

NOTAT

OPPDAG	Laget, Tvedestrand	DOKUMENTKODE	814969-RIGberg-NOT-001
EMNE	Ingeniørgeologiske og geotekniske vurderinger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDAGSGIVER	Hallvard Sigurdsøn	OPPDAGSLEDER	Espen Roe
KONTAKTPERSON	Hallvard Sigurdsøn	SAKSBEHANDLER	Espen Roe
KOPI		ANSVARLIG ENHET	2012 BVT Geofag

1 Bakgrunn

Det arbeides for tiden med en reguleringsplanen ved Laget i Tvedestrand. Laget ligger ca. 10 km nordøst for Tvedestrand sentrum. Planområdet ligger mellom Lagveien 566 og 580 og ligger på eiendommen med gbnr. 68/30 (figur 1). Hensikten med planarbeidet er å legge til rette for etablering av 5 eneboliger.

Multiconsult er i den forbindelse engasjert for å utføre vurdering av skredfare og beskrivelse av grunnforholdene innenfor planområdet og i tilgrensende områder som vil kunne påvirke planområdet. Vurderingen av skredfare er utført i samsvar med siste utgave av Plan- og bygningsloven og tilhørende tekniske forskrifter (TEK 17).

Ellers omhandler notatet vurderinger rundt opparbeidelse av byggetomter, håndtering av flomutsatt bekk, samt sprengningstekniske vurderinger.

2 Utførte undersøkelser

Befaring ble utført 11. juli 2017 av ingeniørgeolog Espen Roe fra Multiconsult. Hallvard Sigurdsøn var med innledningsvis på befaringen. Befart område er indikert med grønt område på figur 1.

Hovedfokuset på befaringen var å vurdere:

- Berggrunn og geologiske strukturer av betydning for skredfare.
- Løsmasseforhold av betydning for skredfare.
- Snø- og sørpeskredfare.
- Registrering av vann- og vassdragsforhold.
- Tilstand og omfang av eksisterende vegetasjon.

