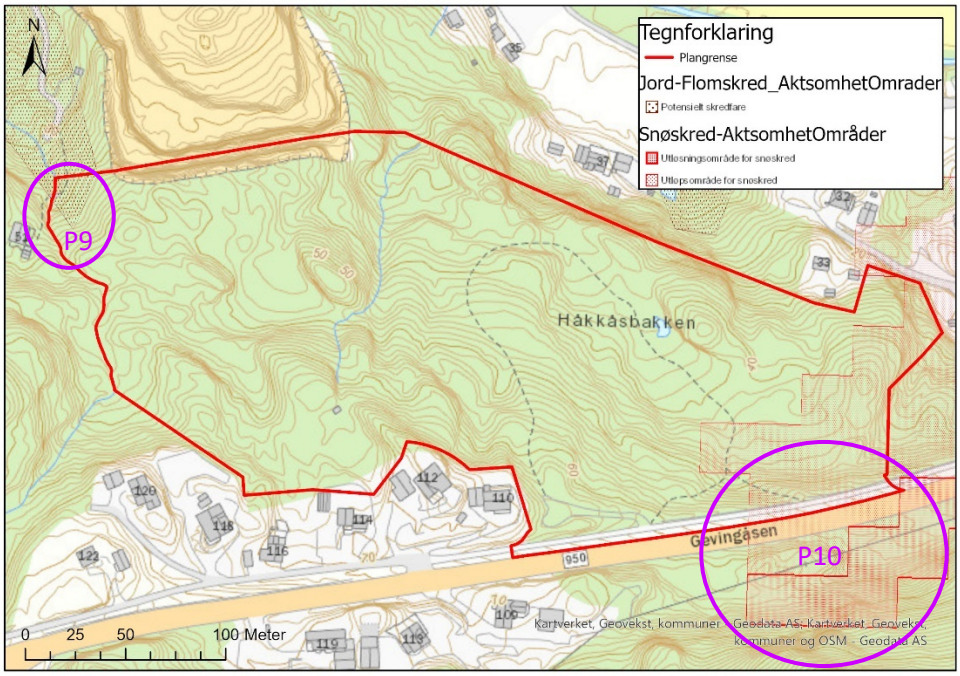
NGU sitt aktsomhetskart over radon er vist i figur 2-5. Hele planområdet ligger innenfor usikker aktsomhet for radon i grunnen. Nært planområdet i nord er det moderat til lav aktsomhet.



Figur 2-5: NGU sitt aktsomhetskart over radon.

2.7. Områdebeskrivelse spesielt for skredfare

Figur 2-6 viser NVE (2020) sitt aktsomhetskart for skred i bratt terreng. Planområdet berøres av aktsomhetsområde for jord- og flomskred i nordvest og snøskred i sørøst. Løsneområdene ble besøkt under befaringen, se sporlogg og lokalitet P9 og P10 i figur 1-2. I dette delkapittelet presenteres relevante observasjoner fra befaring og skrivebordstudie i forbindelse med vurdering av fare for jord- og flomskred ved lokalitet P9 og snøskred ved lokalitet P10. Det er kun disse to områdene som må dokumenteres med hensyn til skredfare, da øvrig terreng i og rundt planområdet ikke vurderes aktuelt for skred i bratt terreng, se kapittel 3.9.



Figur 2-6: Utklipp av NVE sitt aktsomhetskart for snøskred, jord- og flomskred. De to områdene som vurderes etter fare for jord- og flomskred og snøskred er markert med lilla sirkel og henholdsvis P9 og P10.

2.7.1. Terrenghelning

Terrenghelningskart er tidligere vist i

figur 2-1. I dette delkapittelet presenteres terrenghelningen lokalt ved lokalitet P9 og P10.

2.7.1.1. Lokalitet P9

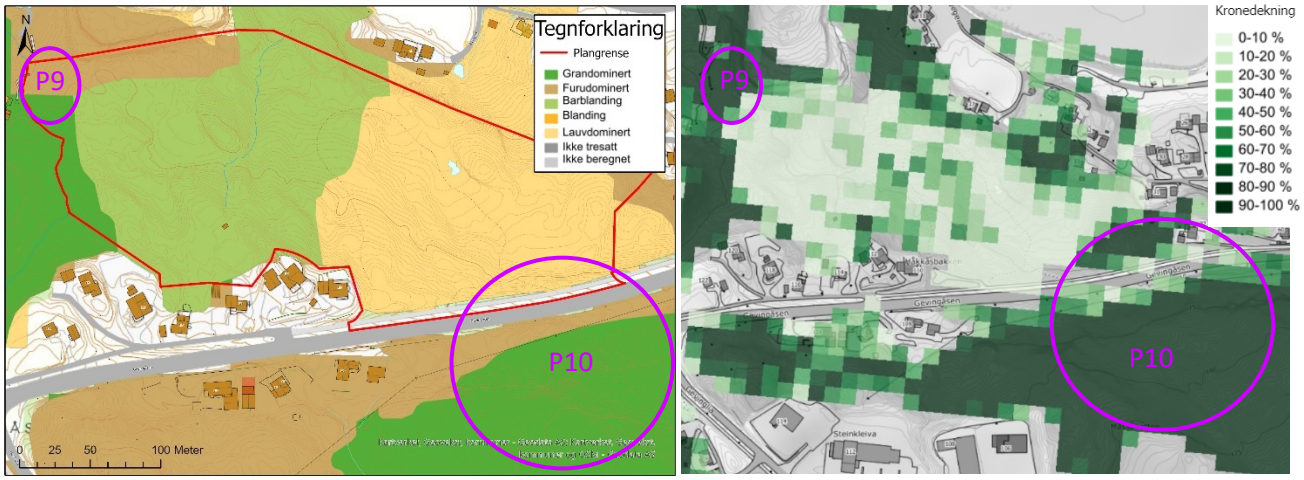
Tilnærmet hele skråningen har en helningsgrad mellom 15° og 30°. Under befaring ble det registrert et ujevnt og varierende underlag, antagelig grunnet tynt løsmassedekke og nærhet til underliggende bergmasse.

2.7.1.2. Lokalitet P10

Langs grensen til planområdet i sørøst går fv. 950. Vegen ligger nedenfor potensielt løsneområde for snøskred og utgjør en horisontal flate på ca. 17 m på tvers av skråningen. Sør for vegen stiger terrenget med helningsgrad <15° i ca. 20 m. Videre sørover øker helningsgraden til mellom 30° og 60° i ca. 20 m, hvor 30-38° og 38-45°er mest representert. Deretter øker helningsgraden til over 50° i vest og under 30° i øst. Høyere opp i skråningen kommer det igjen et område med helningsgrad mellom 30° til 50°, delvis oppstykket av brattere partier.

