

Sel kommune

► Skredfarevurdering Nyhusom barneskole

Gnr/bnr 223/35

Oppdragsnr.: 5202573 Dokumentnr.: INGEO-01 Versjon: J01 Dato: 2020-05-13



Oppdragsgiver: Sel kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Per Ivar Dahlum
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Ola Aspeslåen
Fagansvarlig: Gunne Håland
Andre nøkkelpersoner: Stein Tore Wien

J01	2020-05-13	For bruk	G Håland	ST Wien	O. Aspeslåen
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Norconsult har på oppdrag fra Sel kommune gjennomført en skredfarekartlegging for Nyhusom barneskole. Formål er å vurdere om planlagt utbygging tilfredsstillende gjelder sikkerhetskrav mot skred.

Nyhusom barneskole ligger på vestsiden av fylkesveg 2614, like nord for Otta sentrum. Deler av området ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for steinsprang, snøskred, og jord – og flomskred. Det er derfor utført en nærmere undersøkelse av området for å avklare om skredfaren er reell.

Dalsiden over planområde er relativt slak i nedre del og består av tykke moreneavsetninger. I øvre del består terrenget av bratte bergskrenter med ugunstig sprekkeorienteringer. NGU har kartlagt eldre historiske leirskredavsetninger i nærheten av skoleområde. Det er registrert et steinskred som gikk i Rasmuslia i 1905, ca. 500 meter nordvest for skolen. På befaringen ble det ikke observert tegn på fersk skredaktivitet i nedre del av dalsiden.

Vurderinger:

Dimensjonerende skredtype er vurdert til å være rullende blokker fra steinskred, og jordskred/flomskred. Nominell årlig sannsynlighet for disse skredypene blir vurdert til å være høyere enn 1/5000 for deler av vurdert område. Snøskred og sørpeskred er ikke ansett som aktuelle skredtyper. Det foreligger ikke endelig plan for plassering av byggverk i det vurderte området. Det er derfor laget et faresonekart som viser grensene for de ulike sikkerhetsklassene. Disse grensene blir førende for plassering av byggverk og tiltatt personopphold på uteareal.

Anbefalinger:

Dersom det plasseres byggverk innenfor faresonegrenser slik at sikkerhetskravene i TEK 17 ikke er tilfredsstillende (personopphold, eller fare for materielle ødeleggelser), må det utføres skredsikringstiltak. Det mest aktuelle tiltaket er å forlenge dagens voll med samme høyde og dimensjoner tilstrekkelig sørover.

► Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn og hensikt	5
1.2	Retningslinjer og styrende dokumenter	6
1.3	Restrisiko for skred	7
1.4	Grunnlagsmateriale	7
1.5	Aktsomhetskart for skred	7
1.6	InSAR Norge	9
1.7	Historiske hendelser og sikringstiltak	9
1.8	Tidligere skredfarevurderinger	11
1.9	Utførte undersøkelser	13
1.10	Forutsetninger for skredfarevurderinger	13
2	Områdebeskrivelse	14
2.1	Topografi	14
2.2	Løsmasser og berggrunn	16
2.3	Klima	18
2.4	Vannveger	21
2.5	Feltobservasjoner og registreringskart	21
3	Modellering	24
3.1	Input i modellering av steinsprang	24
3.2	Input i modellering av jord/flomskred	25
3.3	Snø- og sørpeskred	25
3.4	Jord- og flomskred	26
3.5	Steinsprang og steinskred	27
3.6	Faronekart	27
3.7	Aktuelle sikringstiltak	28
4	Konklusjoner og anbefalinger	30
5	Referanser	31

1 Innledning

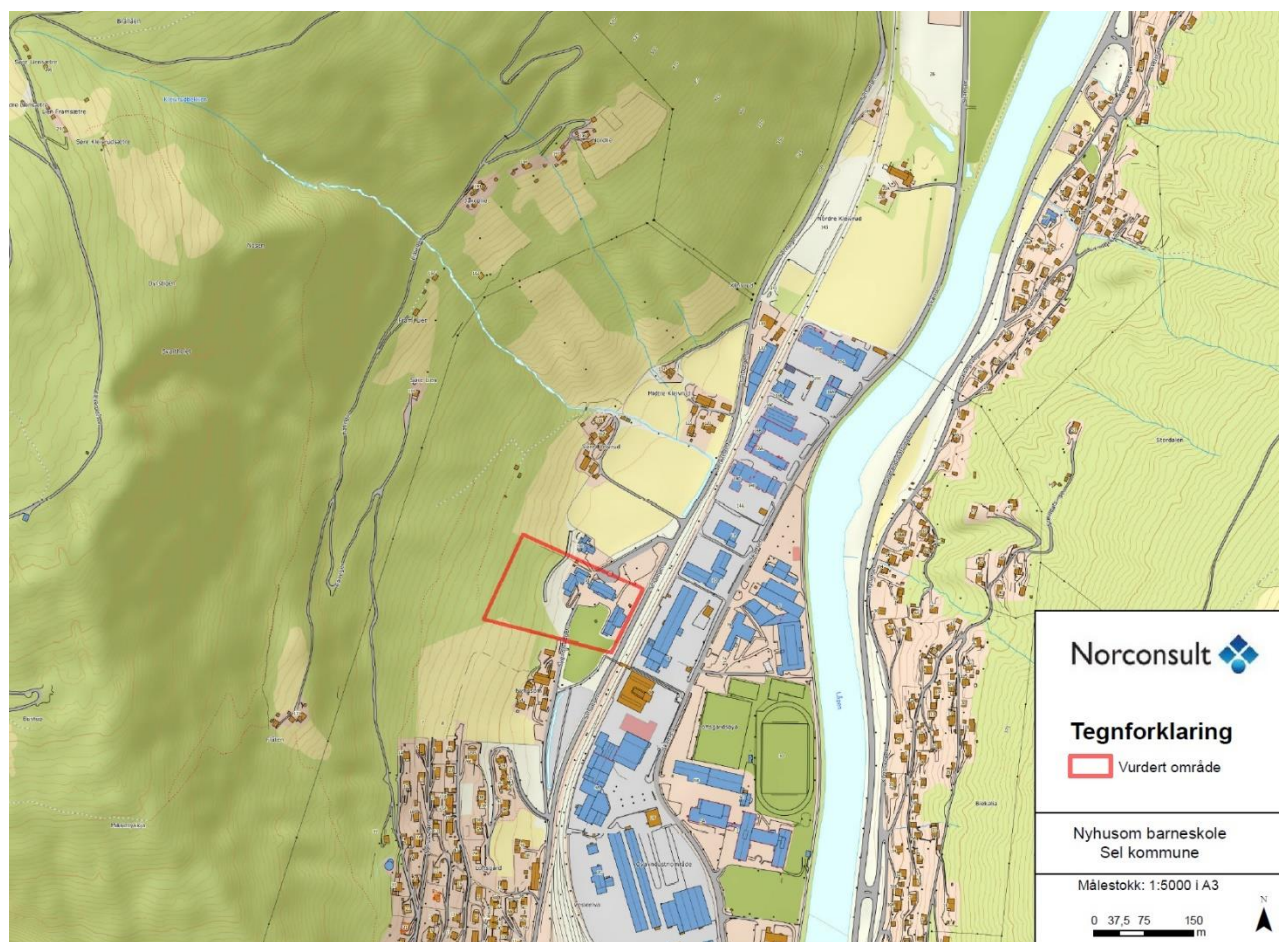
1.1 Bakgrunn og hensikt

Norconsult AS er engasjert av Sel kommune for å vurdere skredfare for Nyhusom barneskole med gnr/bnr 223/35. Vurdert område og bakenforliggende terreng er vist i Figur 1.

Skredfarevurderingen er knyttet til ønsker om en utredning for utvidelse av skolen i forbindelse med etablering av en felles barneskole på Otta.

Vurdert område ligger innenfor NVE sine aktsomhetskart for jord – og flomskred, steinsprang og snøskred. Dette utløser i samsvar med TEK17 krav om skredfarevurdering i byggesak. Når en slik kartlegging skal gjennomføres, blir alle skredtyper vurdert. Observasjoner og data fra befaringen er sammenstilt med tilgjengelig grunnlagsdata. Det er i tillegg utført simulering av utløpslengder for vurdering av dimensjonerende skredtype.

Følgende rapport gir en kort gjennomgang av gjeldene retningslinjer, grunnlagsmateriale og en vurdering av reell skredfare for vurdert område.



Figur 1. Oversikt over vurdert område.

1.2 Retningslinjer og styrende dokumenter

Krav til sikkerhet som skal legges til grunn ved regulering og byggesak er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §§ 28-1 og 29-5 med tilhørende Byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred».

NVE sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» beskriver hvordan skredfare bør utredes og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan brukes til å identifisere skredfareområder (NVE, 2014a). Til retningslinjene er veilederen «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak» tilknyttet, som gir anbefalinger til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivå etter PBL (NVE, 2014b).

I henhold til TEK 17 skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at krav til nominelle årlige sannsynlighet ikke overskrider kravet til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører, se Tabell 1. Retningsgivende eksempler til bestemmelse av sikkerhetsklasse er beskrevet i TEK 17. Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser og største nominelle årlige skredsannsynlighet

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

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Eksempel er garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvens. Eksempel er bustadbygg med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og hamneanlegg. S2 gjelder generelt byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvenser. Eksempel er byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, i tillegg til skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner.

I henhold til TEK 17 kan det for uteareal tilhørende bygninger som inngår i S3, vurderes å redusere krav til sikkerhet til sikkerhetsklasse S2. Blant momentene som må vurderes er eksponeringstid for personer og antall personer som oppholder seg på det aktuelle utearealet.