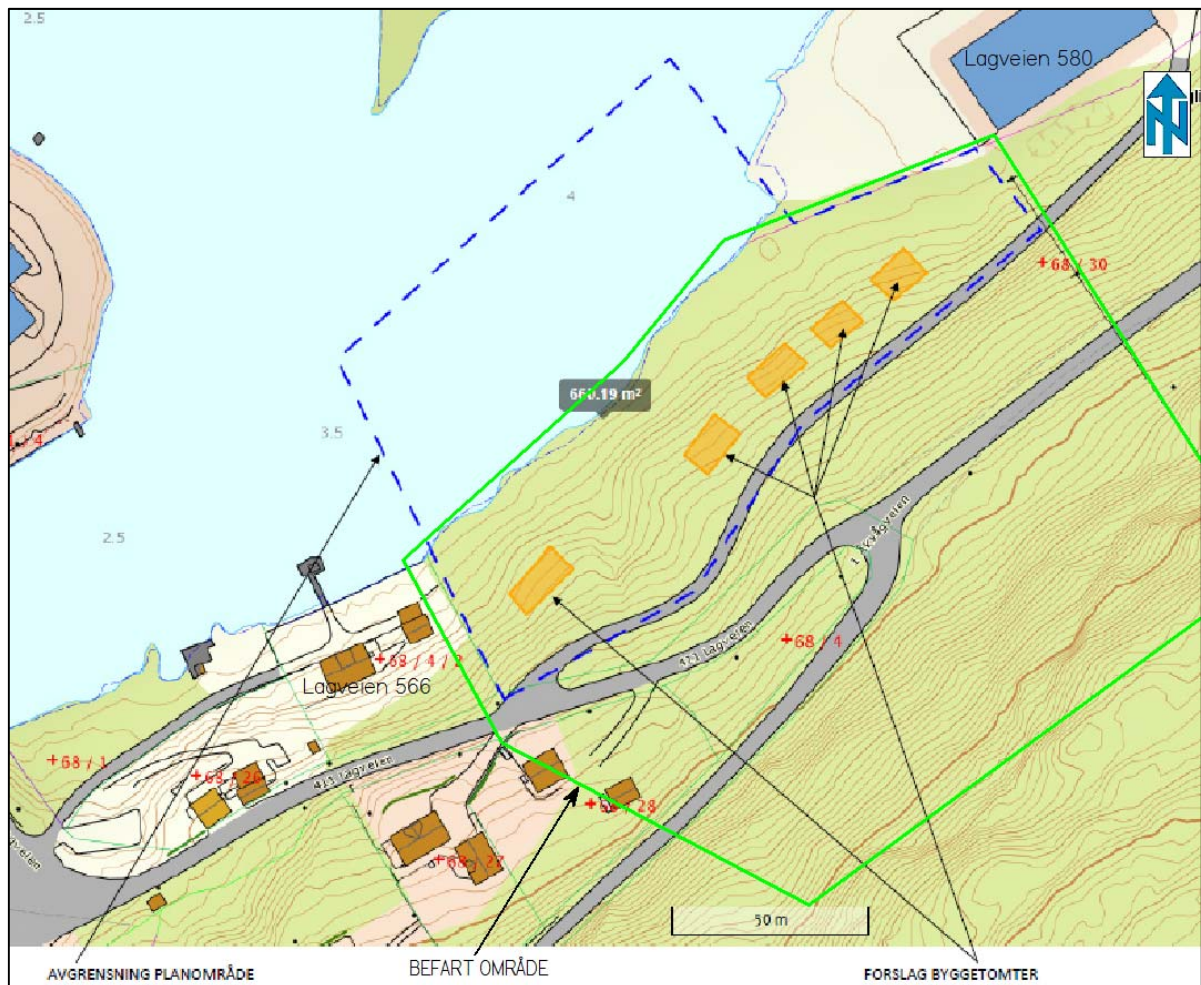
Grunnlag

For vurdering av skredfare har følgende materiale blitt gjennomgått:

- Topografisk kart (www.norgeskart.no)
- Skrednett (www.skrednett.no)
- Berggrunns- og løsmassekart fra NGU (www.ngu.no)

00	19.07.2017	Skredvurdering	Espen Roe	Gunnar Vik	Espen Roe
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Ellers er våre vurderinger basert på mottatte dokumenter, i form av diverse tegninger, og muntlige beskrivelser fra oppdragsgiver.



Figur 1. Situasjonsplan (Tegning fra oppdragsgiver med påtegning av Multiconsult av befart område).

