

Sel Kommune

SKREDFAREVURDERING SYGARDBAKKANE, OTTA, SEL KOMMUNE

Dato: 15.08.2019
Versjon: 01



Dokumentinformasjon

Oppdragsgjevar:	Sel Kommune
Tittel på rapport:	Skredfarevurdering Sygardsbakkane, Otta Sel kommune
Oppdragsnamn:	Skredfarevurdering Sygardsbakkane Otta, Sel kommune
Oppdragsnummer:	623861-01
Skriven av:	Birgit Katrine Rustad
Oppdragsleiar:	Birgit Katrine Rustad
Tilgang:	Åpen

Kort samandrag

Det er gjennomført ein detaljert skredfarevurdering for eit område med eksisterande og framtidige bustader og for utving av medisinsk senter ved Otta sentrum, Sel kommune. Området blir omtala som Sygardsbakkane. Området har blitt vurdert tidlegare av ein annan konsulent, men NVE kom med motsegn til denne vurderinga. Asplan Viak har difor blitt engasjert av kommunen for å gjere ei ny skredfarevurdering. Området skal vurderast i tryggleiksklasse S1, S2 og S3, noko som tilsvarar at årleg nominelt sannsyn ikkje skal overskride høvesvis 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Fare for alle typar skred i bratt terreng er vurdert på bakgrunn av følgende arbeid:

- Terrenganalyse
- Klimaanalyse
- Historiske opplysningar
- Synfaring
- Modellarbeid
- Erfaring/fagleg skjønn
- Tidlegare rapportar

Det er vurdert at deler av området ikkje tilfredsstillir lovverket sitt krav til tryggleik mot skred i tryggleiksklasse S1, S2 og S3 og faresoner for skred med dimensjonerande skredtypar steinsprang og jordskred har blitt innteikna. Faresonene er innteikna med omsyn på det terrenget som er i dag. Det er mogleg å oppnå tilstrekkeleg tryggleik for planområdet med å byggja sikringstiltak.

Eksisterande sikringstiltak ved høgdebasseng er vurdert til å ha ein reduserande effekt på faren for jordskred.

01	15.08.19	Skredfarevurdering Sygardsbakkane, Otta, Sel kommune	BKR	SN
VERSJON	DATO	SKRILDRING	SKRIVEN AV	KS

Føreord

Asplan Viak har vore engasjert av Sel kommune for å gjere ein skredfarevurdering skred i bratt terreng av eit større område med eksisterande og framtidige bustader og for utving av medisinsk senter ved Otta sentrum, Sel kommune. Området blir omtala som Sygardsbakkane.

Thomas Lie har vore vår kontaktperson i kommunen.

Steinar Nes frå Asplan Viak har også delteke i arbeidet.

Leikanger, 15.08.2019



Birgit Katrine Rustad
Oppdragsleiar



Steinar Nes
Kvalitetssikrar

Innhald

1. INNLEIING	4
1.1. Bakgrunn.....	4
1.2. Kartgrunnlag og terrengmodell	4
1.3. Atterhald og avgrensingar	4
1.4. Krav til tryggleik mot skred	5
1.5. Vurderte skredtypar.....	5
2. OMRÅDESKILDRING	6
2.1. Synfaring	6
2.2. Topografi og drenering	7
2.3. Vegetasjon	9
2.4. Geologi.....	9
2.5. Klima	9
2.5.1. Normaler og ekstremverdiar	10
2.5.2. Snødjup	10
2.5.3. Ekstremnedbør	11
2.6. Registrerte skredhendingar	12
2.7. Tidlegare skredfarevurderingar	13
2.8. Eksisterande sikringstiltak	14
2.9. Geomorfologiske tolkingar/observasjonar i felt.....	15
2.9.1. Loftsgardsjordet.....	15
2.9.2. Ottekreberget	22
3. VURDERING AV SKREDFARE	27
3.1. Lausmasseskred	27
3.1.1. Mulege utløysningsområde lausmasseskred	28
3.1.2. Modellering lausmasseskred i RAMMS	29
3.1.3. Oppsummering vurdering av fare for jordskred.....	31
3.2. Skred i fast fjell.....	31
3.2.1. Steinsprang	31
3.2.2. Steinsprangmodellering (Rockyfor3d)	32
3.2.3. Oppsummering vurdering av fare for steinsprang	37
3.2.4. Steinskred	38
3.2.5. Flogstein/steinsprut.....	38
3.3. Snøskred	38
3.4. Sørpeskred	40
4. FARESONE SKRED	41
4.1. Forutsetningar for faresonene.....	41
4.2. Moglegheit for å redusere faresonene.....	41
KONKLUSJON	42
KJELDER	43

1. INNLEIING

1.1. Bakgrunn

Sel kommune ynskjer å få utført ein vurdering av faren for skred i bratt terreng for eit område for eksisterande og framtidig bustader, og for utving av medisinsk senter i Otta sentrum. Området har blitt vurdert tidlegare av ein annan konsulent, men NVE kom med motsegn til denne vurderinga. Asplan Viak har difor blitt engasjert av kommunen for å gjere ei ny skredfarevurdering. Området skal vurderast i tryggleiksklasse S1, S2 og S3, noko som tilsvarar at årleg nominelt sannsyn ikkje skal overskride høvesvis 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Området ligg delvis innanfor NVE sine aktsemdssoner for snøskred, lausmasseskred og steinsprang. For oversikt over området sjå Figur 1.



Figur 1: Oversiktsbilete av området som har blitt vurdert i denne rapporten.

1.2. Kartgrunnlag og terrengmodell

Kartgrunnlaget er laserdata med 4 punkt per kvadratmeter frå 2016 (NVE Gudbrandsdalslågen) og 2013 (Nord-Gudbrandsdalen) som er henta frå hoydedata.no. Øvre del av fjellsida som er relevant var ikkje skanna. FKB-data er tatt ut og brukt i tillegg. Terrengdata er studert i ArcGIS 10.6 og det er laga terrengmodell og skyggerelieffkart.

1.3. Atterhald og avgrensingar

Vurderingane er basert på terreng og vegetasjon som observert på synfaringa. Ved store endringar i terreng og/eller vegetasjon bør vurderingane bli utført på nytt. Det er også lagt stor vekt på historiske skredhendingar og eldre rapportar i vurderingane. Særskild NGI sin faresonekartlegging frå

2010. Dersom det kjem fram nye opplysingar om tidlegare skredhendingar, eller at terreng/vegetasjon blir endra betydeleg bør vurderingane bli utført på nytt.