Tiltaket som vurderes i dette tilfelle er utbygging av skole, som faller inn under sikkerhetsklasse S3. Største tillatte årlige nominelle sannsynlighet for skred vil da være 1/5000.

1.3 Restrisiko for skred

Plan og bygningsloven med tilhørende Byggteknisk forskrift TEK17 definerer hvor stor risiko (nominell sannsynlighet) for skred som kan aksepteres, og dette er gjenspeilet i de ulike sikkerhetsklassene for skred. Kravene i forskriften er formulert ut ifra at desto større konsekvensen av skred kan være, desto lavere nominell sannsynlighet for skred kan aksepteres.

Årlig nominell sannsynlig er per definisjon i TEK17 vurdert ut ifra en enhetsbredde definert av en tomtebredde angitt til 30 meter. Regelverkets krav til største årlige nominelle sannsynlighet for skred medfører at maksimale utløpslengder for skred vil være lenger enn fastsatte faresonegrenser. Ut ifra gjeldende regelverk vil det derfor være en restrisiko for skred utover faresonegrensene. Dette gjelder også for sikkerhetsklasse S3, da denne angir årlig nominell sannsynlighet for skred større enn, eller lik, 1/5000, og dermed også har en iboende restrisiko for at skred kan gå lengre enn fastsatt faresone.

1.4 Grunnlagsmateriale

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet:

- Topografiske kart fra www.norgeskart.no
- Laserhøydedata og helningskart fra www.hoydedata.no
- Flyfoto fra www.norgebilder.no
- Berggrunns- og løsmassekart, samt InSar-radarmålinger av bakkebevegelser - Norges Geologiske Undersøkelse, <https://www.ngu.no/emne/kartiinnsyn>
- Aktsomhetskart for skred, oversikt over historiske skredhendelser fra <http://atlas.nve.no>
- Klimadata fra <http://eklima.no>
- Klimadata fra <http://www.senorge.no/>
- Tidligere utført skredfarevurdering i området (se egen omtale)

Grunnlag fra nettsted er samlet inn i mai 2020.

1.5 Aktsomhetskart for skred

Aktsomhetskart viser mulige fareområder for skred. Disse kan ha ulik detaljgrad og faregraden er ikke tallfestet.

NVE sine landsdekkende aktsomhetskart for steinsprang, snøskred samt jord- og flomskred er utarbeidet ved hjelp av datamodeller som identifiserer terreng som teoretisk kan være utsatt for disse skredtypene. Det er ikke utført befaring ved utarbeiding av kartene, og effekten av lokale faktorer (lokale terrengformasjoner, skog o.l.) er ikke vurdert. Opplysningen på terrengmodellen som danner grunnlaget for kartene er relativt grove, og dette fører til at mindre skrenter og skråninger ikke nødvendigvis blir fanget opp av kartene.

For utvalgte områder i landet finnes det aktsomhetskart for snø- og steinsprang utarbeidet av NGI. Disse er basert på tilsvarende modeller som de landsdekkende aktsomhetskartene fra NVE. I tillegg er det gjennomført befaring med vurdering av terrengforhold, skogdekke og andre lokale forhold som kan påvirke utløpsområdet. I henhold til NVE sine retningslinjer kan disse kartene benyttes i stedet for de landsdekkende aktsomhetskartene for snøskred. Det vurderte området er ikke dekket av NGI-kartene.

Vurdert område er innenfor NVE sine aktsomhetsområder for snøskred, steinsprang, og jord - og flomskred (Figur 2, Figur 3 og Figur 4).



Figur 2. NVE sitt aksjonsområdeskart for snøskred.



Figur 3. NVE sitt aksjonsområdeskart for steinsprang.



Figur 4. NVE sitt aktsomhetskart for jord - og flomskred.

1.6 InSAR Norge

Det er få/ingen målinger i terrenget ovenfor vurdert område.

1.7 Historiske hendelser og sikringstiltak

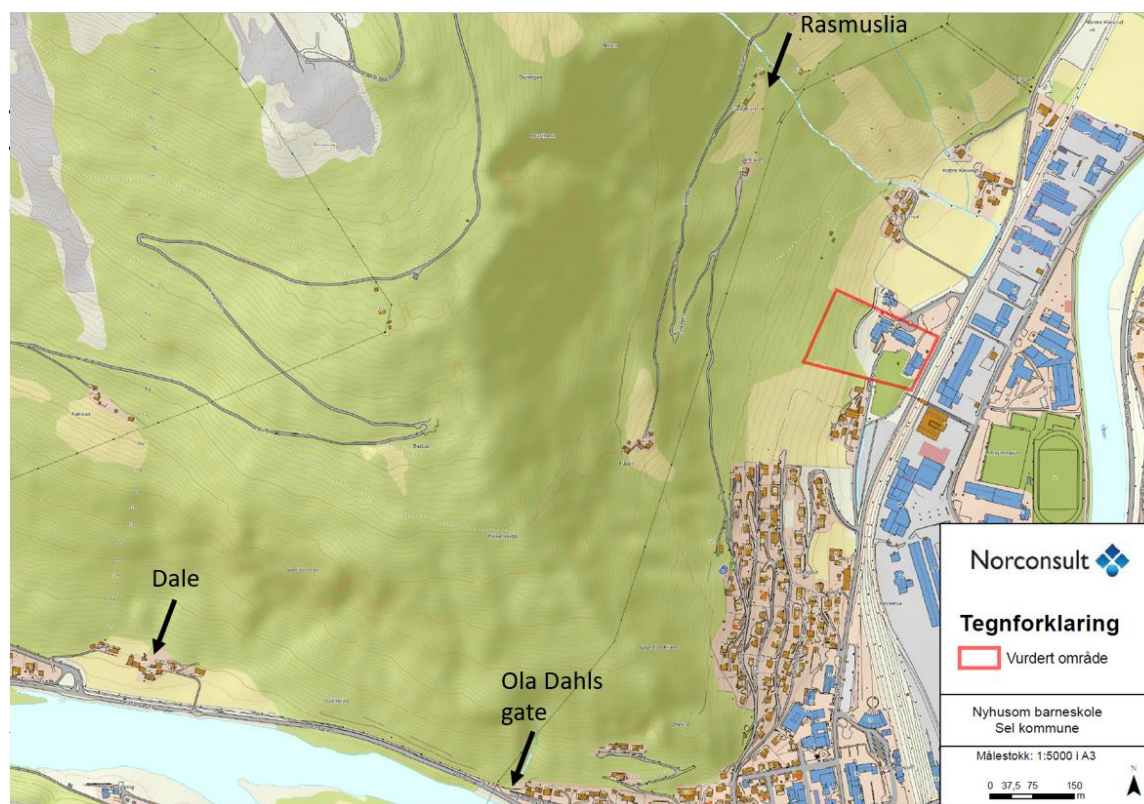
Det er ikke registrert skredhendelser i dalsiden ovenfor vurdert område, men det er ifølge NVE sin skredatabase er det registrert flere hendelser på vestsiden av Lågen innenfor en avstand på ca. 2 km (Figur 5). Følgende er rapportert i databasen for de ulike skredhendelsene:

- Steinskredhendelse ved Rasmuslia, Søre Lien: *Eit stort steinskred gjekk kl. 20.30 12. februar 1905 ved gardane Nyhusmoen og Kleivrudslia, som ligg 400 meter frå kvarandre under eit høgt fjell, litt nord for Otta stasjon. Skredet kom, skriv avisa, mellom gardane Nyhusom og Klevmelen, litt nord for Otta stasjon. Folka på plassen Rasmuslia, som låg høgt oppe, søkte husly hos naboane. Her kom steinane mellom husa, knuste løa, laga skader på andre hus og skog, men ingen menneske kom til skade.*
- Jordskredhending ved Ola Dahls gate, 21. mai 2013: *Grunnmuren på eit hus vart flytta då eit jord- og steinskred råka 22. mai 2013, kl. 10.23. Skredet skjedde i eit bustadområde nord (øvt) i Ola Dahls gate i sentrum av Otta. Ein hybelbuar i kjellaren redda seg ut utan å bli skadd. Luftambulans og to ambulansar rykte ut til området etter meldinga. Totalt fem hus og 11 menneske i dette området vart evakuerte då det var fare for nye ras. Skredet oppstod etter at ein bekk tok nytt far.*

- Snøskredhendelse øst for Dale, 15. juli (?) 1981: *Nedst i Ottadalen, der gjekk eit stort snøskred i 1981 ved Dalekleiva. Skredet for over riksveg 15 og ut i elva. Skogskade. Vegskade. Det er gått fleire, mindre snøskred her. Kom nær bustadhus. Det er seinare bygd rasvern her.*
- Jordskredhendelse ved Dale, 29. april 2008: *Etter stor snøsmelting gjekk mindre skred i Ottaområdet tysdag den 29. april 2008 ved Solhjemslia, også mellom Breden og Mælhø. Same dag kom eit jordskred ned mot garden Nedre Dahle, nord for elva Otta og ved riksveg 15. Skredet losna høgt oppe frå, tett nedafor bruket Rakstad. Sjå også idnr. 5260. Kartreferanse (Nedre Dahle) etter Ola Næprud, tekn.sjef.*
- Jordskredhendelse ved Dale, 15. april 1989: *Hundre meter vest for Dalekleiva ligg garden Nedre Dale under ei bratt li. Det kom jordskred nedover heile denne lia natt til 15. april 1989. Raset gjorde noko skade på jordvegen, men ikkje på hus. Raset kom ovafor garden, frå austre del av bruket Rakstad og ned mot tunet til Nedre Dale, med jord, stein og slam. Det har gått fleire mindre stein og jordskred frå denne lia gjennom tidene, utan å gjere særleg skade. Utpå 1900-talet vart det planta til med gran i lia her for å hindre skred.*

Alle skredene har gått i en sørvendt side i Ottadalen, utenom steinskredhendelsen i 1905 som er registrert i samme dalside som vurdert område.