2.7.2. Vegetasjon

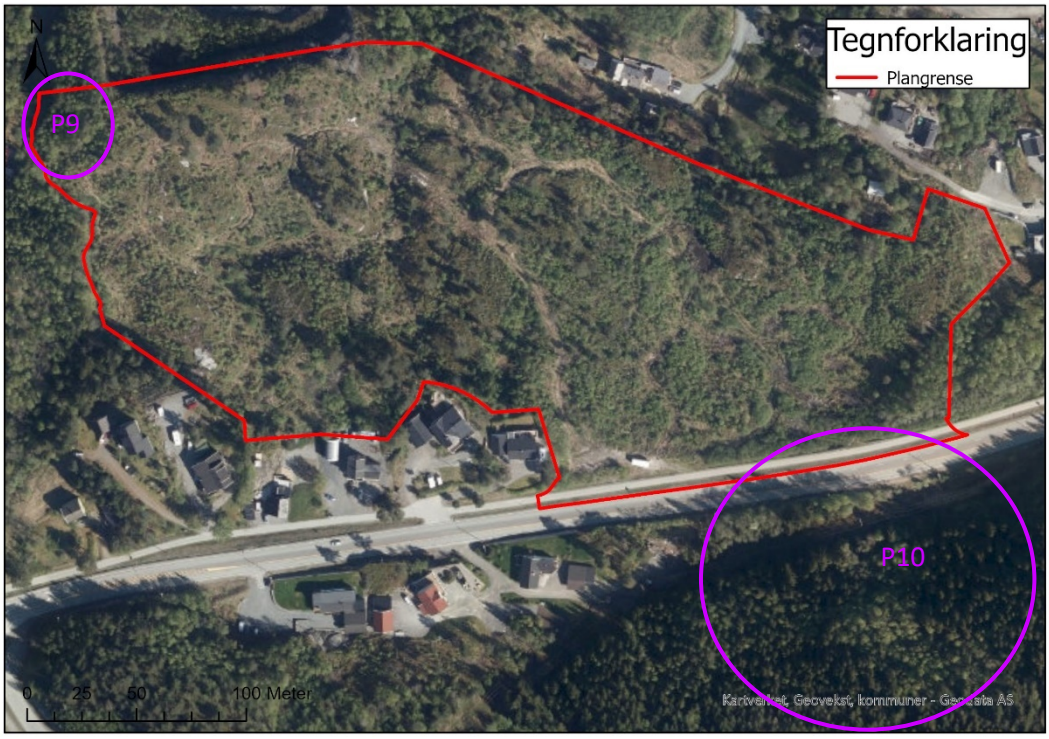
NIBIO (2020) sitt kart over tretyper og kronedekning er vist i figur 2-7. Dataene er basert på informasjon fra laserdata. Kronedekning er angitt i prosent dekning av det totale arealet. Flyfoto fra 2019 over området er vist i figur 2-8.



Figur 2-7: NIBIO sitt kart over tretyper (venstre) og kronedekning (høyre) i kartleggingsområde ved P9 og P10 (markert med lilla sirkel).

2.7.2.1. Lokalitet P9

Figur 2-7 indikerer at skogen i området består av både barskog, furuskog og barblanding. Kronedekningen er registrert som 90-100 %. Under befaring ble det observert både bartrær og løvtrær i hele området, se foto i vedlegg 11. Størrelsen på trærne kategoriseres stort sett som middels. Det ble også observert et tynt løsmassedekke av humus/torv i området. Anslagsvis 10-20 cm tykkelse.



Figur 2-8: Flyfoto fra 2019 over planområdet. Område P9 og P10 er markert med lilla sirkel.

2.7.2.2. Lokalitet P10

Figur 2-7 indikerer at skråningen over fv. 950 hovedsakelig består av grandominert skog, med furudominert helt nede ved fv. 950. Figuren indikerer 90-100% kronedekning i skråningen der helningsgraden er større enn 15°. Flyfotoet i figur 2-8 viser tilsynelatende tett granskog i hele skråningen. Dette stemmer godt med observasjoner fra befaringen, skogen består hovedsakelig av

tett granskog, se foto i vedlegg 12. Det er imidlertid et område med løvskog vest i kartleggingsområdet P10, se vedlegg 13 og vedlegg 14.

Tabell 1 gir en oversikt over observasjoner gjort under befaring angående kronedekning, trehøyde og stammetykkelse ved brysthøyde (DBH) for granskogen og løvskogen i skråningen.

Tabell 4: Oversikt over fordeling av grantrær og løvtrær i skråningen, deres kronedekning, høyde og stammetykkelse.

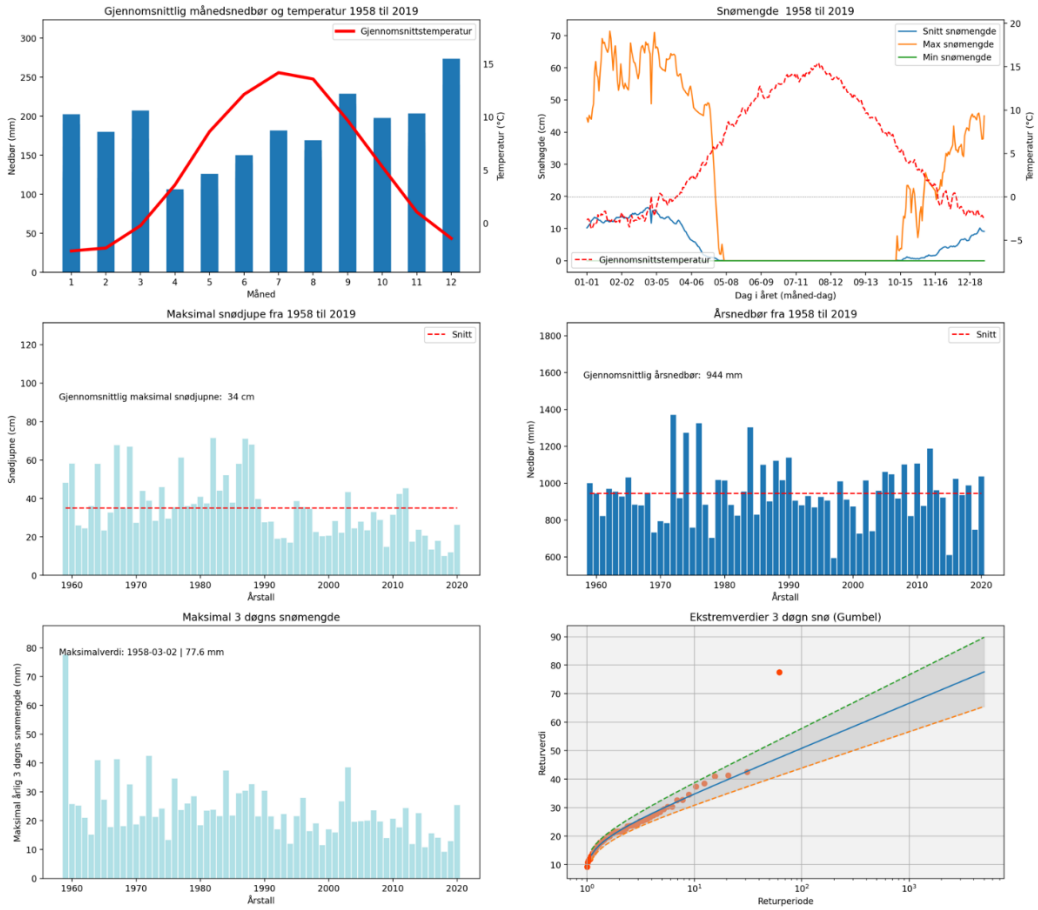
	Grantrær	Løvtrær
Fordeling i skråningen (%)	90	10
Kronedekning (%)	90-100	Ca. 70
Høyde (m)	5-15	>5
Stammetykkelse ved brysthøyde,	>20	>12

2.7.3. Klima

Nedbørsdata er hentet fra NVE sitt «Grid Time Series» API. Datasettet er SeNorge2 (Lussana, 2018), som er basert på observerte og interpolerte data fra 1958 fram til 2019. Interpolerte data er justert for høyde. Posisjon for data er UTM 33, 7041350 295234. Modellhøyden for punktet er 100 moh.