1.4. Krav til tryggleik mot skred

Plan- og bygningslova § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig tryggleik mot naturfare 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 definerar krav til tryggleik mot skred for nybygg og tilhøyrande uteareal (Tabell 1). I vegleiaren til TEK17 er det retningsgivande eksempel på byggverk som kjem inn under dei ulike tryggleiksklassane for skred.

Tabell 1. Tryggleiksklassar ved plassering av byggverk i skredfareområde.

Tryggleiksklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlege sannsyn
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

Føremålet med skredfarevurderinga er å få vurdert skredfaren for eit område for eksisterande og framtidige bustader og område tiltenkt utviding av medisinsk senter. Området skal vurderast etter tryggleiksklasse S1, S2 og S3.

Vurderingar og rapport har blitt utført etter gjeldande retningslinjer og standardar gitt av NVE (2014). Den endelege vurderinga av skredfare er samla nominelt årleg sannsyn for skred, som kan samanliknast direkte med krava i Tabell 1.

1.5. Vurderte skredtypar

I TEK17 er det spesifisert at samla sannsyn for alle skredtypar skal leggest til grunn for vurderinga av årleg sannsyn. Følgande skredtypar har blitt vurdert:

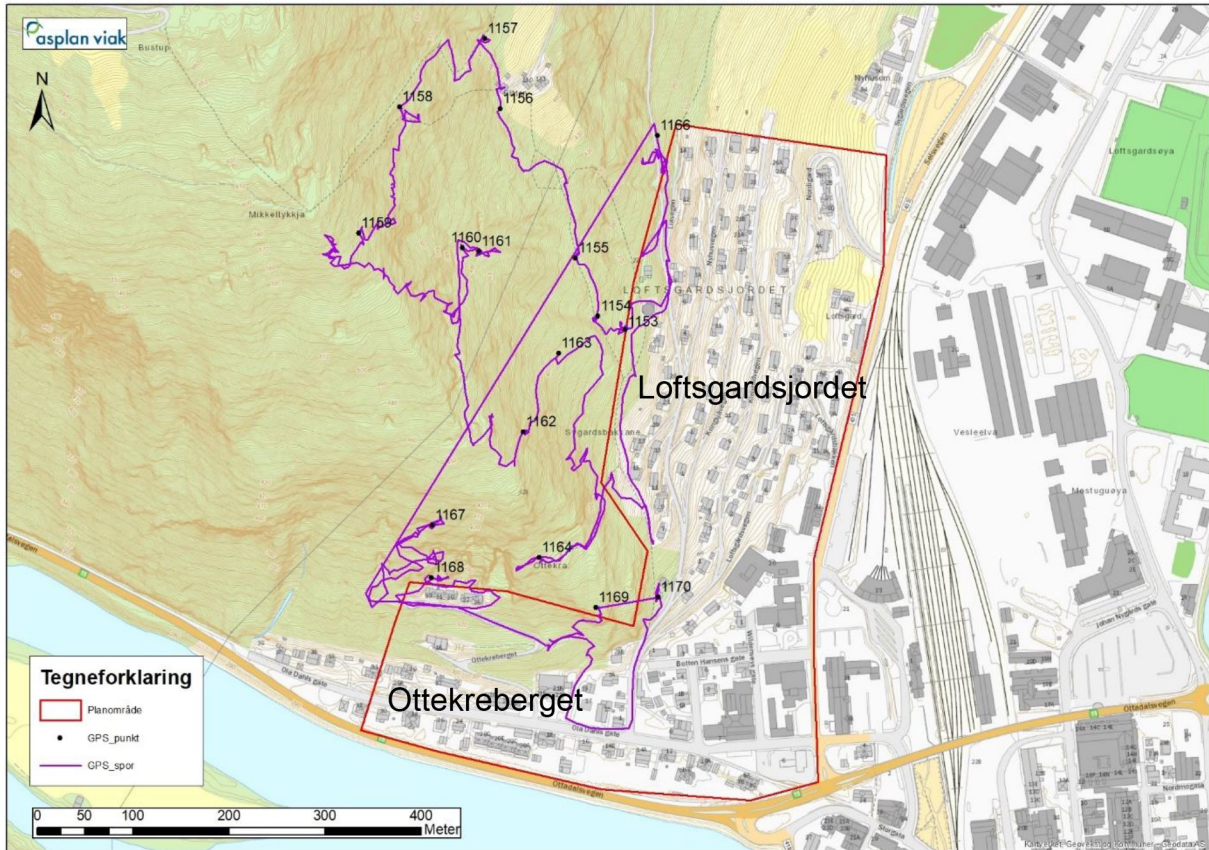
- Skred i fast fjell
- Skred i lausmassar
- Snøskred, inkludert sørpeskred

2. OMRÅDESKILDRING

Området som har blitt vurdert, heretter kalla planområdet, utgjer delar av Otta sentrum nord for Ottaleva; Ottekreberget og Loftsgardsjordet. Planområdet ligg parallelt med Ottaelva og vidare mot nord (Figur 2).

2.1. Synfaring

Steinar Nes og Birgit K. Rustad var på synfaring 04.06.19. Det var gode vêrtilhøve under synfaringa. GPS-spor og viktige observasjonar er merka .



Figur 2: Kart med sporlogg og viktige observasjonar registrert under synfaringa.

Tabell 2: GPS-punkt frå synfaring.

GPS punkt	Skildring
1153	Steinspranggjerdje bak høgdebasseng. 3 m høgt. Lengde ca. 40 m.
1154	Ravine. Djupde 1 m nedanfor sti og ca. 10 m brei. Djupare over sti.
1155	Fleire raviner, treffer på fjellrygg/fast fjell ved sti.
1156	Fast fjell
1157	10 m høg bergskrent. Konglomerat? Sterkt forvitra
1158	Utglidning
1159	Utglidning, bilete 1731.
1160	Fleire disk- forma blokker, 2x2x0.5 m.