Det er bygget en omtrent 150 m lang sikringsvoll med høyde på ca. 4 meter like ovenfor dagens barneskole (Figur 6). På oppdrag av kommunen ble vollen dimensjonert av Siv. Ing Jack Lau i 1999 (Lau, 1999). Vollen er dimensjonert mot steinsprang med en kinetisk energi på 1000 kJ. Dokumentasjon på skredfarevurdering som utløste bygging av vollen har ikke vært mulig å fremskaffe.



Figur 5. Oversikt over registrerte skredhendelser innenfor en avstand på ca. 2 km fra vurdert område.



Figur 6. Det er bygd en fangvoll like ovenfor dagens barneskole. Foto: Per Ivar Dahlum.

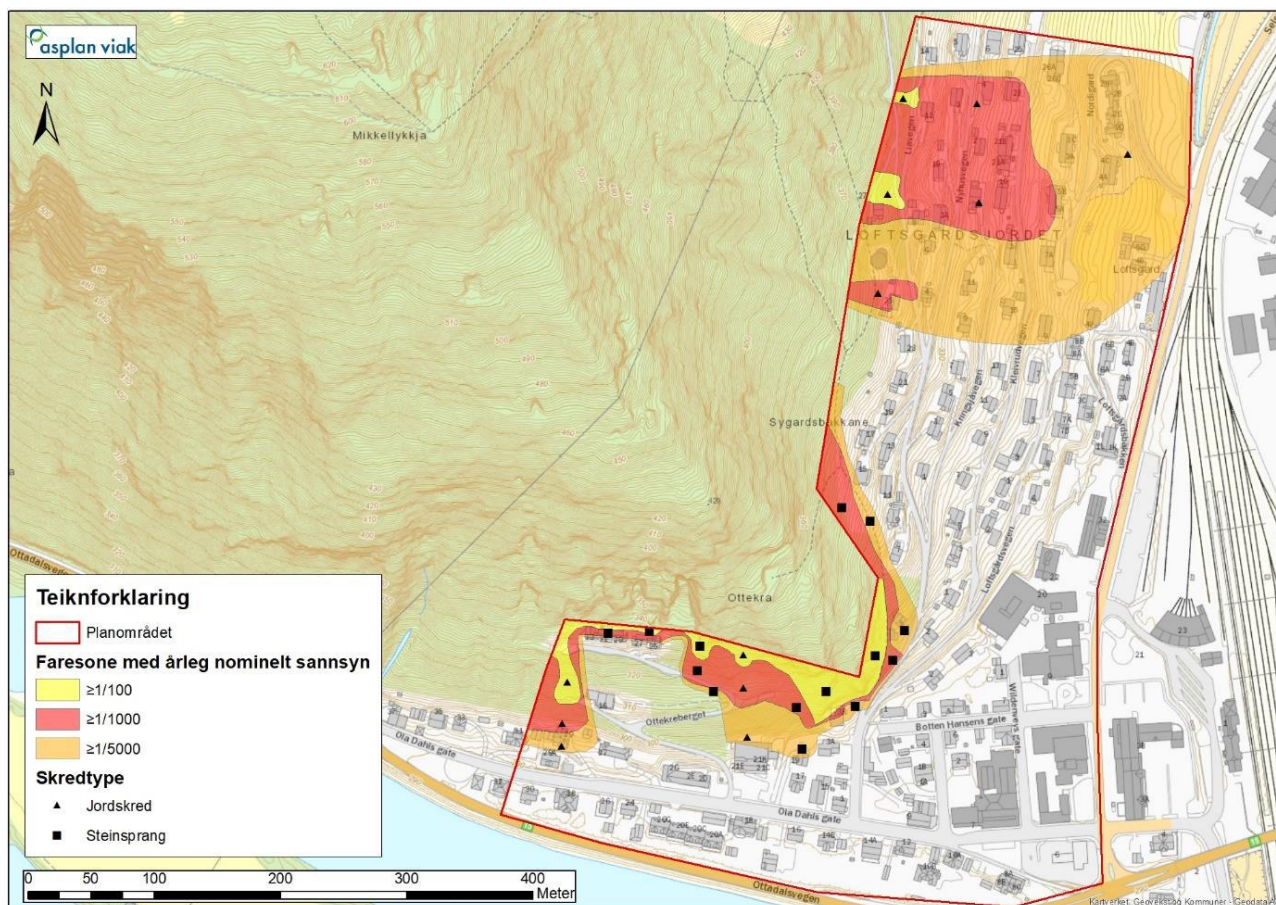
1.8 Tidligere skredfarevurderinger

Det er tidligere utført en skredfarevurdering av NGI for gnr/bnr 223/50 og 223/51 like sør for barneskolen, på oppdrag for Sel kommune (NGI, 2011). Formål var en vurdering av steinsprangfare for tomtene med tanke på eksisterende faresonegrenser. Det ble konkludert med at det var fare for steinsprang fra de nederste skrentene nedenfor Flåten. Det ble vurdert at øvre tomt og mesteparten av nederste tomt ligger innenfor faresone for årlig skredsannsynlighet 1/1000, se Figur 7.



Figur 7. Blått skravert område markerer de tomtene som ble vurdert av NGI i 2011. Rød sirkel markerer Nyhusom barneskole.

Asplan Viak har på oppdrag av Sel kommune utført en skredfarevurdering for boligområde «Sygardsbakkene». Nordre avgrensning for vurdert område ligger ca. 200 meter sør for barneskolen (Asplan Viak, 2019). Det ble konkludert med at den nordlige delen av byggefeltet ikke tilfredsstillers sikkerhetsklasse S2 (1/1000) og S3 (1/5000). Jordskred er dimensjonerende skredtype for denne vurderingen, se Figur 8.



Figur 8. Faresonekart for Sygardsbakkane utarbeidet av Asplan Viak.

1.9 Utførte undersøkelser

Befaringen ble utført av ingeniørgeolog Gunne Håland 16. april 2020. Til stede var også prosjektleder fra kommunen, Per Ivar Dahlum. Befaringen ble utført til fots i terrenget, og det ble i tillegg benyttet drone fra kommunen for fotografering. Det var klarvær og tørre forhold på befaringen, og kun flekkvis snø i de høyestliggende områdene av dalsiden bak skolen.

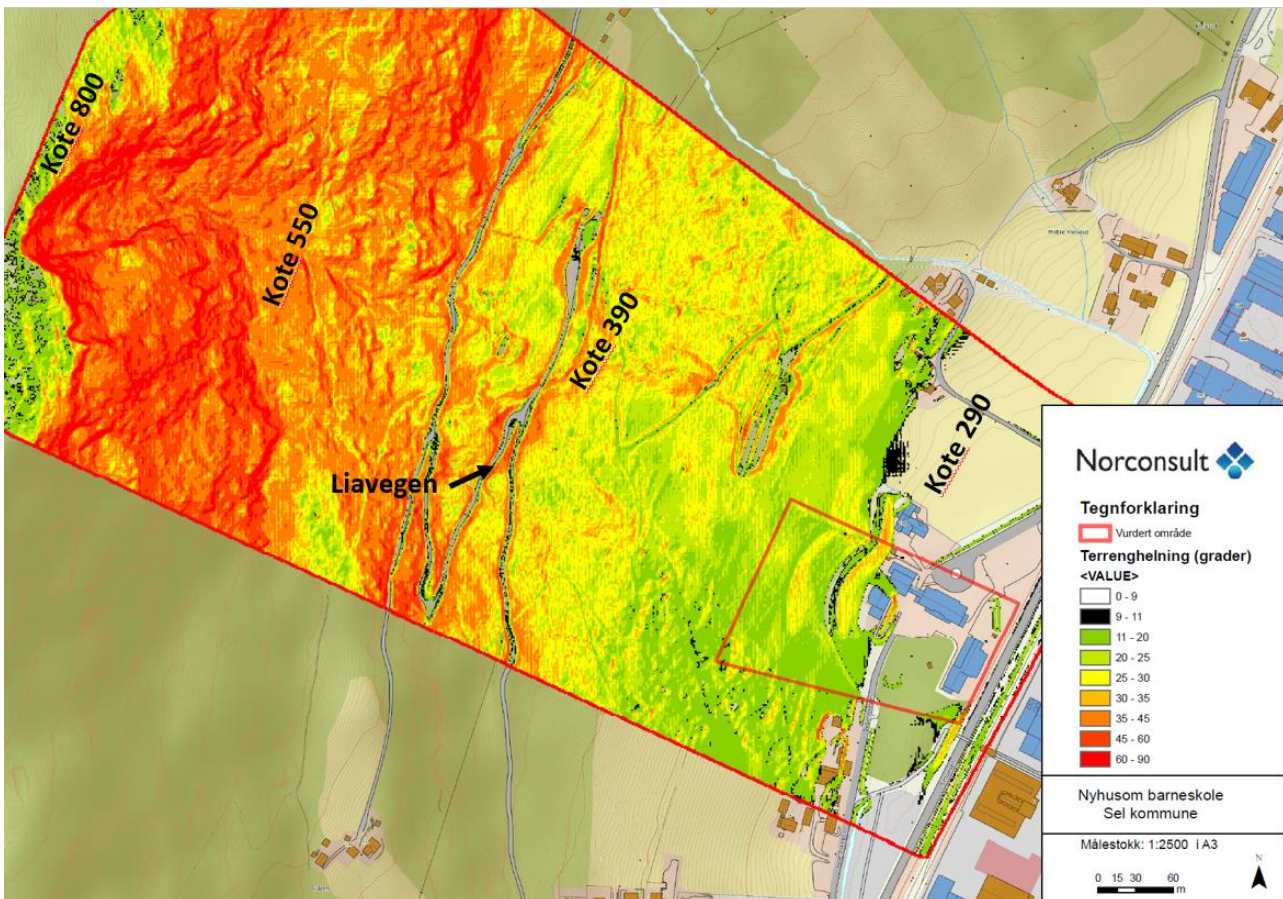
1.10 Forutsetninger for skredfarevurderinger

I henhold til NVE sine retningslinjer vurderes skredfaren i henhold til dagens situasjon med hensyn til terreng, vegetasjon, bebyggelse osv.