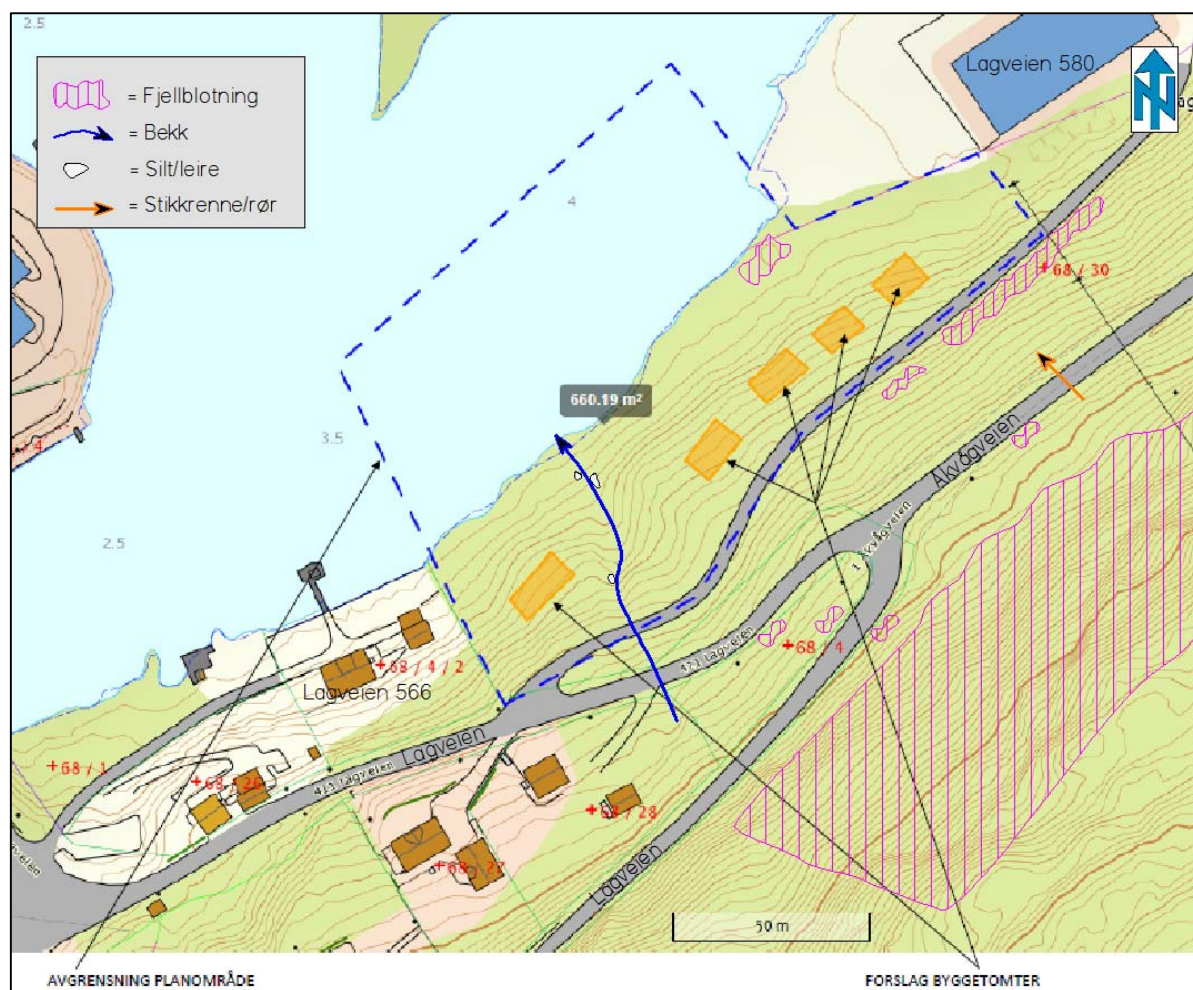
3 Observasjoner

3.1 Topografi og vegetasjon

Foreslått reguleringsområde er avgrenset av Lagfjorden i nord. Mot sør er det avgrenset av veien som ender opp i Lagveien 580. Fra Lagfjorden stiger terrenget på mot sørøst. Reguleringsområdet er hovedsakelig dekket av skogsbunn (figur 2 og 3). Det ligger er del løsblokker på bakken i området. Innenfor det foreslåtte reguleringsområdet ble det observert én fjellblotning. Denne ligger nordøst i planområdet (figur 2 og 4).

Sør/sørøst for planområdet stiger terrenget jevnt på mot Lagveien/Åkvåveien. Videre mot sør/sørøst stiger terrenget steilere på mot Gruveheia. Det ble registrert flere fjellblotninger i disse områdene (figur 2, 4 og 5).

Planområdet og tilgrensende områder mot sør/sørøst er tett bevokst med tett vegetasjon i form av granskog og en del løvtrær og mindre busker.



Figur 2. Situasjonsplan med påtegninger.



Figur 3. Typisk bilde av terrenget i planområdet. Granskog og skogsbunn med en del steinblokker på bakken.



Figur 4. Bergblotningen som er registrert innenfor planområdet. Lagfjorden ut til høyre i bildet.