1161	Rygg av fast fjell, er 1160 også fast fjell?
1162	Forsenkning frå vei. Ur over vei, disk forma blokker.
1163	Masser av ur.
1164	Forsenkning. Bilete 1766.
1166	Forsenkning.
1167	Blokk mot tre, <0,5 m ³ . Rotvelt.
1168	Porøs bergart med utfall under. 10 m høg, men mesteparten av bergarten smuldrar opp før ev utfall. Utfall er myk stein som vil smuldre opp.
1169	Utstikkande fast fjell. Kan gje mogleg utfall?
1170	Skrent med fleire lokale utglidningar av disk forma blokker. Alle utfall har korte utløp og har stoppa over stien.

2.2. Topografi og drenering

Planområdet ligg i nedre delar av ein søraust-nordvest vendt fjellrygg. Fjellryggen strekk seg opp til 998 moh (Nysæterhaugen), merka i Figur 2. Fjellsidene på fjellryggen har ei terrenghelling stort sett brattare enn 30°.

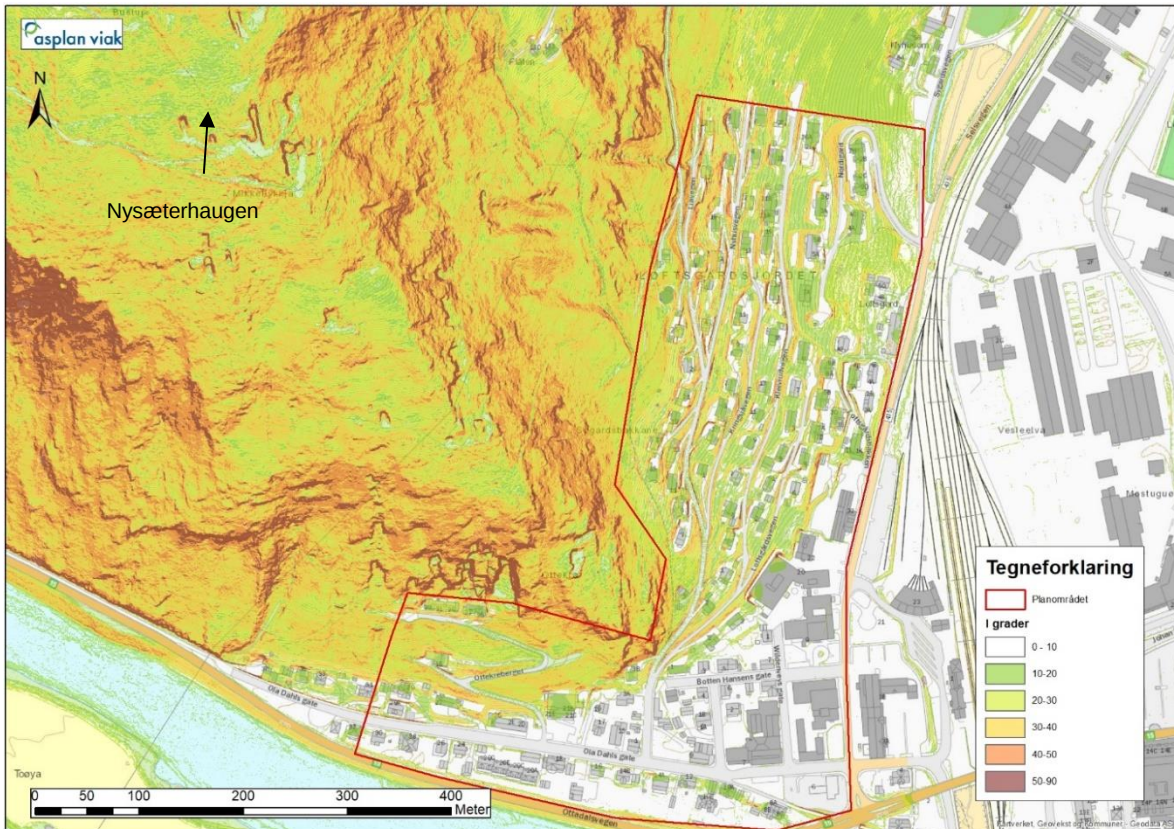
Sjølve planområdet ligg mellom 290 til 350 moh og består for det meste av eksisterande infrastruktur og bustader. Terrenget er i nedre delar relativt flatt, men aukar betrakteleg i helling med høgda. Det er fleire ikkje-naturlege skjeringar i planområdet, og også naturleg skjeringar/brattkantar med ei helling over 50°. Skjeringane har eit maks relieff på 10 meter.

Fjellsida som vender mot sør, over Ottekreberget, er særst bratt (>40°) mellom kote 340 til 440, det vil si så og sei frå øvre plangrense og opp. I dette bratte partiet er det fleire bratte skrentar, med maks relieff på 10 m. Fleire av desse er tidlegare skiferbrot. Stadvis er terrenget så og sei vertikalt, men med eit maksrelieff på 10 m. For dei ikkje-naturlege skrentane er høgda på skrentane opp mot 20 m. I enden av fjellryggen, i sør, er det fleire skrentar med retning mot planområdet. Frå kote 440 og opp til fjellrygg slakkar terrenget av, og terrenget er generelt slakare enn 25°.