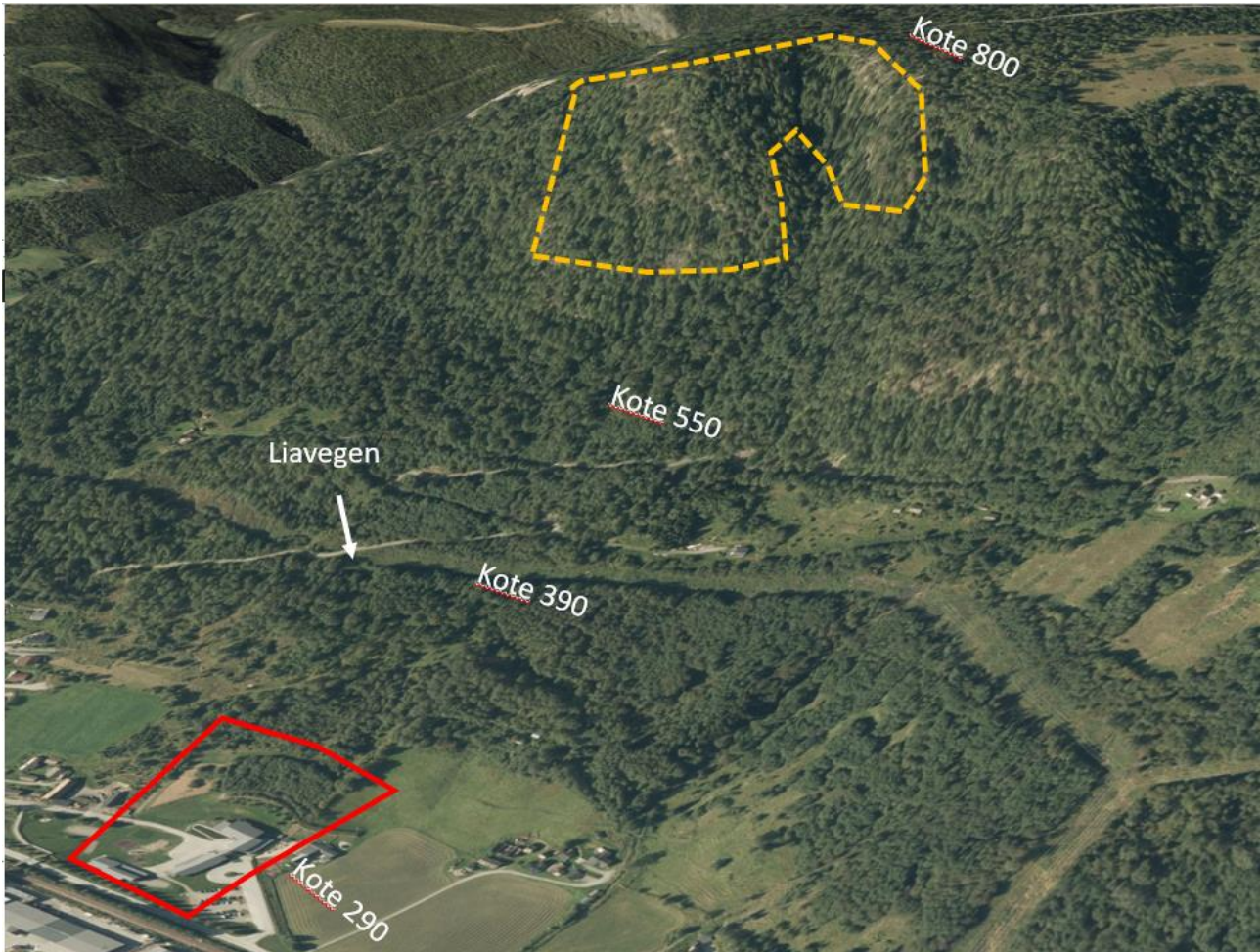
2 Områdebeskrivelse

2.1 Topografi

Nyhusom barneskole ligger på vestsiden av fylkesveg 2614, like nord for Otta sentrum. Vurdert område ligger på kote 290 i foten av en dalside som går opp til kote 800. Nedre del av dalsiden har en helning på under 25 grader opp til kote 390. Det er relativt tynn bjørkeskog i dette området. Avstand mellom trær er ca. 5-10 meter. Liavegen er en grusveg som krysser det aktuelle området mellom kote 400 – 470. Over Liavegen blir terrenget generelt brattere med flere mindre løsmasseskråninger med helning på over 45 grader. Det er også her for det meste tynn bjørkeskog. Mellom kote 550 – 800 består terrenget primært av bratte bergskrenter med helning på 60-90 grader. Det er stedvis en del gran i dette området, men også flere åpne bergpartier uten vegetasjon i de bratteste områdene (Figur 9, Figur 10, Figur 11)



Figur 9. Terrenghelning.



Figur 10. Oversiktsbilde/terrengmodell av lia ovenfor skolen, hentet fra norgebilder.no. Rød linje markerer vurdert område, mens oransje stiplet linje markerer de bratte bergskrentene øverst i dalsiden.



Figur 11. Oversiktsbilde av lia ovenfor skolen tatt med drone. Rød linje markerer vurdert område, oransje stiplet linje markerer de bratte bergskrentene øverst i dalsiden. Foto: Per Ivar Dahlum.

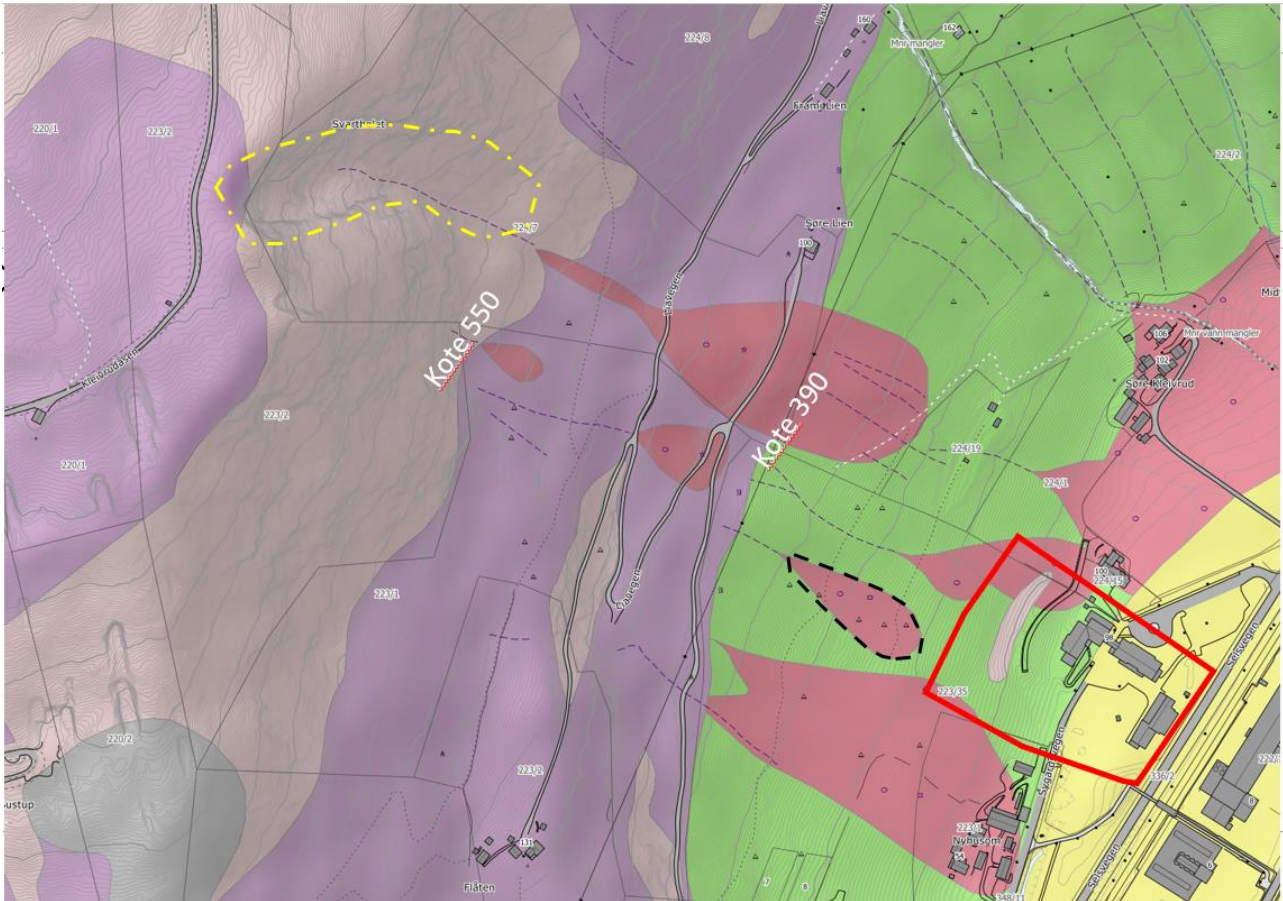
2.2 Løsmasser og berggrunn

Det er gjort en detaljert kvartærgeologisk kartlegging av NGU i dette området (1:10 000), vist i Figur 13. Ifølge kartene er det flere tunger med leirskredavsetninger i nedre del av dalside like ved skolen (mørk rosa). Det er en gjelformasjon øverst i dalsiden like under platåkanten ved kote 800 (gul stiplet linje i Figur 13). NGU har også kartlagt en større skredtunge ved kote 350-500 på nedsiden av dette gjelet. Over kote 390 er det et tynnere dekke av løsmasser som NGU har kartlagt til å være forvittringsmateriale (lilla). Øverst i dalsiden består terrengoverflaten kun av bart fjell (rosa). Kartleggingen fra NGU samsvarer godt med observert løsmassefordeling på befaringen. Det ble imidlertid kun observert en skredtunge som muligens kan være relatert til historiske skred. Denne er vist med stiplet med svart linje i Figur 13.