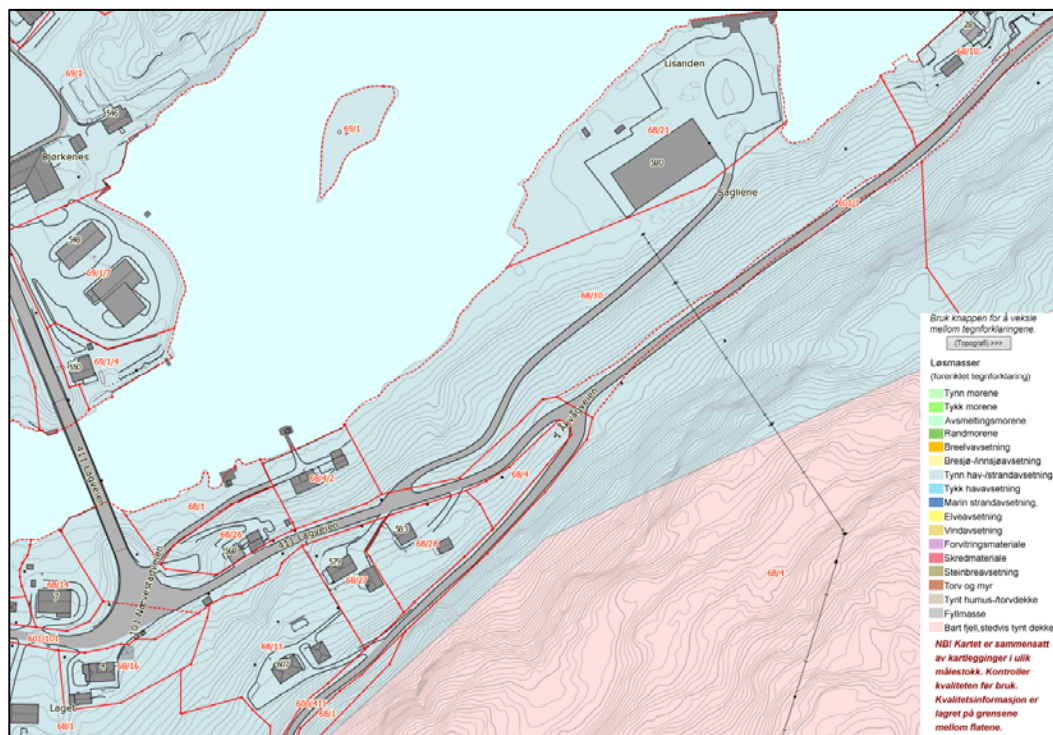


Figur 5. Bergblotning rett utenfor planområdet. Ved veien ned til Lagveien 580.

3.2 Løsmasser

Løsmassekart fra NGU (figur 6) indikerer at planområdet er dekket av et usammenhengende eller tynt dekke av marine avsetninger over berggrunnen i et område med hyppige fjellblotninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men kan lokalt være større. Kornstørrelsen angis normalt ikke, men kan være alt fra leir til blokk.

Dette understøttes av registreringer på befaringen, der det ble observert en del steinblokker som ligger på bakken i området. Dette kan også være rester av moreneavsetninger fra siste istid. I bekkeløpet, sør i planområdet ble det observert mer finkornete avsetninger i form av silt/leire der det stedvis var iblandet grus (figur 7).



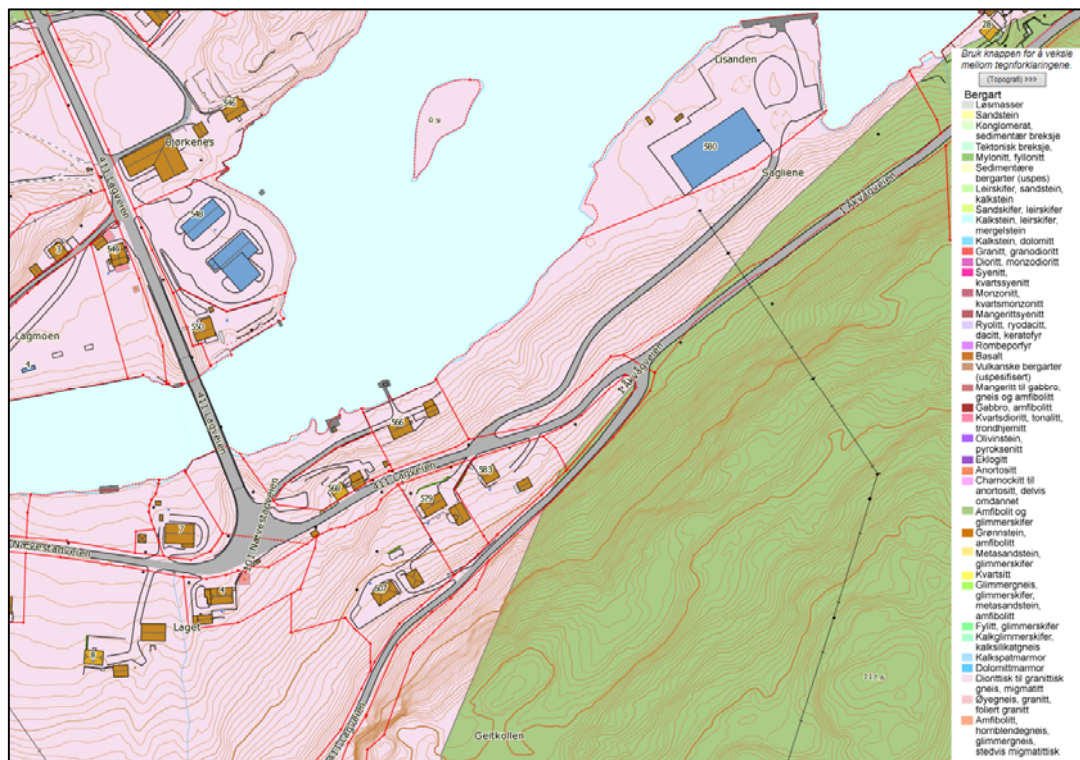
Figur 6. Løsmassekart (ref. <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>). Blågrå farge indikerer tynne marine avsetninger.