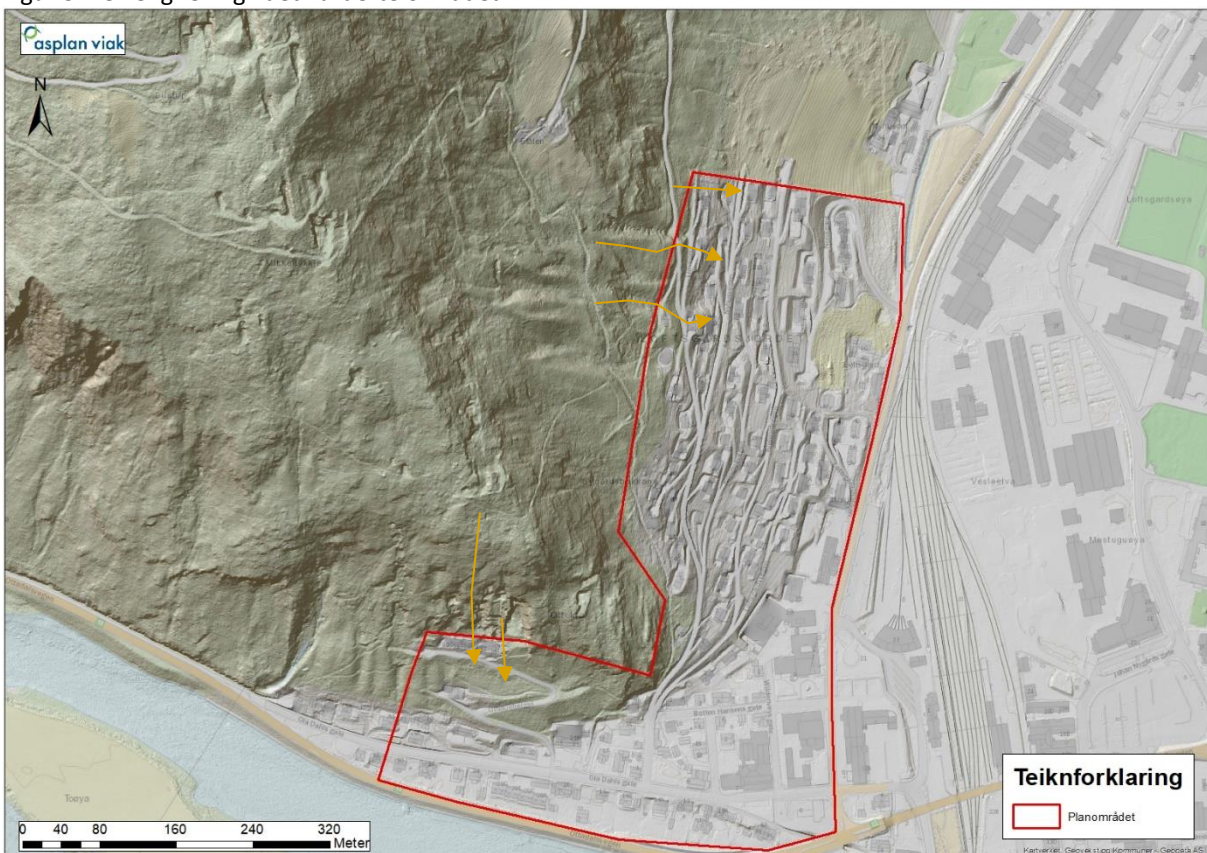
Fjellsida som vender mot aust, over Loftsgardsjordet, er i nedre delar mellom 20-40°, mens langs med fjellryggen er det brattare terreng med fleire skrentar >50° og med eit relieff på maks 5 m. Nokre av skrentane er tidlegare mindre skiferbrot.

For detaljar om terrenghellinga i det vurderte området, sjå Figur 3.

Ifølge det topografiske kartet er det ingen større dreneringskanalar direkte mot eller gjennom planområdet. Vassføring i fjellsida er lokal overflateavrenning som fylgje av nedbør i form av regn og/eller snøsmelting. Det er nokre forsenkingar i terrenget (Figur 4). Større nedbørsmengder samlar seg nok i desse.



Figur 3: Terrenghelling i det vurderte området.



Figur 4: Forsenkninger i terrenget som i større grad kan samle vatn.

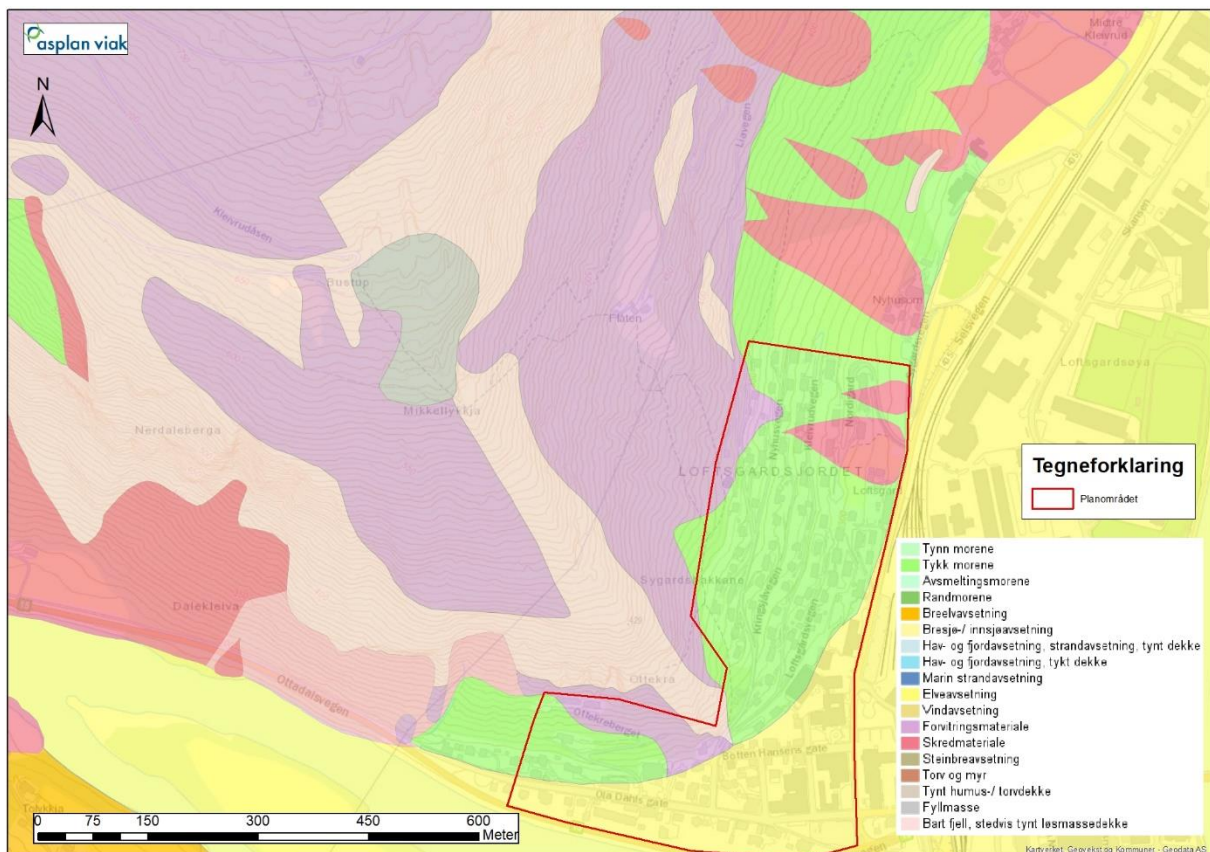
2.3. Vegetasjon

Skogen går heilt til toppen av fjellsida. I fjellsida som vender mot aust er det lauvskog, medan i fjellsida som vender mot sør er det hovudsakleg nåletre.