2.7.3.1. Normaler

Figur 2-9 viser sammenstilling av klimadata for oppgitt posisjon. Årsmiddelnedbør er på 944 mm, med desember som den mest nedbørsrike måneden. Gjennomsnittlig temperatur varierer mellom ca. -3°C i desember, januar og februar til ca. 15°C i juli og august. Gjennomsnittlig maksimal snødybde er modellert til 34 cm, med en maksimalverdi fra 1983 med ca. 70 cm.



Figur 2-9: Sammenstilling av klimadata.

2.7.4. Tidligere skredhendelser

I den nasjonale skreddatabasen atlas.nve.no er det ikke registrert tidligere skredhendelser i nærheten av planområdet.

Studie av skyggerelieffkart fra høydedata.no viser ingen tegn til skredvifter eller skredbaner i eller i nærheten av planområdet.

Det er ikke observert spor etter tidligere skredhendelser i planområdet, hverken skade på trær, oppriving av undervegetasjon, nylig erosjon langs bekkedrag eller åpne drag i terrenget.

Tilgjengelige historiske flyfoto over området fra norgeibilder.no går tilbake til 1955. Det er ikke observert endringer i vegetasjon eller annet som tyder på skredhendelser i løpet av de siste 66 årene. Det er imidlertid utført fjerning av skog i planområdet flere ganger, senest en gang mellom 2014 og 2017, og i skråningen sør for planområdet rundt 1964.

2.7.5. Tidligere kartlegginger

Asplan Viak er ikke gjort kjent med tidligere skredfarevurderinger i området.

3. INGENIØRGEOLOGISK VURDERING

3.1. Bergmasseklassifisering

Basert på registreringer fra befaring av bergmassens oppsprekkingsfaktor (RQD), sprekkesett (J_n), sprekkeruhetstall (J_r), sprekkefylling (J_a) samt antatt sprekkevannstall (J_w) og spenningsfaktor (SRF) er det gjort en bergmasseklassifisering i henhold til Q-metoden. Tabell 5 viser parametere som inngår i Q-metoden og som regnes som representative og gjennomsnittlig for bergmassen i hele planområdet. Det er imidlertid noe variasjon fra lokalitet til lokalitet, som også kommer frem av tabellen. Det kan generelt forventes en Q-verdi mellom ca. 10-30 i planområdet, men også enkelte partier med Q-verdi under 1.

Tabell 5: Bergmasseklassifisering basert på Q-metoden.

Q-parameter	Gj. snitt	Variasjon	Kommentar
RQD (Oppsprekkingsfaktor)	60	0-90	
J_n (tall for sprekkesett)	6	6-12	Hovedsakelig 2 sprekkesett pluss tilfeldige sprekker. Enkelte steder med tre sprekkesett.
J_r (sprekkeruhetstall)	3	1,5-3	Hovedsakelig ru, bølgete. Én lokalitet med ru, plan.
J_a (tall for sprekkefylling)	2	1-8	Hovedsakelig tette, uomvandlede sprekker. Noen åpne sprekker langs foliasjonen. Ett sted med leir/silt i sprekk.
J_w (sprekkevannstall)	0,66	0,66	Middels tilsig av vann
SRF (spenningsfaktor)	1	1	Moderate spenninger forventes nede i bergmassen.
Q-verdi	**10**	**<1 til 30**	**Generelt dårlig til god kvalitet. Enkelte partier med svært dårlig kvalitet.**

3.2. Vibrasjonsgrenser og bygningsbesiktigelse

Vibrasjonskrav er beregnet etter NS8141:2001 (Norsk standard, 2001). Det må monteres vibrasjonsmålere på de bygg og konstruksjonsdeler som er nærmest sprengningsstedet. Måling av rystelser skal skje etter NS8141:2001.

NS8141:2001 fastsetter regler for omfang av besiktigelse av byggverk som kan tenkes å bli påvirket av grunnarbeidet. Byggverk som kan bli påvirket av sprengningen skal besiktiges før

sprengningsarbeidet utføres. Ut ifra observasjoner gjort i forbindelse med befaring, antas byggverk i nærheten av planområdet å være fundamentert direkte på berg eller på et tynt avretningslag på berg. Det anbefales derfor i utgangspunktet besiktigelse på alle bygg innenfor en hensynssone på 50 m, vist i figur 3-1. Dersom det viser seg at bygninger er fundamentert på løsmasser utvides hensynssonen til 100 m. Fundamenteringsforholdene for bygningene er ukjent, men det antas armert betong og plate på alle bygninger.

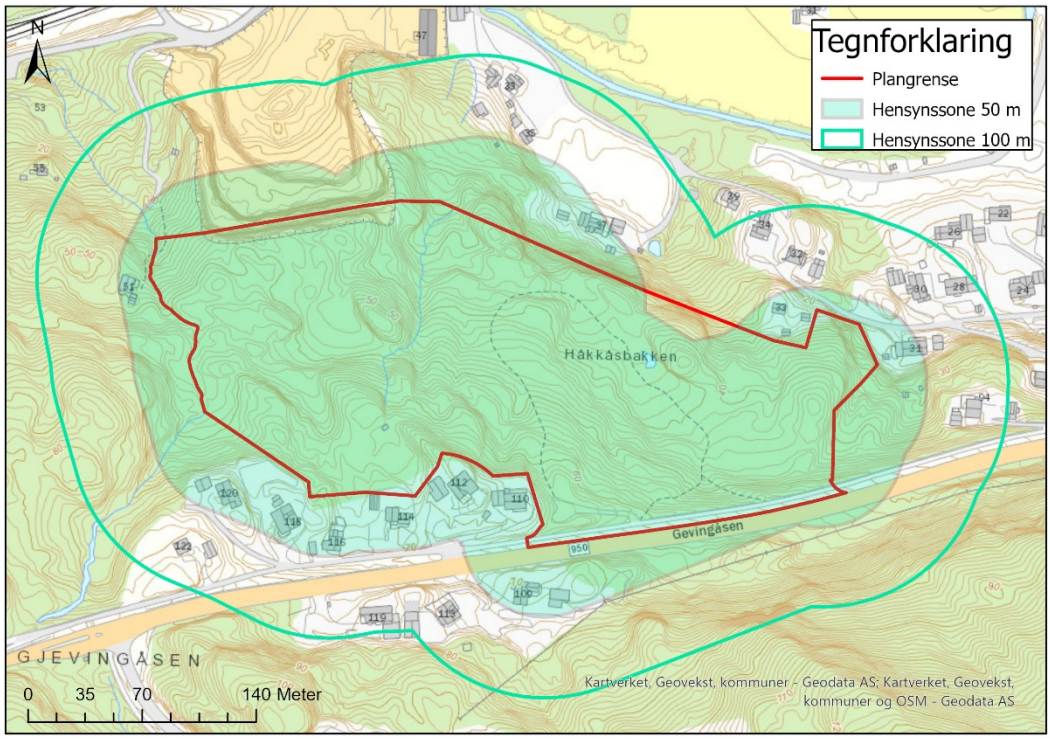
Hvis det ved bygningsbesiktigelsen oppdages at det er andre grunn- eller fundamenteringsforhold, eller annet som kan påvirke vibrasjonsgrensene, bør hensynsone og omfang av besiktigelse justeres, og vibrasjonsgrensene må beregnes på nytt med riktige parametere.