Figur 7. Silt/leire langs bekken som renner gjennom den sørvestlige delen av planområdet.

3.3 Berggrunn

Berggrunnen i planområdet består av gneis som er moderat oppsprukket og relativt storblokkig (figur 5, 8 og 9). Sprekkesetettheten er jevnt fordelt i bergmassen. Oppsprekingsmønsteret er regulært, med 3 hovedsprekkeretninger. For øvrig forekommer sprekker med orientering som avviker fra de gjentakende sprekkeseettene.



Figur 8. Berggrunnskart (ref. <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>). Rosa farge indikerer gneis.



Figur 9. Moderat oppsprukket og storblokkig berg. Bildet er tatt utenfor planområdet og fra området sør for Åkvåveien.

3.4 Vann- og vassdragsforhold

Det renner en bekk gjennom den sørlige delen av planområdet og ut i Lagfjorden (figur 2). Det var ingen vannføring i bekken på befaringsdagen. Nedslagsfeltet til bekken er begrenset, og bekken vil sannsynligvis være preget av flomvannføring i perioder med mye nedbør.

Det ble også registrert en stikkrenne som er lagt i rør under Åkvågveien i den nordøstre delen av planområdet (figur 2). Vann som ledes gjennom røret vil drenere mot den nordøstre delen av planområdet.

4 Vurdering av skredfare

I følge aktsomhetskartene til Skrednett (www.skrednett.no) ligger hele det foreslåtte planområdet innenfor utløpsområdet for snøskred. For steinsprang og jord/flomskred indikerer kartet at området ikke berøres. Våre vurderinger vil overprøve aktsomhetskartene for området, da aktsomhetskartene kun baserer seg på helningsdata og ikke på vurderinger fra felt.

4.1 Steinsprang

Det ble ikke observert ustabile steinblokker eller bergpartier innenfor, eller i tilgrensende skrenter til planområdet. På grunnlag av disse observasjonene er sannsynligheten for steinsprang i området vurdert til å være svært liten.

4.2 Løsmasseskred

NGU sine løsmassekart (figur 6) indikerer at planområdet er dekket av et usammenhengende eller tynt dekke av marine avsetninger over berggrunnen i et område med hyppige fjellblotninger. Dette understøttes av registreringer på befaringen. Det ble ikke observert tegn til riss, sprekker i løsmassedekket eller rester/spor etter tidligere løsmasseskred. Faren for løsmasseskred/-utglidning i planområdet anses derfor som svært liten.

4.3 Snø- og sørpeskred

I følge klimamodeller vil det i framtiden bli en økende årstemperatur i området og mer nedbør i form av regn, og snøen vil smelte hurtigere. Det medfører liten og minkende sannsynlighet for snøskred i framtiden. Topografien i planområdet og i tilgrensende skrentområde mot sør, med tett vegetasjon og relativt flate platåer innimellom, taler også imot snøskredfare. Det ble ikke gjort observasjoner i terrenget i form av knekte trær og fragmenter som snøskred drar med seg som indikerer at det har gått snøskred i området.