2.4. Geologi

Ifølge berggrunnskartet til NGU (www.geo.ngu.no) består berggrunnen i planområdet og over planområdet av glimmergneis, glimmerskifer, metasandstein og/eller amfibolitt.

Planområdet har morenedekke, stadvis med stor mektigheit. I nordleg del av planområdet er det kartlagt skredavsetningar. I fjellsidene over planområdet er det kartlagt forvittringsmateriale og bart fjell. Sjå Figur 5 for detaljar om lausmassedekket.



Figur 5: Lausmassekart, henta frå NGU sin nasjonale lausmassedatabase.

2.5. Klima

Klimadata er henta frå representative met.no målestasjoner. For vurderingar av nedbør og temperatur har vi brukt følgjande stasjonar:

- 14050 Sjoa, i drift frå: 01.11.1986 – fortsatt i drift. Høgde 330 moh.
- 14310 Otta-Bredvangen, i drift frå: juli 1970 – august 1995. Høgde 285 moh.
- 16270 Høvringen, i drift frå: juni 1972 – desember 2013. Høgde 935 moh.

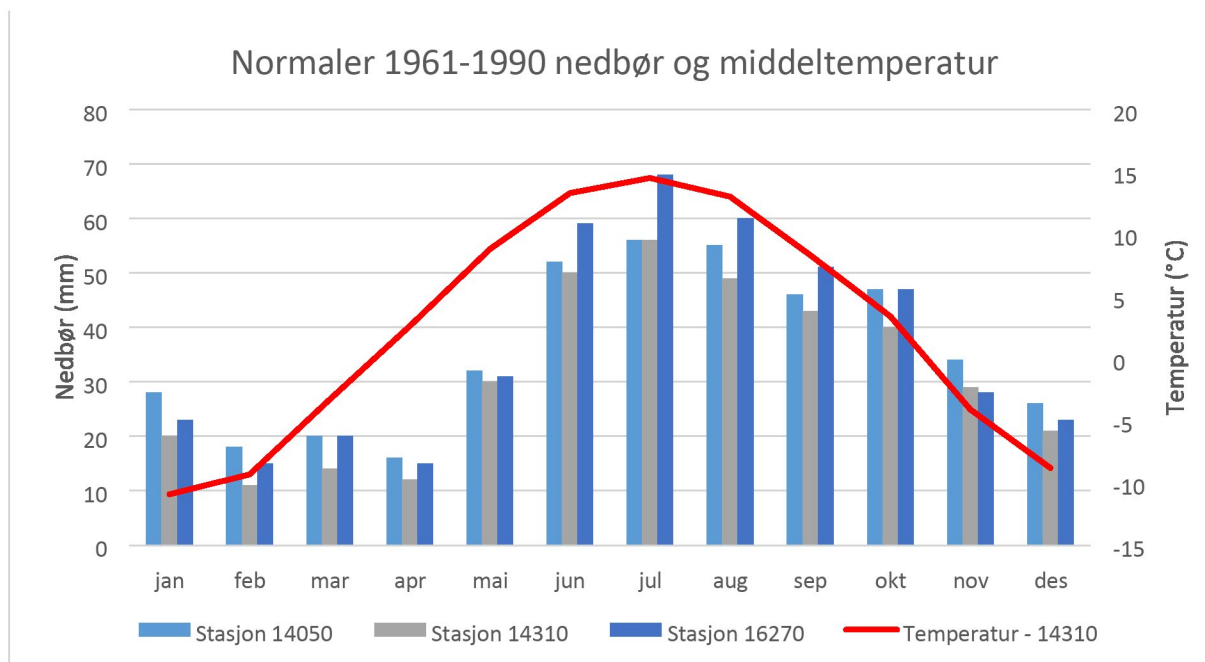
Klimadata og statistikk er henta frå Meteorologisk institutt sin vær- og klimadatabase eKlima (www.eklima.met.no).

2.5.1. Normaler og ekstremverdier

Forventa nedbør og temperatur for det vurderte området er samanliknbar med måleserien vist i Figur 9. Data er basert på månadsnormalar frå 1961-1990 for stasjonane nemnt over. Det er forholdsvis tørt klima i området, med en gjennomsnittlig årsnedbør på 430 mm registrert ved stasjon 14050, 375 mm for stasjon 14310 og 440 mm for stasjon 16270.

Hovudmengda av nedbøren for alle stasjonane kommer mellom juni - oktober.

Middeltemperaturen er registrert frå stasjon 14310 Otta-Bredvengen og vi antar at dette er representativt for vårt område. Den registrerte middeltemperaturen er under 0 °C frå november til mars.



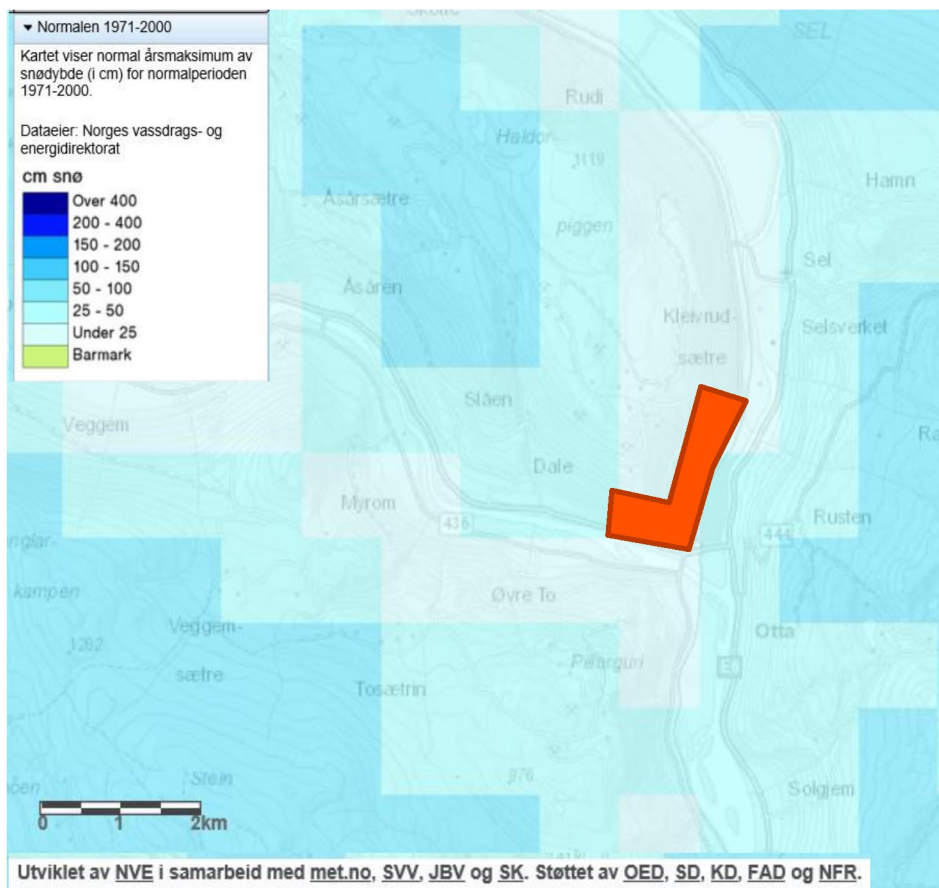
Figur 6: Månadsnormalar for nedbør for området for normalperioden 1961-1990. Data frå eklima.met.no.