De steile bergskrentene over kote 550 består ifølge NGU til å være glimmerskifer eller glimmergneis, se Figur 12. Ut fra befaringen ser bergmassen ut til å være en glimmerskifer. I kikkert ble det observert at bergmassen har betydelig oppsprekingsgrad med et skifrihetsplan som skrår/faller inn i dalsiden (mot vest). Dette planet avløses av et sprekkese sett med fall 50-70 grader ut mot dalside (mot øst).



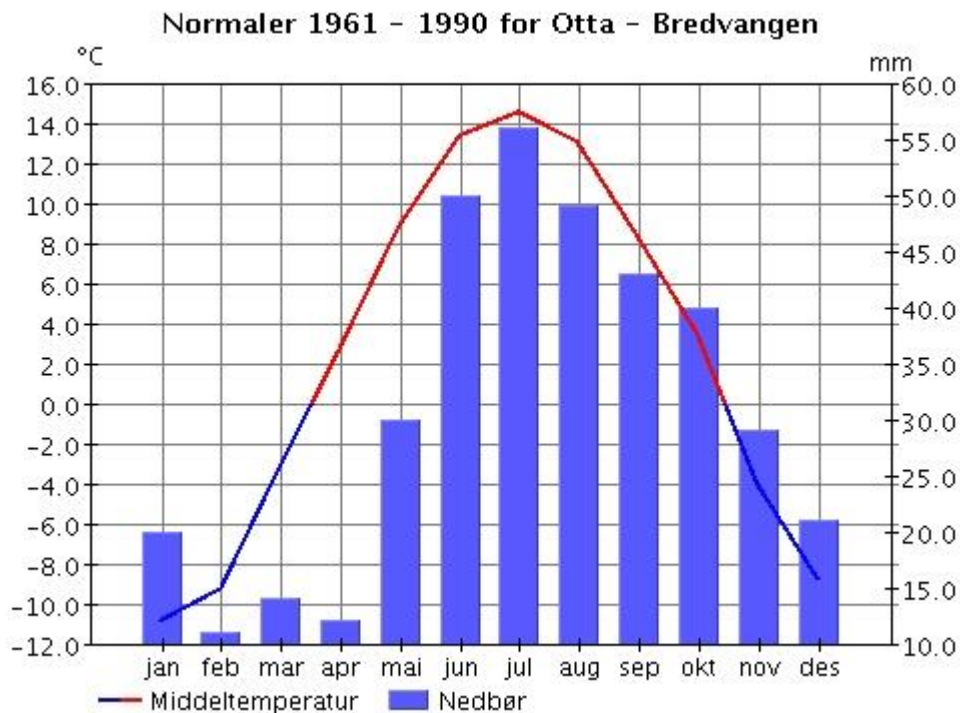
Figur 12. Viser en av skrentene like over kote 550.



Figur 13. Kvartærgeologisk kart over området. Vurdert område er vist med rød firkant. Svart stiplet linje markerer skredtungene observert på befaringen. Gul stiplet linje markerer gjelformasjonen øverst i dalsiden.

2.3 Klima

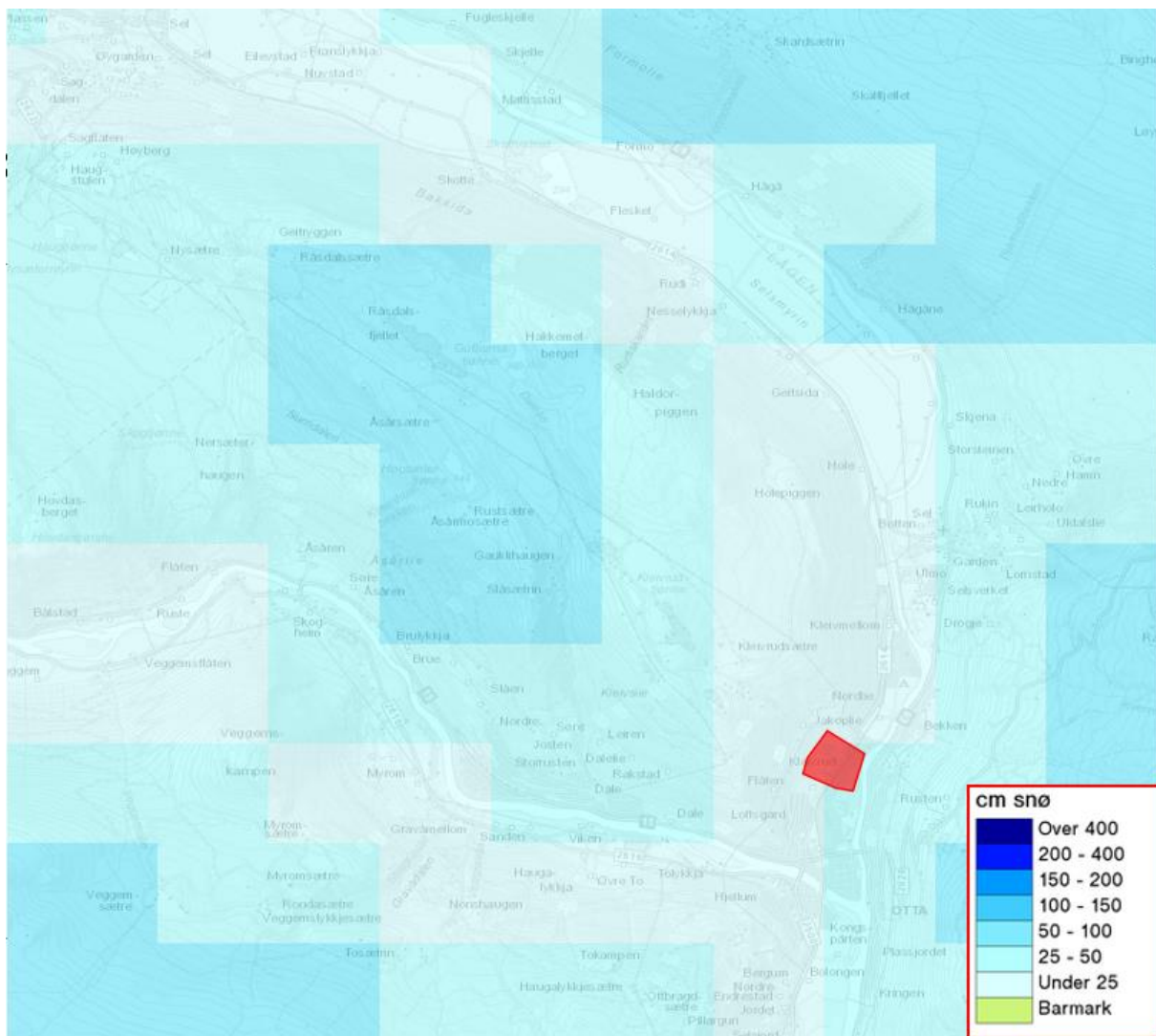
Klimadata er hentet fra værstasjon 14310, Otta – Bredvangen, som ligger på 285 moh. Måleserier startet i 1951 og avsluttet i 1995. Figur 14 Figur 1 viser månedlige normalverdiene for nedbør og temperatur for perioden 1961-1990. Figuren viser at det kommer mest nedbør om sommeren med gjennomsnittlig verdier på rundt 50 mm. I vintermånedene (januar – april) avtar nedbøren betydelig med gjennomsnittlig verdier på ca. 15 mm. Middeltemperatur er stort sett under 0 grader fra desember – april. Det antas at nedbør – og temperaturmålingene er representativt for hele det vurderte område.