Vibrasjonsmålerne må plasseres strategisk med tanke på hvor sprengning og pigging foregår. De skal i utgangspunktet plasseres i bygningshjørnet som er nærmest sprengningsstedet. Det er viktig at målerne monteres direkte på grunnmuren og ikke i eksempelvis kledning eller eventuelle påstøpte deler av bygningen. Vibrasjonsmåling skal utføres gjennom hele anleggsperioden. Målerne skal registrere vibrasjoner kontinuerlig og resultatene sendes automatisk til aktuelle personer.

Vibrasjonsgrensene for byggverkene, beregnet ved hjelp av NS8141:2001, innenfor en hensynssone på 50 m er oppsummert i tabell 6.

Tabell 6: Vibrasjonsgrenser ut fra antatt grunn- og fundamenteringsforhold innenfor 50 m hensynssone.

Byggvekstype	Avstand (m)	Vibrasjonsgrense, sprengning, anleggstrafikk (mm/s)	Vibrasjonsgrense, pigging, vibrokomprimering (mm/s)	Kommentar
Vanlige boliger	5-50	48	38	Tynt avrettingslag over berg, vanlige boliger, armert betong, plate



Figur 3-1: Bygninger som berøres av «Hensynssone 50 m» må besiktiges før sprengning. Dersom husene er fundamentert på løsmasser må også husene innenfor «Hensynssone 100 m» besiktiges.

I tillegg til vibrasjonsgrensene vil det være viktig å hindre sprut fra salvene som kan skade bygg eller installasjoner. Det er derfor viktig å renske bergoverflaten for alle løsmasser samt sørge for god tildekking av salver med skytematter.

Det er viktig å understreke at de beregnede verdiene gjelder med tanke på å unngå skade på bygg. Mennesker vil kunne oppleve lave verdier som ubehagelig og gjenstander kan falle ned fra hyller og vegger. Det er derfor viktig at beboere informeres godt om sprengningsarbeidene på forhånd, og i god tid før sprengning starter. Det kan også oppfordres til å sikre løse gjenstander.

3.3. Løsmassehåndtering

Ovenfor skråningskantene til bergskjæringene skal løsmasser renskes til 2 m bak skjæringskant for å hindre at erosjon og utvasking av løsmasser kommer ned i skjæring.

Ved bergskjæring B2 og B3 er det observert relativt bratte løsmassefyllinger med ukjent mektighet over planlagt skjæringstopp. Dersom fjerning av løsmasser over skjæringstopp kommer i konflikt med stabiliteten til fyllinger, må dette vurderes av geotekniker.

3.4. Skjæringsstabilitet

Bergmassen i planområdet er generelt middels til tett oppsprukket, omvandlet, foliert og overflateforvitret. Det er generelt 2 sprekkesett som opptrer ved alle lokaliteter, F1 og S1. Sprekkeplanene er generelt ru og bølgete, uten sprekkefyll. Dette legger til rette for høy friksjon på sprekkeflater, som vil motvirke potensielle utglidninger. Foliasjonen, som er det mest dominerende sprekkesettet har relativt slakt fall på ca. 20°. Utglidning langs dette planet er lite sannsynlig da friksjonsvinkelen ikke vil overgå fallvinkelen. Utglidning (plan- eller kileutglidning) langs det steilere sprekkesettet S1 kan derimot være mulig dersom sprekkeorienteringen er ugunstig. Oppsprekkingen langs foliasjonen er enkelte steder veldig tett, med noe knust og omvandlet materiale på sprekkeflatene. Disse sprekkeflatene har lavere friksjon, og mindre utfall/dryss kan forventes. Fallretningen til foliasjonen mot V-NV gjør at det ved noen bergskjæringer kan forventes overheng og mulighet for utvelting.

Den folierte og overflateforvitrede bergmassen gjør at det kan være stor variasjon i stabilitet fra bergskjæring til bergskjæring. Vedlegg 15 viser sprekkeroser med målte sprekker ved hver av de planlagte skjæringene i forhold til retningen på skjæringen. Det er også utført en enkel kinematisk analyse i Dips (RocScience, 2016) for hver av skjæringene med tilhørende målte sprekkeflater. Det ble benyttet en friksjonsvinkel på 30 grader og en lateral grense på 20 grader. Analysen ga størst utslag på bergskjæring B4, B5 og B6. Resultatene fra disse er oppsummert i tabell 7, med prosentandel kritiske plan eller krysningslinjer mellom plan som faller innenfor kritisk område for plan utglidning, kileutglidning og direkte utvelting. Det presiseres at analysen er basert på få sprekkemålinger per lokalitet. Dette gjør at usikkerheten kan være stor. Bergskjæringene som ikke er med i tabellen hadde ingen plan innenfor kritisk område for utglidning/utvelting, og det kan derfor forventes mindre stabilitetsproblemer i disse.

Tabell 7: Prosentandel plan eller krysningslinjer mellom plan som faller innenfor kritisk område for plan utglidning, kileutglidning eller direkte utvelting ved ulike bergskjæringer.

Bergskjæring	Plan utglidning	Kileutglidning	Direkte utvelting
B4	20 %	10 %-20 %	10 %
B5	20 %		20 %
B6	33 %	20 %	13 %

3.5. Fundamentering på berg

Det er planlagt at bolighusene ved lokalitet P8a må fundamenteres delvis på søyler/pilarer som forankres i berg på grunn av skrått terreng. På befaringstidspunkt var det ikke mulig å inspisere berget her på grunn av løsmasser og vegetasjonsdekke. Det må forventes sterkt overflateforvitret berg slik at eventuell forankring i berg må gjøres dypt for å sikre tilstrekkelig forankring i fast berg. Dybde til berg, plassering av søyler/pilarer og forankringsløsning kan ikke detaljeres før grunnforholdene er mer avklart. Planlegger/utbygger har muligens også innspill på hvordan søylene/pilarene skal se ut, noe som også kan påvirke forankringsløsningen. Det må beregnes hvilke krefter som søylene/pilarene påfører berget slik at forankringsløsningen blir dimensjonert riktig. Dette må prosjekteres nærmere når flere detaljer er på plass.

3.6. Vannhåndtering

Vann som renner ut i bergskjæringer er ikke ønskelig, da det kan føre til problemer med isdannelse vinterstid, samt redusert friksjon og potensiell frostsprengning mellom sprekkeplan og dermed ustabilitet av skjæringene.

Ved lokalitet P8b og P5b ble det observert vått myrterreng. Her er det en tett barriere av løsmasser eller en terskel i berget som hindrer vannet i å renne videre nedover, til tross for tilsynelatende jevn terrenghelning mot nord. Det er også en bekk (østre bekk) som i dag renner rett gjennom planlagt bergskjæring B5, og dessuten i nærheten av bergskjæring B6 og B7. Det er viktig at det etableres en løsning for å lede vannet bort fra skjæringene.

Vestre bekk kommer ikke i kontakt med planlagte skjæringer. Bekken ligger derimot nært planlagt veg (ca. 10 m på det minste). Det er viktig at man ikke påvirker bekkens naturlige løp og kapasitet, i så fall må man gjøre tiltak for slik at bekken får beholde sin kapasitet og ikke leder vannet nye steder.

3.7. Uttak og sikring av bergskjæringer

3.7.1. Utforming

Bergskjæringene bør generelt utformes med helningsgrad på ca. 10:1, etter Håndbok N200 (Vegdirektoratet, 2018).