På grunnlag av disse observasjonene/vurderingene er sannsynligheten for snøskred i området vurdert til å være svært liten.

Sørpeskred dannes stort sett langs og ut fra større bekker og elver. Det er ingen større bekker eller elver innenfor planområdet. Vi ser derfor ikke den skredtypen som en sannsynlig hendelse i området.

5 Registrerte tidligere skredhendelser

Det er ifølge NVE (<https://www.nve.no/flaum-og-skred/skrednett/>) ingen registrerte skredhendelser innenfor planrådet eller i tilgrensende områder.

6 Risikovurdering med hensyn på skred

Undersøkelsene og analysen omfatter skred fra naturlig terreng og er basert på observasjoner av rådende forhold i naturlig terreng slik det foreligger i dag. Risiko med hensyn på skred er gitt som en sannsynlighet for at ulike skredhendelser finner sted, og konsekvensene av dem dersom de skulle inntreffe. Forslag til forebyggende tiltak tar utgangspunkt i gjeldende akseptkriterier for årlig nominell sannsynlighet for skred, slik disse er formulert i Plan- og bygningsloven med tilhørende Teknisk forskrift.

6.1 Sikkerhetsklasser, konsekvenser og sannsynlighet for skred

Sannsynligheten for de uønskede hendelsene i kapittel 5 er vurdert og sortert etter antatt frekvens på hver av hendelsene.

I «Forskrift om tekniske krav til byggverk» (TEK 17), kapittel 7 «Sikkerhet mot naturpåkjenninger», er det ut fra hvilke konsekvenser som aksepteres, definert sikkerhetsklasser for forskjellige byggverk (tabell 1).

Planlagte boliger i planområdet vurderes å tilhøre i sikkerhetsklasse S2.

I TEK 17 er det angitt at: «Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er: enebolig, tomannsbolig og eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med maksimum 10 boenheter.

Sikkerhetsklasser for byggverk (S)	Tillatte konsekvenser for byggverk (K)	Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred (s)
S1	Liten	$s \leq 1/100$
S2	Middels	$s \leq 1/1000$
S3	Stor	$s \leq 1/5000$

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde og krav til største tillatte nominelle sannsynlighet for skred (Tabell § 7-3, TEK 17).

7 Registrerte sannsynlige skredhendelser

Skredfarevurderingen skal gi en overordnet oversikt over ulike potensielle stabilitetsproblemer, og en grov oversikt over aktuelle sikringstiltak som må iverksettes for at tilfredsstillende sikkerhet skal

Skredvurdering

oppnås. På grunnlag av befarings og vurderinger i området er følgende uønskede hendelser vurdert som aktuelle i det undersøkte området:

Uønsket hendelse (UHX)	Beskrivelse	Nominell årlig sannsynlighet (s)
UH1	Steinsprang/blokkskred fra bergskrenter	$s \leq 1/5000$
UH2	Løsmasseskred	$s \leq 1/5000$
UH3	Snø- og sørpeskred	$s \leq 1/5000$

Tabell 2: Registrerte aktuelle uønskede hendelser.

8 Sikkerhetsklasser og behov for sikringstiltak

Nominell årlig sannsynlighet for skred	Sikkerhetsklasser (konsekvenser)			
	S1 (Liten)	S2 (Middels)	S3 (Stor)	**)
$1/100 < s \leq 1$ Svært stor *)				
$1/1000 < s \leq 1/100$ Stor				
$1/5000 < s \leq 1/1000$ Middels				
$0 < s \leq 1/5000$ Liten		UH1, UH2, UH3		
$s = 0$ Ingen **)				

Ingen sikringstiltak:



Sikringstiltak må gjennomføres:



Tabell 3: Behov for sikringstiltak eller ikke for de sannsynlige uønskede hendelsene ut fra nominell årlig sannsynlighet for skred, herunder sekundærvirkninger av skred og sikkerhetsklassen for byggverket.

Inndelingene er gjort i samsvar med gjeldende utgave av Plan- og bygningsloven, § 28 og teknisk forskrift; TEK 17.

Vi presiserer at det kun er naturgitt skredfare som inngår i tabellene 1-3 ovenfor.