2.5.2. Snødjup

Stasjon 16270 – Høvringen har registrert snødjup siden juni 1972 og frem til desember

2013. I denne perioden er største registrerte snødjup 120 cm, registrert 30.03.2008 og 31.03.2008.

Ifølge senorge.no er normal årsmaksimum av snødjup (i cm) for normalperioden 1971-2000 barmark i nedre del, og i dalsidene opp mot 100 cm i øvre deler (Figur 10).



Figur 7: Utklipp fra senorge.no som viser normal årsmaksimum av snødjup i cm for normalperioden 1971-2000. Ca. plassering av planområdet er markert med raudt.

2.5.3. Ekstremnedbør

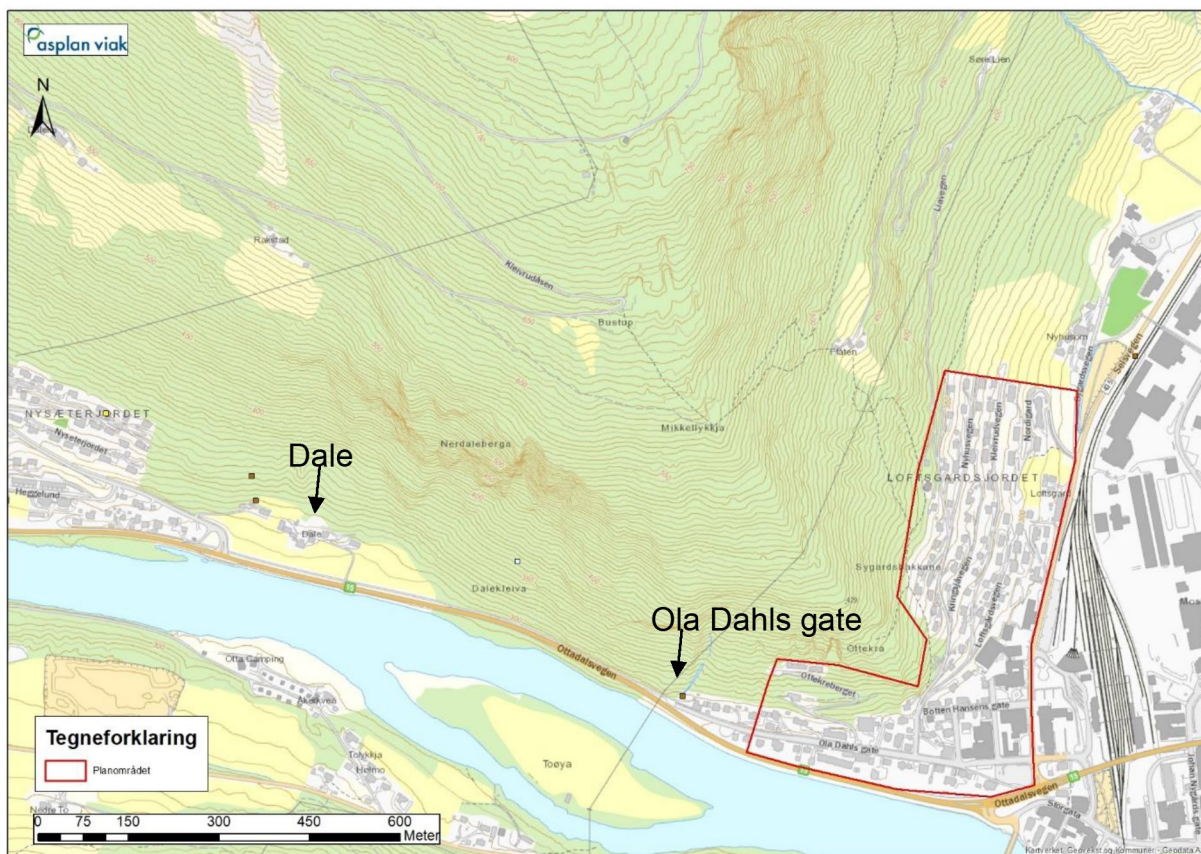
Den største registrerte døggnedbøren er frå stasjon 14050 – Sjoa og viser 59,5 mm, registrert den 10.06.2011. Dei 10 høgaste registreringane av døggnedbør for stasjonane 14050, 14310 og 16270 er mellom mai og september, sjå Tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over de 10 høgaste registreringane av døggnedbør for stasjonane 14050, 14310 og 16270. Data frå met.eklima.net.

Rangering	Døggnedbør (mm)	Dato	Stasjon
1	59,5	10.06.2011	14050
2	52,6	25.06.2010	16270
3	51,5	23.05.2013	14050
4	50,4	10.06.2011	16270
5	47	23.05.2013	16270
6	46,1	16.07.1994	16270
7	45	06.07.2006	16270
8	41,5	04.09.1988	16270
9	39,8	01.08.1989	14310
10	37,9	22.06.2013	14050

2.6. Registrerte skredhendingar

Det er ingen registrerte skredhendingar i planområdet, men rett vest for planområdet er det registrert fleire hendingar. Det er registrerte skredavsetningar ifølgje lausmassekartet (Figur 5) nord i planområdet. Ifølgje den nasjonale skredhendingsdatabasen (atlas.nve.no) er det fem skredhendingar i nært planområdet.