De planlagte bergskjæringene vil ha en estetisk verdi så vel som praktisk funksjon. Av den grunn er det ønskelig fra oppdragsgiver å bevare bergoverflaten uten for mye bergsikring. For at dette skal være forsvarlig må skjæringene sikres på en annen måte. Tilstrekkelig bred fanggrøft under skjæringene vil være et minstekrav. Oversikt over minstebredde på fanggrøft for ulike høyder på bergskjæring er vist i tabell 8. Fanggrøften må bygges opp slik at den ikke inviterer til bruk av arealet under skjæring. Det er derfor fornuftig å avgrense fanggrøften med for eksempel en voll som samtidig bidrar til å samle eventuelle nedfall. En annen viktig faktor som påvirker skjæringens utforming og sikringsbehov er sprengningsmetodikk.

Tabell 8: Minimum bredde på fanggrøft for bergskjæring med ulik høyde og helningsgrad, etter Handbok N200.

	Minimum bredde fanggrøft (m)		
	Helningsvinkel bergskjæring		
Høyde bergskjæring (m)	**10:1**	**4:1**	**2:1**
3	3,4	3,0	3,9
5	3,5	3,1	3,9
7	3,5	3,2	4,0
10	3,6	3,25	4,0

3.7.2. Uttak

Det antas moderat forplantning av rystelser gjennom berget på grunn av moderat oppsprukket bergmasse. Et skånsomt berguttak vil redusere rystelser, bidra til å ivareta bergstabiliteten og redusere behovet for påfølgende bergsikring. Det anbefales følgende sprengningsopplegg:

- Kontursprengning i form av presplitt anbefales. Det betyr at konturen går av først i en salve for å forsøke å bevare konturen/skjæringsflaten best mulig. Det reduserer også sannsynligheten for gjenstående sprengstoff (forsagere).
- Sømboring anbefales i konturen i bergskjæring B1 for å redusere rystelser for nærliggende bolighus i Gevingåsen 110, samt for å ha bedre kontroll på endelig skjæringsvegg. Forbolting må vurderes for å bevare skjæringstopp mot eiendom, og hindre utvelting.
- Nøyaktig boring og forsiktig sprengning.
- Salvestørrelser må tilpasses etter hvert som en har opparbeidet erfaringer med sprengningen og målte rystelser. Endelig fremgangsmåte for berguttaket avklares i byggefasen.

3.7.3. Sikring

Generelt vurderes bergmassen som middels til tett oppsprukket. Det kan forventes problematikk med overheng/utvelting i skjæringer der foliasjonen faller inn mot bergskjæringen. Plan utglidning er antatt lite sannsynlig langs foliasjonsplanet, men kan forventes noe langs sprekkesett S1. Dryss og mindre utfall kan forventes i partier der bergmassen er mest oppsprukket. Det forventes imidlertid mer kompetent bergmasse nede i bakken enn i overflaten.

Følgende sikringsmetoder vurderes som aktuelle i skjæringene:

- Rensk: både med maskin og deretter manuelt med spett.
- Spredt bolting: blokker som kan løsne på sikt må sikres med bolter, minst 1 m forankring i fast berg. Det er antatt behov for 2,4 - 4 meter lange bolter. Det anbefales fullt innstøpte og korrosjonsbeskyttede bolter.
- Fjellbånd: aktuelt for sikring av større blokker.
- Steinsprangnett/isnett: vurderes ved partier med tettere oppsprekking eller vann/is.
- Forbolter vurderes der det er spesielt viktig å ta vare på skjæringstopp og/eller der det er fare for større utglidninger. Boltelengde er avhengig av høyde på skjæring, antar 6-10 m lange forbolter.
- Fangvoll kan vurderes som alternativ sikring dersom det er tilstrekkelig rom ved foten av skjæringen. Denne sikringsmetoden er mest hensiktsmessig i skjæringer over 5 m høyde. Fangvoll vil kunne redusere øvrige sikringsmengder i de aktuelle skjæringene.

Endelig permanent sikringsbehov må vurderes og baseres på ingeniørgeologisk kartlegging etter at bergoverflate er rensket, underveis og etter at sprengningsarbeidene er utført. Tabell 9 angir grove estimater for mengde bergsikring.

Tabell 9: Anslåtte sikringsmengder for planlagte bergskjæringer. Beregningene er grove estimater.

Skjæring	Lengde (m)	Høyde (m)	Areal (m^2)	Rensk (t)	Anslått antall bolter (stk)	Isnett/ steinsprangnett (m^2)	Alternativ sikringsmetode Fangvoll (m)	Kommentar
B1	34	7	238	8	17	44	34	Middels høyde. Spredt bolting ca. 0,5 bolt/m.
B2	44	5	220	8	18	45		Lav høyde. Spredt bolting ca. 0,4 bolt/m.
B3	26	6-10	200	10	10		26	I utgangspunktet så slak at bergsikringstiltak sannsynligvis blir minimalt
B4	177	4-6	885	30	90	190	177	Lav til middels høyde. Spredt bolting ca. 0,5 bolt/m.
B5	47	4-5	211	7	18	40		Lav høyde. Spredt bolting ca. 0,4 bolt/m.
B6	24	5	120	6	10	30		Lav høyde. Spredt bolting ca. 0,4 bolt/m.
B7	17	7	119	4	9	26	17	Middels høyde. Spredt bolting ca. 0,5 bolt/m.
Sum	**369**		**1 993**	**73**	**172**	**375**	**254**	

3.8. Radon

Risikoen for at radon fra grunn trenger inn i rom for varig opphold anses på bakgrunn av NGUs aktsomhetskart for radon som usikkert. Bergarten i området anses i utgangspunktet ikke som spesielt radonfarlig. Byggearbeidene må utføres i henhold til retningslinjene gitt i TEK 17 §13-5.

3.9. Vurdering av skredfare

I dette delkapittelet vurderes faren for steinskred, jord- og flomskred, snøskred og sørpeskred i planområdet.

3.9.1. Skred i fast fjell

Steinsprang løsner generelt i terreng brattere enn 45° og kan forekomme hele året. Det er likevel størst hyppighet om våren og høsten som følger av fryse- og tinesykluser eller kraftig nedbør som fører til økt vanntrykk i sprekker i berget. Steinsprang defineres som blokker med volum opptil 100 m^3, fra 100 m^3 til 10 000 m^3 defineres det som steinskred.

3.9.1.1. Er skred i fast fjell en aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Planområdet ligger ikke innenfor NVE eller NGI sitt aktsomhetskart for steinsprang eller steinskred.

For at steinprang/steinskred skal være en aktuell prosess må helningsgraden være >45°, og det må være bart fjell eller usammenhengende løsmassedekke.

Sør for planområdet finnes det områder med helningsgrad >45°. På flyfoto fra 1964 (norgeibilder.no), da skogen i hele skråningen var hugget ned, kan det ikke observeres bart fjell. Dersom det skulle finnes bart fjell er det likevel ikke sannsynlig at steinsprang vil nå planområdet, det vil dempes av underliggende slakt terreng og fv. 950 i god avstand før planområdet.

I selve planområdet er det flere mindre bergskrenter med helningsgrad >45°. Terrenget i planområdet vil endres totalt i forbindelse med planlagt utbygging. Gjenstående naturlige skrenter samt nyetablerte bergskjæringer vil sikres slik at de ikke utgjør en fare for nedfall.