Diagrammet (Tabell 3) med våre vurderinger viser at steinsprang/-skred (UH1), løsmasseskred (UH2) og snø-/sørpeskred (UH3) i det undersøkte området ikke utgjør en risiko for de planlagte boligene som er større enn tillatte verdier gitt i TEK17.

9 Konklusjon skredvurdering

I henhold til TEK 17 gjelder sikkerhetsklasse 2 for skred i forbindelse med de planlagte boligene i reguleringsområdet ved Laget. Vi vurderer at det undersøkte området oppfyller kravene til sikkerhet i Plan- og bygningsloven og TEK 17. Det bør derfor ikke gjennomføres sikringstiltak i området.

10 Opparbeidelse av byggetomter og risiko for løsmasseskred

Undersøkelsene og analysen i kapittel 1-8 over omfatter skred fra naturlig terreng. Skredfare kan imidlertid også påvirkes av menneskelige inngrep i et område. Opparbeidelse av tomtene i reguleringsområdet er et eksempel på dette.

Det er ikke registrert fjellblotninger der tomtene skal opparbeides. Mektigheten på de marine silt/leiravsetningene som ligger mellom berget og torv/jordmassene på skogbunnen er sannsynligvis relativt tynne. Bergblotningen nord for og flere bergblotninger rett sør for de østligste tomtene understreker dette. Det kan imidlertid ikke sees bort fra at løsmassene lokalt kan være noe tykkere enn antatt. Vi vurderer at det ikke er noen skredfare fra disse silt/leirmassene slik de ligger i dag (se kap. 4.2).

Det skal imidlertid gjøres menneskelige inngrep med graving for å opparbeide byggetomtene. Siden dette er silt/leirmasser og tykkelsen på massene ikke er kjent ved byggetomtene, gjør det at det må utføres undersøkelser for å få en kontroll på dette. Vi anbefaler at man etter at området er ryddet for skog graver prøvegroper med en beltegående gravemaskin med smal skuffe ved hver av de aktuelle byggetomtene. Dersom man ikke treffer fast fjell i gropene, må det utføres grunnundersøkelser med borerigg for å undersøke løsmassene.

Vi anbefaler at en geotekniker konsulteres for å planlegge omfanget av prøvegroper, samt er tilstede under gravingen for å registrere tykkelse og beskrive løsmassenes egenskaper. Dersom man møter på uventete løsmasseforhold under gravearbeidene, må geoteknikeren prosjektere tiltak for å sikre graveskråninger, hindre utglidning osv.

Dersom det skal fylles masser fra byggetomtene og mot Lagfjorden, må også dette vurderes/prosjekteres i detalj av geotekniker før slike arbeider starter.

11 Flomutsatt bekk

Ved nedbør over lang tid eller i perioder med ekstremnedbør, er det vår vurdering at det kan oppstå erosjon av løsmasser langs bekkeløpet og muligens gå over sine bredder. Bekken vil derfor kunne ha uønskede konsekvenser for planområdet under slike forhold.

Vi anbefaler at det prosjekteres tiltak for å hindre mulige uønskede hendelser under perioder med mye nedbør. Prosjekteringsarbeider må utføres av fagpersoner med kunnskap og erfaring med vannhåndtering.

Også stikkrennen som er lagt i rør under Åkvågsveien i den nordøstre delen av planområdet bør vurderes av fagperson for å vurdere om flomvann gjennom denne vil kunne påvirke planområdet og tomtene som ligger nedenfor.

12 Sprengningsarbeider - konsekvenser

Dersom man under opparbeidelse av byggetomtene treffer på fast fjell, vil det kunne bli nødvendig å utføre sprengningsarbeider for å oppnå riktige kotehøyder for bunn kjeller/første etasje.

I dette kapittelet vurderer vi hvorvidt sprengningsarbeidene vil påvirke stabiliteten i planområdet eller tilgrensende fjellskrenter som grenser mot planområdet og i sprengte skjæringer i byggegropene.

Etterfølgende kapitler gjelder derfor bare dersom sprengningsarbeider kommer til utførelse.

12.1 Bergstabilitet - naturlig terreng

Det ble ikke observert ustabile steinblokker eller bergpartier i det naturlige terrenget innenfor planområdet, eller i tilgrensende skrenter. Det er vår vurdering at mulige sprengningsarbeider ikke vil påvirke bergstabiliteten i det tilstøtende naturlige terrenget innenfor planområdet.