Figur 8: Det er ingen registrerte skredhendingar i sjølve planområdet, men rett ved er det fleire.

Følgande informasjon ligg inne for disse hendingane:

- Jordskredhendning 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.
- Snøskredhendning 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.
- Jordskredhendning ved Dale, 29. april 2008: Etter stor snøsmelting gjekk mindre skred i Ottaområdet tysdag den 29. april 2008 ved Solhjemslia, også mellom Breden og Mælhum. 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.

- Jordskredheding nord for planområdet, 1.juni 2013. 2 mindre jordras lørdag kveld, fv sjoa - otta – sel, mindre skader.

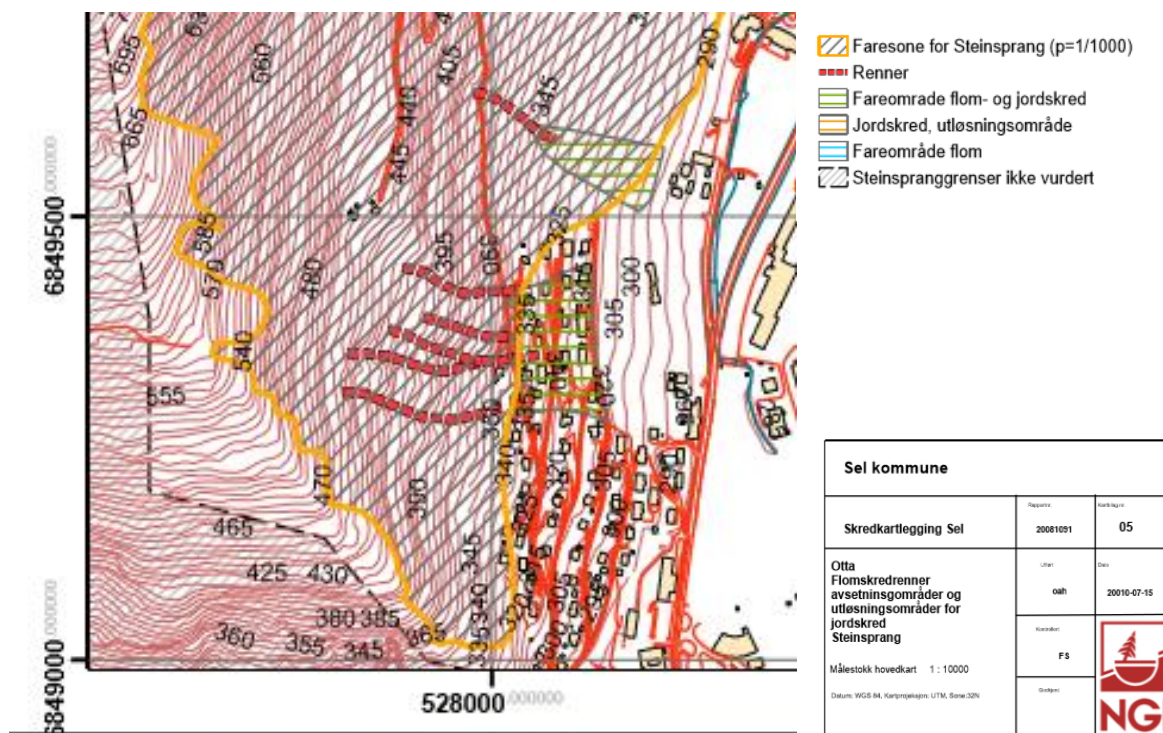
Flyfoto frå 1969 har blitt samanlikna med flyfoto frå 2018 og 2015 gjennom portalen norgebilder.no. Det er ikkje teikn til skredhendingar i form av spott i terrenget eller skredskada skog på flyfoto frå 1969. Jordskredendinga i 2013 ved Ola Dahls gate blei utløyst som fylgje av større nedbørsmengder, i alt kom det tilsaman 51,5 mm nedbør i perioden 21.-23. mai 2006.

2.7. Tidlegare skredfarevurderingar

Etter skredet 22.mai 2013 i Ola Dahls gate, der Ola Dahls gate 39 fikk store skader, utarbeida NGI ein plan for sikring av nabohusa (NGI 2013; 2014). NGI anbefalte tiltak i form av ledevoll og sikring av større lausblokk for å sikre Ola Dahls gate 35 og 37.