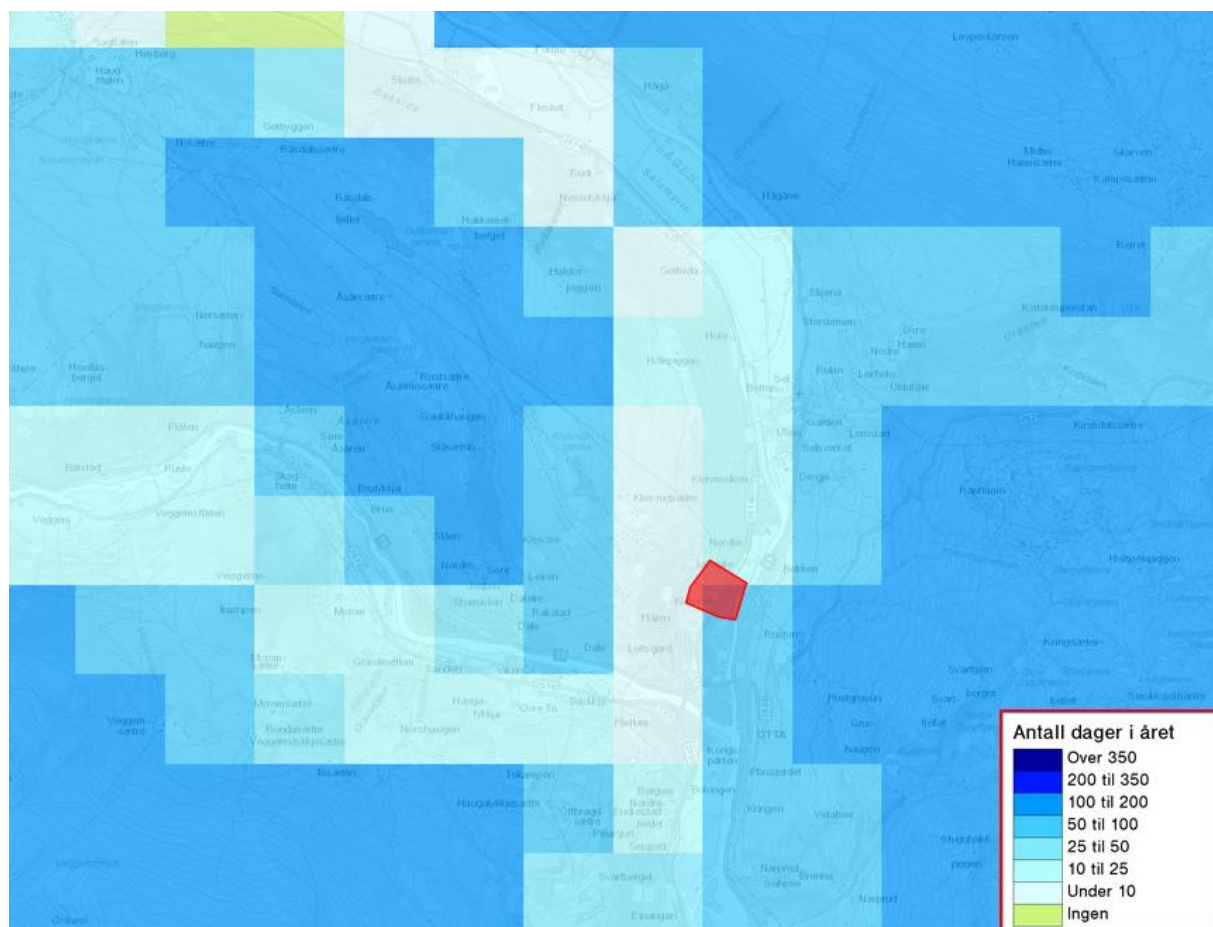
Figur 14. Månedlige normalverdier for nedbør og temperatur på Otta.

Figur 15 viser største årlig maksimale snødybde for område. Dataene representerer normalverdiene for perioden 1971-2000. Figur 16 viser antall dager i året med snødybde over 25 cm for perioden 1971-2000. Figurene viser en årlig normal maksimal snødybde på ca. 25-50 cm i dalsiden ovenfor vurdert område, og 10 - 25 dager i året med snødybde over 25 cm. Figurene viser at snømengdene øker betydelig både østover og vestover fra Otta.

Klimadataene vist i Figur 15 og Figur 16 er hentet fra senorge.no og er interpolerte verdier fra de nærmeste værstasjonene.



Figur 15. Normal årsmaksimum av snødybde (i cm) for normalperioden 1971-2000. Rødt område markerer områdeavgrensing.



Figur 16. Normalt antall dager med snødybde over 25 cm per år for normalperioden 1971-2000. Rødt område markerer områdeavgrensing.

2.4 Vannveger

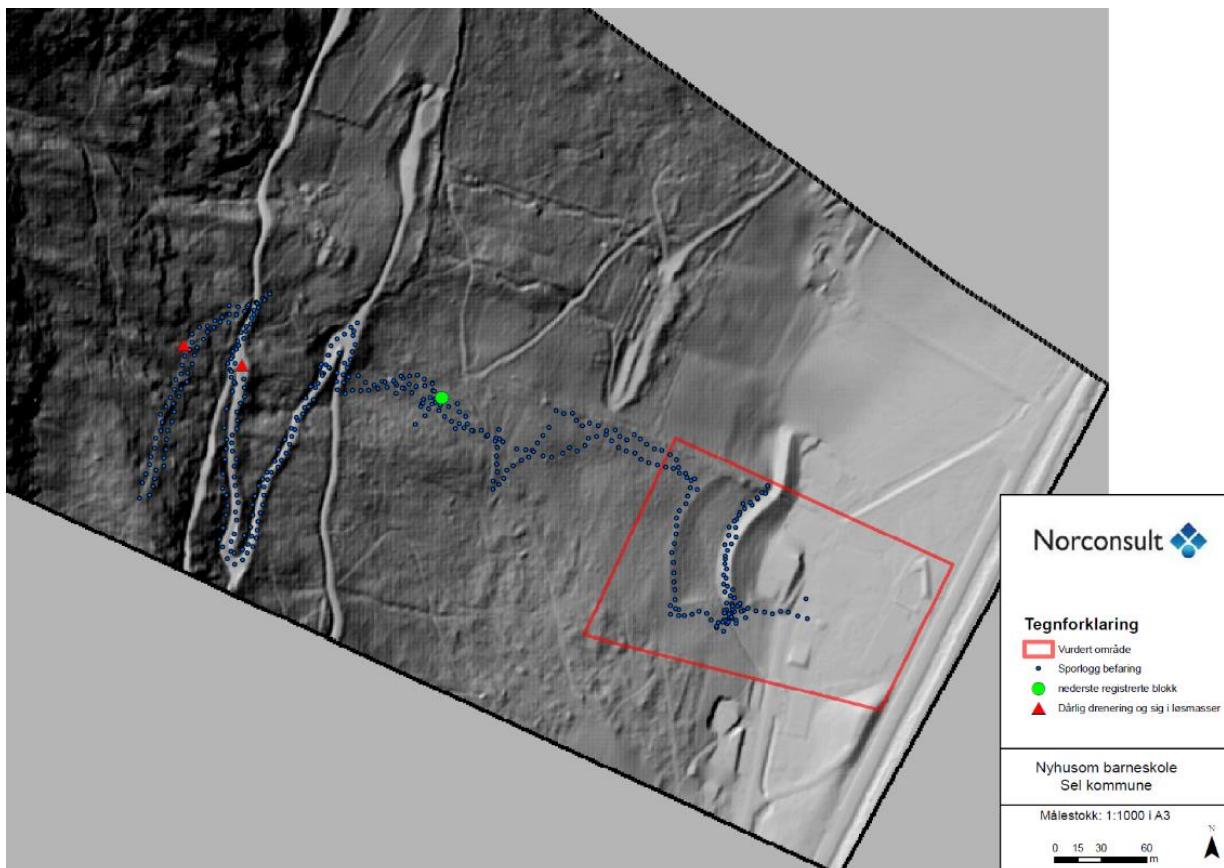
Det går ingen tydelige vannveger helt ned til det vurderte området/skolen, men det ble observert en mindre bekk som ble drenert gjennom Liavegen ved kote 460. Bekken forsvinner ned i grunnen like på nedsiden av Liavegen ved kote 400. Dette bekkeløpet er ikke markert på topografisk kart.

2.5 Feltobservasjoner og registreringskart

Hensikten med befaringen var å se nærmere på aktsomhetsområdene som går ned og inn i det vurderte området. Omtalte observasjoner er sammenfattet i et registreringskart (Figur 17). Figur 18 viser et oversiktsbilde av registreringsområdet.

Det ble observert en mosegrodd blokk på 1-2 m³ ved kote 380 som trolig stammer fra et eldre steinsprang. Dette var den nederste blokken relatert til steinsprang som ble observert. Generelt ble det observert svært få blokker relatert til steinsprang helt opp til kote 480. Langs Liavegen er det dårlig drenering i form av en åpen stikkrenne som fører vannet gjennom grusvegen (kote 460). Det ble også observert noe sig i løsmassene på nedsiden av veien ved denne stikkrennen (nederste rød trekant i Figur 17 og Figur 18). Over Liavegen går en liten sti, kalt Dystien, med bratte løsmasseskråninger både over og under stien (kote 480). Skråningene

her består av tynt løsmassedekke med tegn til noe sigbevegelser (øverste trekant i Figur 17 og Figur 18). Det ble ikke observert tegn til ferske utglidninger av løsmasser i befaringsområdet.



Figur 17. Registreringskart fra befaring



Figur 18. Registreringsområde tatt med drone. Rød linje markerer en del av vurdert område. Rød sirkel markerer nederste blokk relatert til steinsprang. Trekanter markerer dårlig drenering og sig i løsmasser.

3 Modellering

Det er utført modellering av potensielle steinsprang og jordskred i dalsiden ovenfor skolen. Hensikten med modelleringen er å vurdere rekkevidden til mulige skred som kan oppstå.

RAMMS (Rapid Mass Movements Simulation) er anvendt som verktøy for å modellere steinsprang og jordskred i dette tilfellet. Programmet er en numerisk modell som består av tre ulike moduler; snøskred, flomskred og steinsprang. Steinsprangmodulen beregner blokkbevegelse til steinsprang i et 3-dimensjonalt terreng. Utløpsdistanse, kinetisk energi og spranghøyde blir beregnet for hver enkelt blokk fra start til stopp i skredbanen. Modulen er utviklet og kalibrert etter avanserte feltmålinger av steinsprang utført i Sveits. Modellen ble tilgjengelig for kommersiell bruk i 2015 og modellen beskriver blokkbevegelsen i en hard-contact rigid body tilnærming. Steinsprangmodulen beregner kun bevegelse til enkeltblokker, og kan ikke anvendes for modellering av større steinskred/fjellskred.