Skred i fast fjell er derfor ikke en aktuell prosess i planområdet.

3.9.2. Jord- og flomskred

Jordskred er plutselig utglidning av vannmettede løsmasser og utløses som regel i terreng brattere enn 25°. Flomskred blir gjerne utløst i forbindelse med flomvannføringer fra bekker eller forsenkninger i terrenget brattere enn 15°.

3.9.2.1. Er jord- og flomskred en aktuell prosess i området?

Deler av planområdet (lokalitet P9) ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for jord- og flomskred, se figur 2-6.

For at jordskred skal være en aktuell prosess må helningsgrad i skråningen være >20° og det må være løsmasser i skråningen. Begge disse kriteriene er møtt ved lokalitet P9, og det må derfor gjøres en videre utredning av jordskredfare.

For at flomskred skal være en aktuell prosess må det være forsenkninger eller bekkedrag med helningsgrad >15° og det må være løsmasser i disse forsenkningene eller bekkedragene. Begge disse kriteriene er møtt ved lokalitet P9, og det må derfor gjøres en videre utredning av flomskredfare.

Øvrige områder i planområdet som er dekket av løsmasser og har helningsgrad >15° vil enten erstattes av bygninger, veier etc., eller håndteres av geoteknikere. Derfor er det kun område P9 som er aktuell for jord- eller flomskred.

3.9.2.2. Vurdering av løsneområde og løsnesannsynlighet

På tross av at lokalitet ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for jord- og flomskred, vurderes det at området ikke har løsneområder med løsnesannsynlighet større enn 1/1000 på bakgrunn av:

- Skråningen er generelt slakere enn 30°, og ligger dermed under friksjonsvinkelen til de fleste sedimenter. Skråningen behøver dermed ikke å være drenert i alle værsituasjoner for å være stabil.
- Både NGUs løsmassekart og observasjoner fra befaring tyder på et tynt (10-20 cm) løsmassedekke i området. Tynt løsmassedekke kan i utgangspunktet gi økt sannsynlighet for at materialet glir enn for tykke løsmassedekker på grunn av større sannsynlighet for vannmetting og lavere friksjon mot berg. Men fordi terrengformen er noe ujevn/ruglete vil eventuelle løsneområder for jordskred være avgrenset til små og lokale utglidninger, og ikke utvikle seg til et større jordskred.
- Skråningens helling og løsmassetype (humus/torv) gjør at det ikke vil samle seg store mengder overflatevann.
- Hele skråningen er dekket av trær (blandingsskog) i liten til middels størrelse. Røttene vil ha en bindende effekt på løsmassedekket, i tillegg til at de de vil ta opp vann, slik at mindre vann går til oppbygging av porevannstrykk i bakken.
- Bekken som renner vest for planområdet renner i en tydelig forsenkning og på bart berg. Ved eventuelle flomvannføringer vil vannet antagelig kun dra med seg løsmassene nærmest kanten. Det er lite sannsynlig at vannet vil finne nye veier, da bekkeløpet er såpass nedsunket i terrenget. Det er imidlertid viktig at vegen som er planlagt ca. 10 m fra bekken på det minste ikke påvirker bekken.
- Det er ikke registrert tidligere jord- eller flomskredhendelser i området.
- Det er ikke observert avsetningstyper som tyder på jordskred på skyggerelieffkart eller på feltbefaring.

3.9.2.3. Vurdering av utløp

Løsneområdet for jord- og flomskred ligger helt i utkanten av planområdet. Et eventuelt skred vil ikke ha utløp som påvirker boliger, veger eller uteareal som er tenkt som bruksområder i planområdet. Siden utløpsområdet vil ligge utenfor planområdet er en videre vurdering ikke relevant i denne sammenheng.

3.9.2.4. Når jord- eller flomskred planområdet?

Sannsynligheten for at jord- eller flomskred fra lokalitet P9 skal nå bygninger og tilhørende uteareal vurderes som mindre enn henholdsvis 1/5000 og 1/1000 med bakgrunn av argumentasjon i kapittel 3.9.2.2 og 3.9.2.3.

3.9.3. Snøskred

Snøskred løsner som oftest i terreng som er brattere enn 30°. I parti som er brattere enn 50° vil snøen som oftest skli ut jevnt i mindre flak/biter slik at det ikke akkumuleres store snømengder som kan utløse større snøskred.

3.9.3.1. Er snøskred en aktuell prosess i området?

Deler av planområdet (lokalitet P10) ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for snøskred, se figur 2-6.

For at snøskred skal være en aktuell prosess må helningsgrad i skråningen være >25°, det må ikke være skog med tilstrekkelig kronedekning, og det må være en årlig maksimal snøhøyde over 0,2 m.

I selve planområdet er helningsgraden <25°, med unntak av nært vertikale bergskrenter. Her er ikke snøskred en aktuell prosess.

Skråningen ved lokalitet P10 har en helningsgrad >25°, men den er dekket av skog med tilstrekkelig kronedekning. Dette er dokumentert med flyfoto fra www.norgeibilder.no, foto fra befaring samt skogdata fra NIBIO. Derfor er snøskred ikke en aktuell prosess i området, og videre utredning er ikke nødvendig.

Dersom skogen fjernes, må det imidlertid utføres en fullstendig utredning av snøskredfare. Likevel antas det, basert på terrengobservasjoner fra befaring og høydedata, svært lite sannsynlig at et eventuelt snøskred vil treffe planlagt bebyggelse. Dette er både fordi området med kritisk helningsgrad for utløsning av snøskred (30°-50°) er avgrenset i størrelse. I tillegg er det en strekning på ca. 40 m med tilnærmet flatt terreng mellom potensielt løsneområde og planområdet. Det flate området vil mest sannsynlig bremse et eventuelt skred før det når planområdet. Klimadata viser også at området har relativt lave snømengder om vinteren, med gjennomsnittlig maksimal snødybde på 34 cm.

3.9.4. Sørpeskred

Sørpeskred løsner generelt fra slake områder eller bekker der det blir demmet opp større mengder med vann i snødekket, enten på grunn av regnvann og/eller smeltevann.

3.9.4.1. Er sørpeskred en aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det finnes ingen aktsomhetskart for sørpeskred, men deler av planområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for snøskred. I dette området er det ingen slake områder som kan demme opp vann i snødekket. Det er heller ikke registrert bekker som renner gjennom området.

I selve planområdet er det to bekker som renner med jevnt fall >15°. Her vil dreneringen være god, og vann vil ikke ansamles i snøen. Ellers vil store deler av planområdet være dekket av bebyggelse, veier, parkeringsplasser og uteområder som vil hindre større ansamlinger av snø. I forbindelse med

utbyggingen er det naturlig at bekkene planlegges slik at dagens kapasitet ivaretas og at bekkene sikres gode dreneringsforhold.

Sørpeskred er derfor ikke en aktuell prosess i planområdet.

4. REFERANSER

Direktoratet for byggkvalitet. (2012). *Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning.* Direktoratet for byggkvalitet.

Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Hentet fra § 13-5. Radon: https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/iii/13-5/

Lussana, C. (2018). *Cristian Lussana, «SeNorge2 daily precipitation, an observational gridded dataset over Norway from 1957 to the present day.*

NIFS. (2014). *Hvordan beregne ekstremberdier for gitte gjentaksintervaller?* Hentet fra http://publikasjoner.nve.no/rapport/2014/rapport2014_22.pdf

Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). (2020). Berggrunnskart fra NGUs kartdatabase. WMS-data.

Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). (2020). Løsmassekart fra NGUs kartdatabase. WMS-data.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2020). Aktsomhetskart fra NVE sin kartdatabase. WMS-data.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO). (2020). *Kart over skogressurser (SR16). WMS-data.*

Norsk Standard. (1997). *NS-EN 1997-1 Eurokode 7 - Del 1.* Standard Norge.

Norsk standard. (2001). *NS 8141:2001 Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet for beregning av veiledende grenseverdier for å inngå skade på byggverk.* Oslo.

Norsk Standard. (2002). *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* Standard Norge.

NVE. (2020). *NEVINA Nedbørsfelt-Vannføring-Indeks-Analyse*. Hentet fra https://nevina.nve.no/

NVE. (2020). *Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak*. Hentet fra https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng

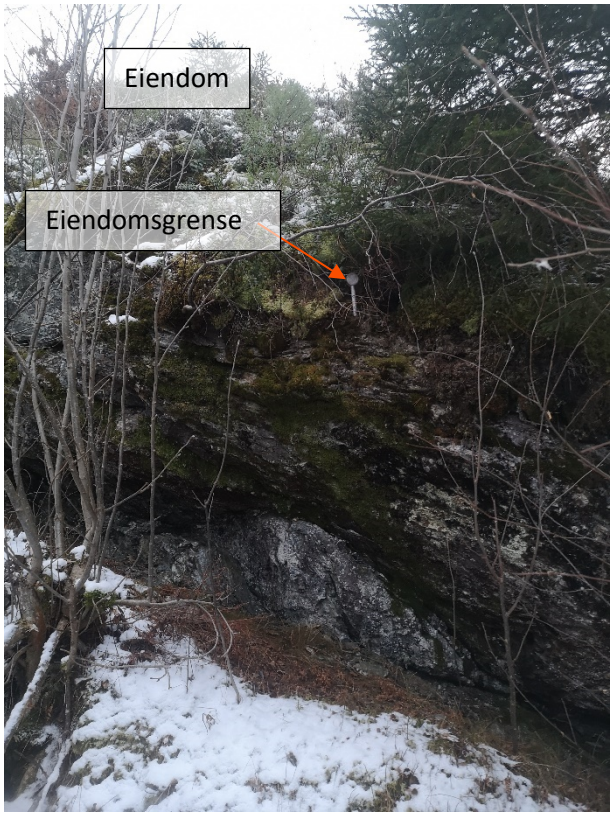
Rambøll. (2018). *Beskrivelse av grunnforhold gevingåsen boligfelt B4 og tilkomstveg.*

RocScience. (2016). Dips v. 7.018. Toronto, Canada.

Vegdirektoratet. (2018). *Håndbok N200 Vegbygging.*

5. VEDLEGG

5.1. Fotovedlegg



Vedlegg 1: Lokalitet P1. Her er det planlagt 7 m høy bergskjæring like under eiendom. Foliasjon faller inn mot skrenten, skaper overheng.

Vedlegg 2: Lokalitet (i nærheten av) P2. Bildet viser skråning med løsmasser der skjæring B2 er planlagt.

Vedlegg 3: Lokalitet P3.

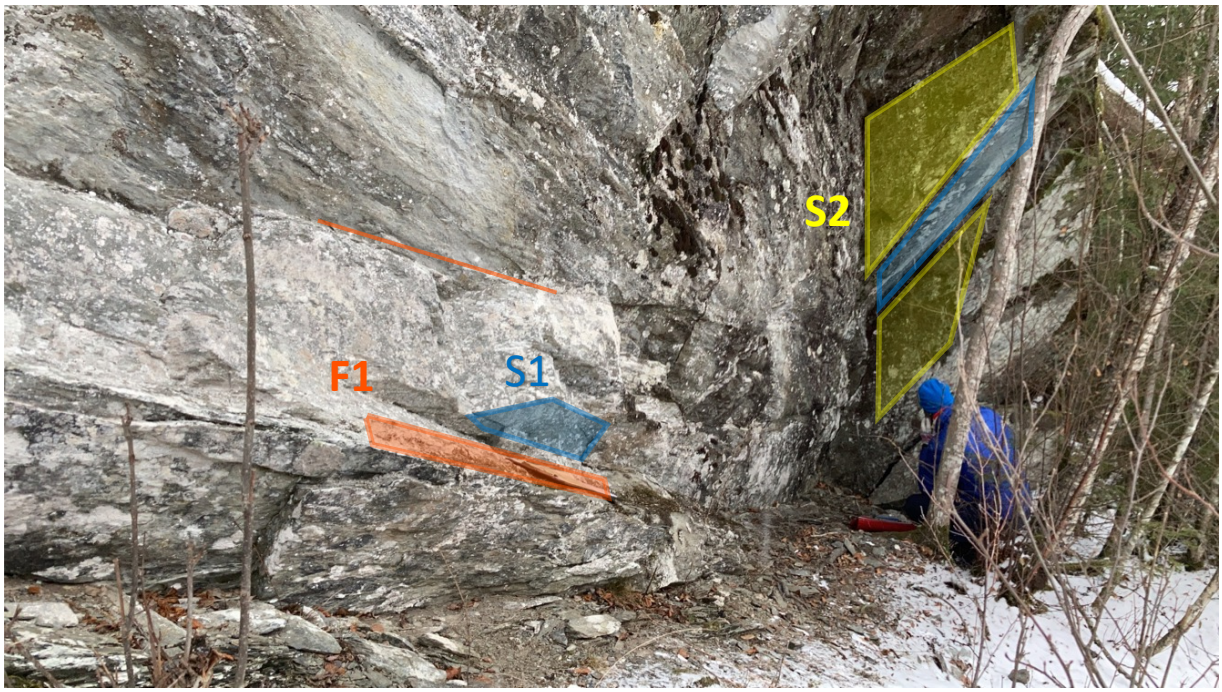
Vedlegg 4: Lokalitet P5a.

Vedlegg 5: Lokalitet P5b. Plane sprekker. Svært tett oppsprukket langs foliasjonen, 2-5 cm sprekkeavstand. Bekk renner i mulig svakhetssone.

Vedlegg 6: Lokalitet P5b. 2 cm leir/siltbelegg i sprekker.

Vedlegg 7: Lokalitet P6. Svært overflateforvitret berg. Vanskelig å se sprekkesammensetning.

Vedlegg 8: Lokalitet P6. Svært skifrig og omvandlet berg.



Vedlegg 9: Lokalitet P7. Tre sprekkesett, inkludert foliasjonen.

Vedlegg 10: Lokalitet P8, i søkk. Bratt terreng med dårlig bergkvalitet i overflaten.