Vår vurdering er derfor at det ikke er behov for å utføre sikringstiltak i det naturlige terrenget innenfor planområdet eller i tilgrensende skrenter før sprengningsarbeidene kommer til utførelse.

12.2 Bergstabilitet - skjæringer i byggegrop

Evt. sprengningsarbeider vil føre til beskjedne skjæringshøyder i byggegropene for boligene. Sprekkegeometrien vil kunne føre til avløsning av steinblokker, spesielt mot toppen av de nyetablerte skjæringene og det må derfor forventes at det kan avdekkes ustabile bergpartier i skjæringene. Utfall av blokker i topp skjæring kan ødelegge foten av graveskråninger i løsmasser og føre til lokale utglidninger.

Når hele byggegropen er ferdig utsprengt bør skjæringsflaten inspiseres av ingeniørgeolog, slik at endelig behov for arbeidssikring/ permanentsikring kan vurderes. Dette må skje før byggearbeidene starter i byggegropen.

13 Utførelse sprengningsarbeider

På grunn av kort avstand til bebyggelse (Lagveien 566 og 580) og annen infrastruktur, må prinsipper for forsiktig sprengning følges for disse arbeidene. Dette vil stille strenge krav til dekning av salvene. Alle salver må dekkes med tunge dekningsmatter av god kvalitet. Mattene må ha god overlapp og gå minimum 3 m utenfor ytterste hullrad. Dersom mattene blir liggende på skrånende underlag, skal de syes sammen med kjetting eller wire og forankres i bakkant. Foten på salvene skal i tillegg dekkes med tilbakefylt sprengstein. Salvesprut aksepteres ikke!

13.1 Lover og forskrifter, dokumentasjon

Sprengningsarbeidene skal utføres i samsvar med gjeldende lover og forskrifter. Det vises spesielt til arbeidsmiljøloven, byggherreforskriften, bergarbeidsforskriften og forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff.

Før oppstart av sprengningsarbeidene skal sprengningsentreprenøren utføre en risikoanalyse og utarbeide sprengningsplan. I risikoanalysen må følgende forhold vurderes som et minimum:

- Behov for stengning av tilstøtende veger ved sprengning
- Orientering til naboer før oppstart av sprengningsarbeidene
- Post- og varslingsplan
- Vibrasjonskontroll

Skredvurdering

- Kontroll med bore- og ladearbeid
- Midlertidig oppbevaring av sprengstoff og tenndmidler på plassen
- Lagring av sprengstoff og tenndmidler
- Dekking av salver
- Sikring av veger og konstruksjoner inntil anleggsområdet
- Kontroll av salve etter sprengning

Alle salver skal dokumenteres med bore- og salverapporter som settes i mappe og oppbevares på byggeplassen.

Vi understreker at det er sprengningsentreprenørens fulle og hele ansvar at sprengningsarbeidet planlegges og utføres på en forsvarlig måte, slik at enhver personskade eller materiell skade ikke oppstår, samtidig som ønsket sprengningsresultat oppnås.

14 Kontroll og oppfølging av naboforhold

14.1 Bygningsbesiktigelse

I forkant av sprengningsarbeidene må det være foretatt bygningsbesiktigelse av naboeiendommer.

I utgangspunktet besiktiges alle bygg innenfor en avstand på 50 m både utvendig og innvendig. For perifere bygninger/konstruksjoner kan det i enkelte tilfeller være tilstrekkelig med kun utvendig besiktigelse.

Ved besiktigelsen skal teknisk tilstand og eksisterende, synlige skader registreres, fortrinnsvis ved videoopptak. Opptakene vil bli benyttet i tilfelle skadesaker kommer opp i ettertid.

14.2 Vibrasjonsmålinger

Under sprengningsarbeidene må det gjennomføres kontinuerlige vibrasjonsmålinger på utvalgte nabobygninger.

14.3 Vibrasjonsgrenser

Grenseverdi for tillatte sprengningsrystelser beregnes etter gjeldende standard. NS 8141, 2. utgave, 2001 legges til grunn ved bestemmelse av grenseverdier.