Beregning av massebevegelser for jord/flomskred er bygd på Voellmys hydrauliske strømingsteori i en åpen kanal. RAMMS beregner flytehogde, hastighet og stagnasjonstrykk i alle punkt fra start til stopp i skredbanen. Utfordringen med RAMMS er å ha en god nok digital terrengmodell som klarer å fange opp små terrengformasjoner som påvirker oppførselen til skredene. Terrengmodeller med utilstrekkelig kvalitet kan føre til at modellen simulerer massestrøm/blokker som tar andre veger i terrenget enn det som vil skje i virkeligheten.

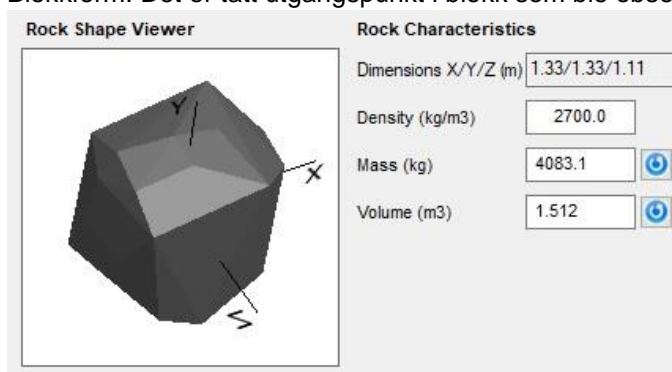
I dette tilfellet ble det brukt en terrengmodell med grid-oppløsning på 2 meter. Fysiske prosesser som foregår, for eksempel når en stein treffer skog eller andre hindringer i terrenget er meget komplisert. Modellen vil aldri simulere virkeligheten, og er kun et hjelpemiddel for å beregne skredbevegelse.

Løsnevolum og vurdering av friksjon for begge skredtypene er tilpasset en sjelden hendelse med antatt returperiode på 500-1000 år.

3.1 Input i modellering av steinsprang

Input-parameterne i modellen er vurdert ut fra befaringsobservasjoner og erfaringer ved bruk av modellen i andre prosjekter. Punktlisten under oppsummerer de viktigste input-parameterne:

- 2 potensielle løsneområder i berghammere/skrenter mellom kote 600 – 775, se vedlegg 2.
- Blokkstørrelse: 1,5 m³
- 15 tilfeldige orienteringer pr. 10 grid celle.
- Blokkform. Det er tatt utgangspunkt i blokk som ble observert ved kote 460.



- Antall modellblokker: ca. 2040 stk
- Friksjon terrengoverflate: medium soft
- Skog: Tatt hensyn til at skog har bremseeffekt på steinsprang mellom kote 290- 550

Vedlegg 2 viser resultatene av modelleringen, og disse er omtalt i kapittel 3.5.

3.2 Input i modellering av jord/flomskred

Det er tatt utgangspunkt i vannmettet jord i tre områder ved Liavegen og Dystien. Inngangsdata i modellen er følgende:

- Block release med løsnesevolum på ca. 1350-1500 kubikk.
- Flaktykkelse på ca. 1 m, basert på erfaringer skred i lignende topografi.
- Antatt bruddkant i jordmasser i toppen av de bratteste partiene i løsmasseskråningene.
- $\mu = 0,25$ og $\xi = 2000 \text{ m s}^{-2}$

Vedlegg 3 viser resultatene av modelleringen, og omtalt i kapittel 3.4.

3.3 Snø- og sørpeskred

Snøskred

Vurdert område ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for snøskred.

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 30 og 50 grader bratt (NVE, 2014). I slake skrån timer (30-35 grader) må det komme 1-2 meter snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold (NVE, 2014). Langs vestlandskysten av Norge kommer det meste av snøen fra SV-NV vindretninger, noe som betyr at østvendte fjellsider har størst potensiale for skredaktivitet (NVE, 2014). Forsenkninger som skålformasjoner, gjel og skar er vanlige terrengformasjoner der det kan løsne skred. Store flate områder/platåer over løsnesevolumene vil ofte bidra til økt akkumulering av snø inn i løsnesevolumene, noe som kan gi økt snøskredfare. Tett skog i fjellsiden vil ofte hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Tett skog vil ofte ha god bremseeffekt på skred som eventuelt løsner over skoggrensen.

Hele den østvendte dalsiden er angitt på aktsomhetskart som mulige løsnesevolumer for snøskred, på grunn av en generell helning på over 30 grader. Det er ikke registrert noen historiske hendelser knyttet til snøskredaktivitet i lia.

Det er forholdsvis tett skog/vegetasjon i potensielle løsnesevolumer, noe som vanskeliggjør utløsning av snøskred. Det er en gjelformasjon like under platåkant ved kote 800 som kan samle noe snø fra det flate platået like på oversiden (se Figur 13). Gjelet har helning på over 45 grader og består av relativt tett skog. Det er ikke observert noen renner/typiske skredbaner knyttet til snøskred fra dette gjelet eller befaringsområdet. Området er generelt snøfattig, og bortsett fra ovenfornevnte gjel er det få terrengformasjoner som kan samle mye snø. Det er lite sannsynlig at det vil dannes store nok snøskred som vil nå vurdert område.

Aktsomhetskartene er vurdert til å være for konservative i dette tilfelle, og gir ikke et riktig bilde av faren for snøskred i denne delen av dalsiden. Det vurderes at vurdert område har tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred i henhold til sikkerhetsklasse S3. Skogen er et risikoreduserende element for snøskred, og for vurderingen er det forutsatt at denne ikke tynnes ut/avvirkes.

Sørpeskred

Sørpeskred er en spesiell type snøskred der snøen inneholder så mye vann at den får flytende oppførsel. Sørpeskred utløses oftest i perioder med kraftig regn og/eller intens snøsmelting ved brå temperaturøkninger. Det må normalt ligge mer enn 50 cm med snø i terrenget og snødekket må gjerne bestå av kantkornkrystaller (grove krystaller) som kan samle vann. Skredene følger helst bekke- og elvedrag fra

myrområder, vann eller slake forsenkninger. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor det kan bli store vannansamlinger i snødekket. Erfaringer fra tidligere hendelser viser at snøskred som demmer opp en trang elvedal eller ved elveutløp er en vanlig årsak til å få utløst sørpeskred. Når snøen er mettet med vann vil snødemningen fra snøskredet brytes som et sørpeskred. I slike tilfeller vil et sørpeskred kunne løses ut, selv om værforholdene ikke tilsier det. Sørpeskredene kan derfor forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. Sørpeskredene kan få lange utløp spesielt når de følger bekk – eller elveleier

Det er ingen terrengformasjoner i dalsiden som favoriserer utløsning av sørpeskred. Små snømengder og tett vegetasjon fører til at sannsynligheten for denne skredtypen er svært lav.

Det vurderes at vurdert område har tilstrekkelig sikkerhet sørpeskred i henhold til sikkerhetsklasse S3.

3.4 Jord- og flomskred

Vurdert område ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for jord - og flomskred.

Jordskred løsner vanligvis i terreng brattere enn 25 grader, men det er registrert flere jord – og flomskred i myrterreng i overgang mellom slakt (under 25 grader) og bratt terreng. Skogsveger og stier som endrer de naturlige vannveiene er vanlige utløsningsårsaker for jordskred. Et vanlig eksempel er stikkrenner som går tett i perioder med stor vannføring, slik at vannet tar nye veier i terrenget. Jordskred løsner vanligvis i morenejord som ofte består av vekselvis lagdeling mellom leire, silt og grus.

Flomskred utløses der det kan samles mye vann i elve- og bekkeløp, men også i flombekker, ravinedaler og forsenkninger/gjel med tilgang til mye løsmasser. Flomskred starter gjerne med erosjon av løsmasser langs vannveiene og utvikles seg til et flomskred dersom terrenget er bratt nok og at det er nok tilgjengelig løsmasser som kan eroderes. Vanligvis må terrenget være brattere enn 15-20 grader for å få tilstrekkelig erosjon.

Ifølge kvartærgeologisk kart til NGU er det tolket flere historiske leirskred like ved skolen. Det hefter stor usikkerhet til alder og årsak til disse skredene, og hvor stor betydning de har for dagens skredfarevurdering. Det er registrert flere nyere jordskred i Ottadalen som ligger innenfor en avstand på 2 km.

Det er tykk moreneavsetning mellom skoleområde og Liavegen som ligger i terreng på under 25 grader. De fleste jord – og flomskredene i Norge oppstår i denne jordarten. I dette tilfelle vil den den slake helningen redusere sannsynligheten for naturlig utløsning og utvikling av større jordskredhendelser. Ved Liavegen og Dystien er det observert dårlig drenering og noe sig lokalt i løsmassene. Mindre lokale utglidninger kan derfor ikke utelukkes ved store nedbørmengder i dette område. Veletablert vegetasjon og slakt terreng på nedsiden av Liavegen medfører at det er lite sannsynlig at det vil utvikles større jord – eller flomskred dersom en utglidning fra et av disse områdene skulle oppstå. Det ble utført en modellering av jord/flomskred med antatt løснеområder ved Liavegen og Dystien for å få en indikasjon på mulig skredutbredelse mot skoleområde.

Resultatene fra modelleringen viser at ved en ekstrem situasjon kan en liten del av skredmassene bre seg mot vollen, og ned mot den sørlige delen av skoleområde som ikke er sikret av vollen. Det er lite sannsynlig at disse skredene vil ha ødeleggende effekt mot bygninger som er plassert nede på flaten i det vurderte området.