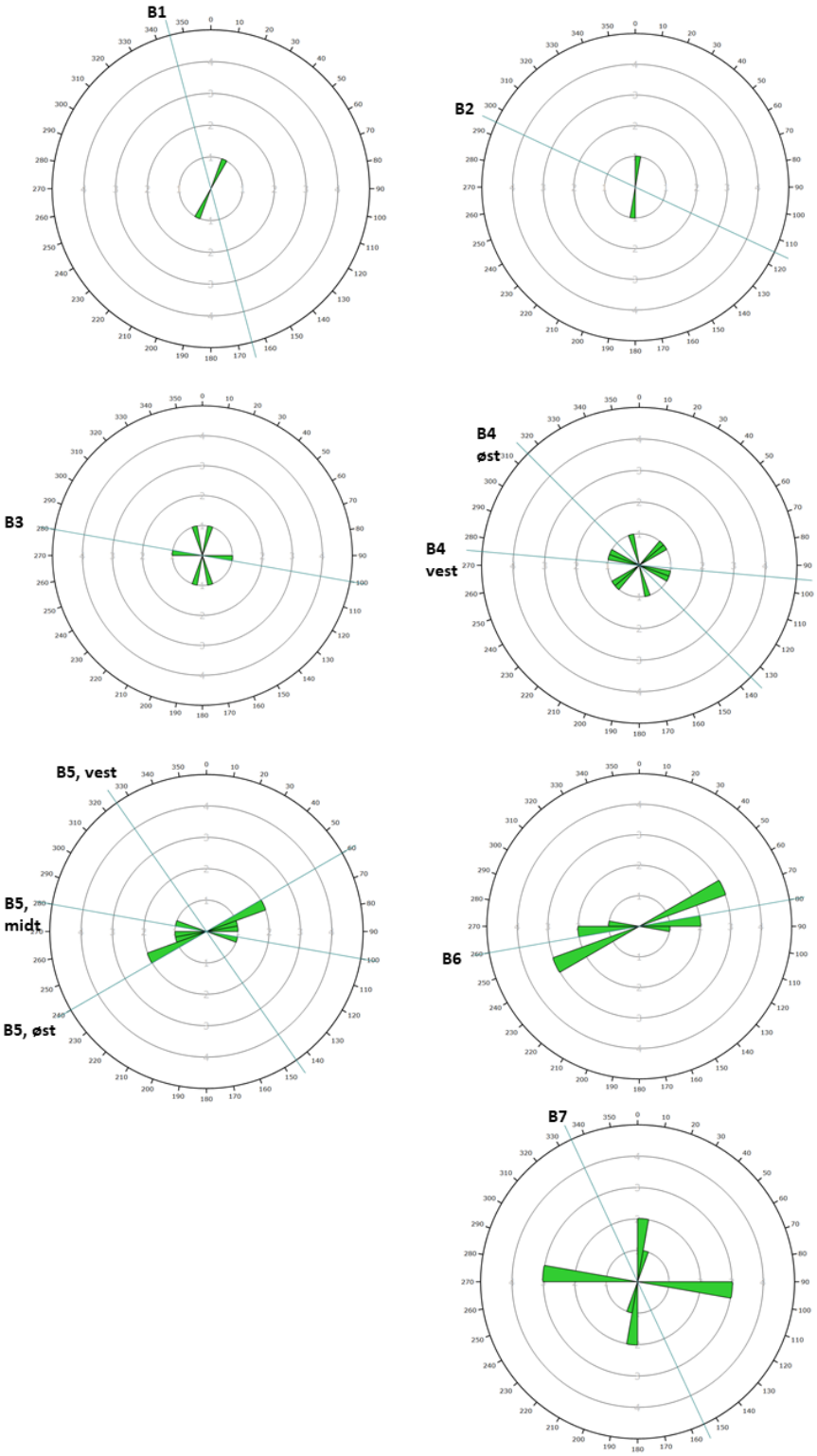
Vedlegg 11: Lokalitet P9. Skog består av blandingsskog med bartrær og løvtrær. Løsmassedekket er tynt, anslagsvis 10-20 cm over berg. Foto: IG.

Vedlegg 12: Lokalitet P10. Aktuelt løsneområde for snøskred er dekket med tett granskog i øst i P10. Foto: IG.

Vedlegg 13: Lokalitet P10. Aktuelt løsneområde for snøskred er stort sett dekket med tett granskog, men også noe løvskog i vest i P10. Foto: IG.

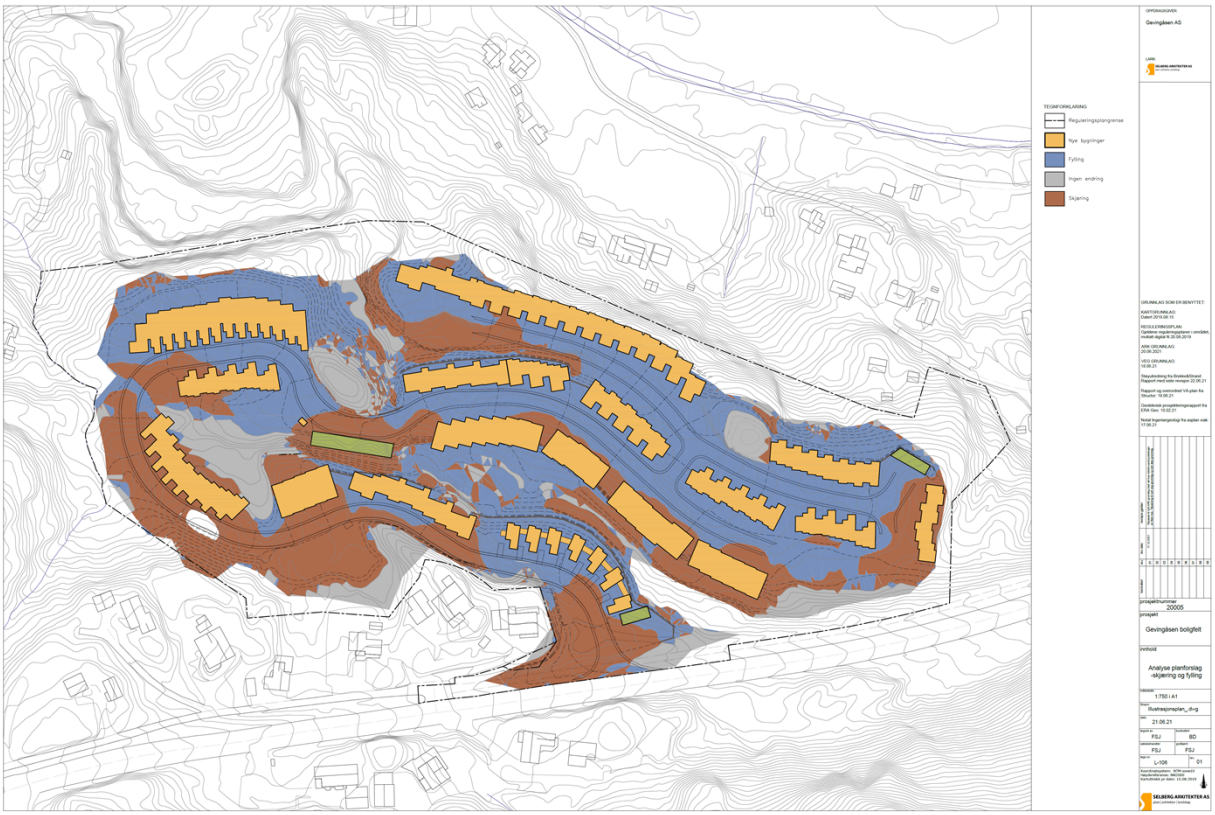
Vedlegg 14: Lokalitet P10. Vegetasjon lenger opp i skråningen, vest i P10. Foto: IG.

5.2. Dips



Vedlegg 15: Retning på skjæringer og tilhørende sprekkemålinger i sprekkerose.

5.3. Fyllinger og skjæringer



Vedlegg 16: Foreløpig plan som viser planlagt fylling (blå) og skjæring (rød) i planområdet. Mottatt fra Selberg Arkitekter.