Det vurderes at øvre del av det vurderte området ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot jord – og flomskred, og tilfredsstillende ikke krav i henhold til sikkerhetsklasse S3. Eksisterende skolebygning og område i nedkant av skredvoll har tilstrekkelig sikkerhet i henhold til sikkerhetsklasse S3. Se faresonekart i kapittel 3.6 for fastsatte faresonegrenser.

3.5 Steinsprang og steinskred

Vurdert område ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for steinsprang.

Ved befaringen ble det ikke observert noe nyere nedfallsblokker i nedre del av dalsiden ovenfor vurdert område. Det er heller ikke tegn til urdannelse og aktive skredprosesser i dalsiden. Det er registrert et steinskred ved Rasmuslia i 1905 som ligger ca. 500 meter nordvest for skolen. Det er rimelig å anta at kildeområde til dette skredet har samme bergmassekvalitet og oppsprekking som bergskrentene lenger sør.

Det er flere potensielle løснеområde i bergskrentene mellom kote 550-800, som er vist i Figur 10 og Figur 11 er oppsprukket med en geometri som gir mulighet for avløsning av blokkmateriale. Det kan derfor ikke utelukkes at større steinblokker kan løsne fra dette området. Det ble derfor utført steinsprangsimulering med hjelp av RAMMS for å vurdere utløpslengder til steinsprang.

I modelleringen ble det tatt utgangspunktet i steinsprang fra to berghammer/skrenter mellom kote 600-775. Det ble tatt hensyn til vegetasjon/skog under kote 550. Løsmassedekke i dalsiden gir god demping på rullende/sprettende blokker. Dette er tatt hensyn til for fastsetting av friksjonsparametere i modelleringen.

Resultatene fra modelleringen viser at nedfall fra berghammer/skrent inne i gjelet (nordlig løснеområde) dreneres mot nordsiden av vurdert område. Nedfall av blokker fra det sørlige løśnieområdet dreneres ned mot vurdert område. Modelleringen viser at hovedparten av blokkene stopper like på nedsiden av Liavegen (kote 390). Dette samsvarer bra med lokaliseringen av nederste blokk som antas å være relatert til steinsprang. Enkelte blokker kan imidlertid komme ned mot vurdert område, men stopper et stykke unna dagens bygninger i skoleområde.

Fravær av ferskt blokkmateriale i nedre del av lia samsvarer med modelleringsresultatene. Sannsynligheten for at steinsprang vil komme ned til vurdert område er derfor vurdert til å være liten.

Sett i et perspektiv på 5000 år som er kravet til S3 i TEK 17 kan det ikke utelukkes at det kan komme større steinskred fra de omtalte bergskrentene øverst i dalsiden. Modelleringen tar som nevnt ikke hensyn til prosesser der større bergpartier sklir ut. Det er vurdert at rullende blokker fra større steinskred kan nå dalbunnen og inn mot skoleområdet, men vil trolig ha lav energi. På grunn av ventelig lave spretthøyder og primært rullende bevegelser vil dagens skredvoll kunne fange opp skredmateriale.

Det vurderes at øvre del av det vurderte område og skråningen på sørsiden av vollen ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot steinskred og tilfredsstillende ikke krav i henhold til sikkerhetsklasse S3. Eksisterende skolebygning og område i nedkant av skredvoll har tilstrekkelig sikkerhet i henhold til sikkerhetsklasse S3. Se faresonekart i kapittel 3.6 for fastsettelse av faresonegrenser.

3.6 Faresonekart

Dimensjonerende skredtype er vurdert til å være rullende blokker fra steinskred og jordskred/flomskred. Det er tegnet et faresonekart, Se Figur 19. Det er fastsatt faresonegrenser for S2 og S3 for vurdert område. Faresonekartet foreligger i vedlegg 1 som A3 format. Det er vurdert at dagens fangvoll gir tilstrekkelig sikring mot dimensjonerende skredtyper. Område på nedsiden/øst for fangvollen har derfor tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til sikkerhetsklasse S3.

Skråningen på sørsiden av vollen har ikke tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til sikkerhetsklasse S3.



Figur 19. Faresonekart for vurdert område. Det er fastsatt faresonegrenser for sikkerhetsklasse S2(1/1000) og S3 (1/5000).

3.7 Aktuelle sikringstiltak

Dersom det blir aktuelt å plassere byggverk med personopphold, eller med fare for materielle ødeleggelser, som ikke tilfredsstiller sikkerhetsklasse innenfor faresonene, må det utføres sikringstiltak.

Det mest aktuelle sikringstiltak i dette tilfelle er å forlenge eksisterende fangvoll 30-40 meter sørover. Vollen føres videre med anbefalt linjeføring i Figur 20. Det anbefales å følge samme bredde på magasin som dagens voll. Dette vil innebære et betydelig masseuttak i skråningen bak vollen. Svart stiplet linje i Figur 20 marker ca. øvre grense på terrengingrep.

Kostnad for denne forlengelsen er usikker da prisen for tørrmuring med Ottaskifer kan variere en del, og er vanskelig å anslå før anbudsfasen. Det må i tillegg påregnes transport og eventuelt noe deponering av løsmasser. Enhetspris for bygging av voller i tørrmur lå på ca. 6000,- pr. m² i 2019 ifølge Statens vegvesen. Denne prisen er meget grov og har en usikkerhet på +40 %. Enhetsprisen inneholder alle kostnader inkl. planlegging, byggherrekostnader, rigg, og moms.

I dette tilfelle har man ca. 550 m² som skal murer med skifer. Dette gir da en total pris på ca. 3,4 millioner kroner. Trolig vil prisen kunne bli noe lavere da det vil være minimale kostnader knyttet til planlegging og rigg. I tillegg vil man ha god tilgang på lokal Otta skifer som innebærer små transportkostnader. Eventuelle

kostnader for flytting av løsmasser vil komme i tillegg. Enhetspris for flytting av løsmasser er grovt anslått til å være ca. 500 kr/m³.



Figur 20. Anbefalt linjeføring vollforlengelse, markert med blå linje. Svart stiplet linje markerer ca. øvre grense for terrenginngrep.

4 Konklusjoner og anbefalinger

På bakgrunn av utført befaring og gjennomgang av grunnlagsmaterieell trekkes følgende konklusjoner:

- Dimensjonerende skredtype for eiendommen er steinskred og jord/flomskred.
- Det er fastsatt faresoner for vurdert område med nominell årlig sannsynlighet på 1/1000 og 1/5000.
- Deler av området oppfyller ikke sikkerhetskrav mot skred i henhold til sikkerhetsklasse S3 i TEK 17.
- Område på nedsiden/østsiden av fangvollen har tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til sikkerhetsklasse S3.
- Dersom det blir aktuelt å plassere byggverk som ikke tilfredsstillir sikkerhetsklasse innenfor faresonene, må det utføres sikringstiltak.
- Det mest aktuelle sikringstiltak i dette tilfelle er å forlenge eksisterende fangvoll 30-40 meter sørover. Øverste prisnivå for dette tiltaket er grovt anslått til å være ca. 3,4 millioner kroner (+/- 40%).

Ut ifra gjeldende regelverk vil det være en restrisiko for skred utover faresonegrensene.

Vedlegg

1. Faresonekart i A3
2. Modelleringsresultater steinsprang (kJ) i A3
3. Modelleringsresultater jord/flomskred (kPa) i A3

5 Referanser

Lau, J. (1999). Nyhusom skole, Otta. Sikring mot steinsprang. *oppdrag nr98112*.

NGI. (2011). Steinsprangvurdering Nyhuslia, Gnr/bnr 223/50 og 223/51. *Dokumentnr 20081091-00-8-TN*.


NVE. (2014a). Flaum- og skredfare i arealplanar. NVE retningslinjer nr. 2/2011, revidert 2014.

NVE. (2014b). Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak. .
NVE-veileder 8.



Viak, A. (2019). Skredfarevurdering sygardsbakkane, Otta, Sel kommune. *oppdragsnr: 623861-01*.

Vedlegg 1

Tegnforklaring

 Vurdert område

Faresone (årlig nominell sannsynlighet)

 Faresone $\geq 1/5000$
 Faresone $\geq 1/1000$

Dimensjonerende skredtype

 Jordskred
 Steinskred

Faresonekart

Nyhusom barneskole
Sel kommune

Målestokk: 1:1000 i A3



0 5 10 20
m

N











Vedlegg 2

Tegnforklaring

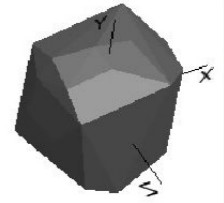
-  Vurdert område
-  Løsneområde steinsprang

Steinsprang (kJ)

<VALUE>

-  0 - 1
-  1 - 10
-  10 - 50
-  50 - 100
-  100 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 2 000
-  2 000 - 3 000

Blokkform

Rock Shape Viewer	Rock Characteristics
	Dimensions X/Y/Z (m) <input type="text" value="1.33/1.33/1.11"/>
	Density (kg/m ³) <input type="text" value="2700.0"/>
	Mass (kg) <input type="text" value="4083.1"/>
	Volume (m ³) <input type="text" value="1.512"/>

Nyhusom barneskole
Sel kommune



Målestokk: 1:2500 i A3

0 15 30 60
m









Vedlegg 3

Tegnforklaring

-  Vurdert område
-  Løsneområde jord/flomskred

Jord/flomskred (m/s)

<VALUE>

-  0 - 1
-  1 - 2
-  2 - 4
-  4 - 6
-  6 - 8
-  8 - 10

Modellering jord/flomskred

Xi: 2000

My: 0,25

Flak: 1 m

Volum: 1350- 1500 kubikk

Nyhusom barneskole
Sel kommune

Målestokk: 1:2500 i A3

0 15 30 60
m