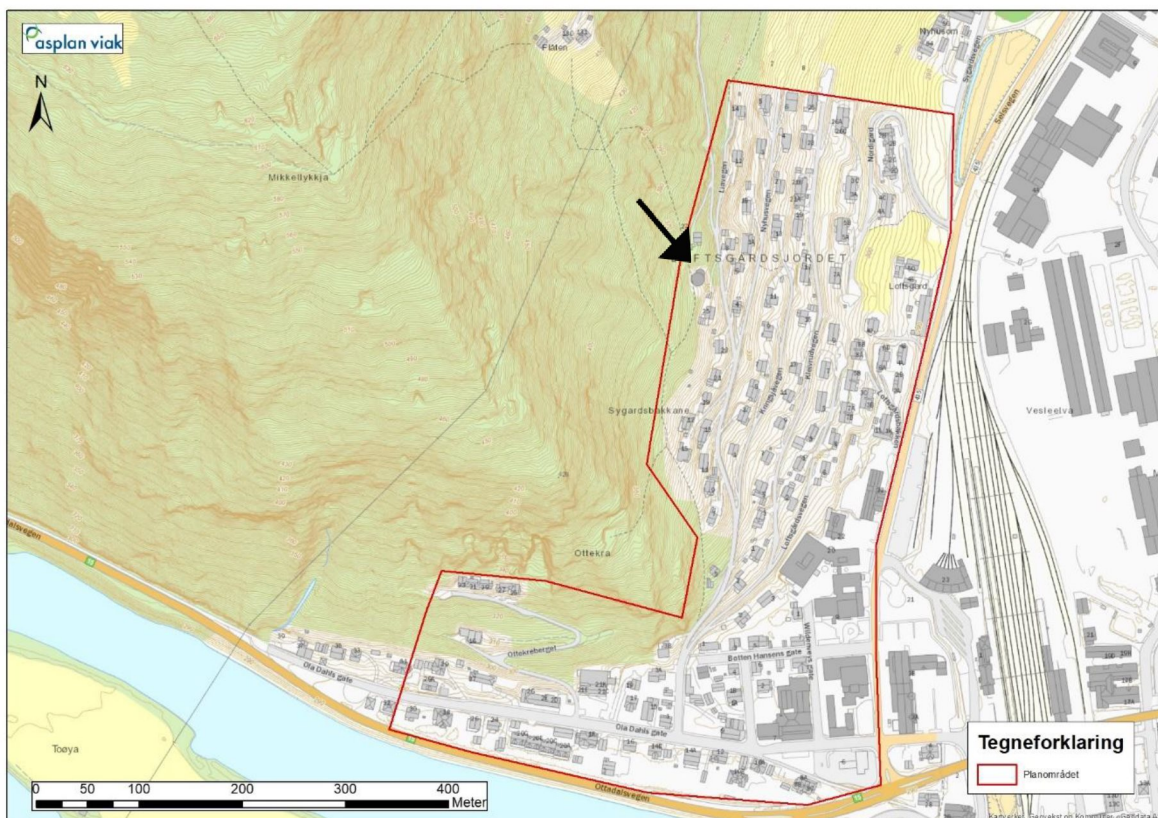
I 2010 utarbeida NGI ein skredkartlegging i utvalte områder i Sel kommune (NGI 2010). Eit av områda som blei kartlagt var nordlege del av planområdet vurdert i denne rapporten. NGI konkluderte med at enkelte hus øvst i bustadfeltet ligg innanfor faresona for steinsprang med årleg sannsyn $\geq 1/1000$, der kjelda for stein er hovudsakleg skifrig materiale med dårleg evne til å rulla. NGI skriv også at det ligg enkeltstein i terrenget som naturleg vil sige eller vekselvis rulle ned dalsida, og at enkelte av dei potensielle utløsningsområda/kjeldeområda for steinsprang er tidlegare skiferbrot. Vidare vurdere NGI at det også er fare for flaum- og jordskred då det er fleire renner og ein del lausmassar over bustadfeltet. Faresonene innteikna i Figur 9 summerar opp NGI si vurdering for både steinsprang og jordskred. Detaljgraden er noko låg så det er vanskeleg å sjå eksakt utstrekninga av faresonen.

NVE har kome med motsegn til denne rapporten og meiner at den ikkje er detaljert nok, og at den manglar vurderingar på snø og sørpeskred. NVE meiner at vurderingane kan brukast for særleg å finne utsett busetnad.



Figur 9: Faresoner for skred kartlagt av NGI i 2009 for området Loftsgardsjordet.

I 2011 utarbeida NGI eit teknisk notat om vurdering av grunnforhold for fundamentering og skredforhold for eit høgdebasseng (NGI 2011). Lokalitet av høgdebasseng er gitt i Figur 10. I forbindelse med vurderinga gjorde NGI prøvegraving. NGI konkludera med at gravinga viser at området truleg ligg i utløpsområde for jordskred, og i utløpet av 1-2 topografiske renner som vitnar om tidlegare skred. NGI konkludera også med at høgdebassenget ligg omtrent på grensa til kartlagt område for steinsprang (Figur 9),



Figur 10: Svart pil markerar lokaliteten til høgdebassenget.

2.8. Eksisterande sikringstiltak

Ved høgdebassenget (lokalitet gitt i Figur 10) er det satt opp eit steinspranggjerde. Asplan Viak har vore i kontakt med Sel kommune om informasjon om dette gjerdet. Det einaste Asplan Viak har fått oversendt frå kommunen er ein e-post frå NGI som beskriv gjerdet (e-post 15.juni 2012). I e-posten blir det foreslått at gjerdet skal ha ein høgde på 3 m, vere dimensjonert for 500 kJ og at det bør vere 40 m langt, men at det kan vere aktuelt å forlenge gjerdet noko for å dekke heile renna. I det topografiske kartet les vi av at gjerdet er 70 m langt.

Ved prøvegraving blei det avdekt at det var ca. 3 m ned til fast fjell. Massar over fast fjell og eit torvlag blei antatt til å vere skredmassar.



Figur 11: Steinspranggjerdje bak høgdebasseng. Lokaliteten til høgdebassenget er gitt i Figur 10. Ved GPS punkt 1153.

2.9. Geomorfologiske tolkingar/observasjonar i felt

2.9.1. Loftsgardsjordet

Terrenget i sjølve planområdet og i fjellsida over har som sagt ei terrenghelling $>25^\circ$. Det blei ikkje observert vannføring eller teikn til tidlegare vannføring i terrenget, men det er fleire forsenkningar i terrenget som leidar flaumvatn (Figur 4). Desse forsenkningane kan vere eit resultat av tidlegare skred (Figur 12; Figur 18; Figur 20). Lausmassedekket og vegetasjonsdekket i området er relativt grunt med eit dekke på under 1m og ein ser fast fjell i dagen fleire stader (Figur 14; Figur 19), men ifølgje prøvegraving ved høgdebassenget kan lausmassedekket vere opp mot 3 m. Av teikn til tidlegare skred er det i tillegg til kartlagte skredmassar i lausmassekartet (Figur 5) også enkelte mindre utglidingar i terrenget (Figur 16; Figur 17) og utfall av blokker (Figur 24). Observerte skrentar har lågt relieff ($<10\text{m}$), som vist i Figur 21 og Figur 23, og blokker med utfall frå skrentane får korte utløp. Bergarten i området har en tydeleg skifrig struktur og er stadvis sterkt forvittra (Figur 13; Figur 15). Blokkene som har ramla ut er av mindre storleik ($<0.5\text{m}^3$), har ein diskform og knusast lett opp under utløp.

Sør i området er det fleire mindre skiferbrot, og særleg utpå sjølve fjellryggen. Desse brota er små og er hogd inn i fjellet sånn at dei ikkje utgjør større bratte skrentar med moglegheit for utfall ned mot planområdet.



Figur 12: Terrenget er bratt ($>25^\circ$) ned mot planområdet. Bilete er teke frå vegen og ser ned, ved GPS punkt 1166.



Figur 13: Bratt terrengeparti med fast fjell over veg. Rett ovanfor GPS punkt 1166.



Figur 14: Lausmassedekket er relativt grunt, det same med vegetasjonsdekket. Midt i bilete ser ein fast fjell.



Figur 15: 10 m høg bergskrent. Bergarten er tydelig forvitra. Bilete er teke ved GPS punkt 1157.



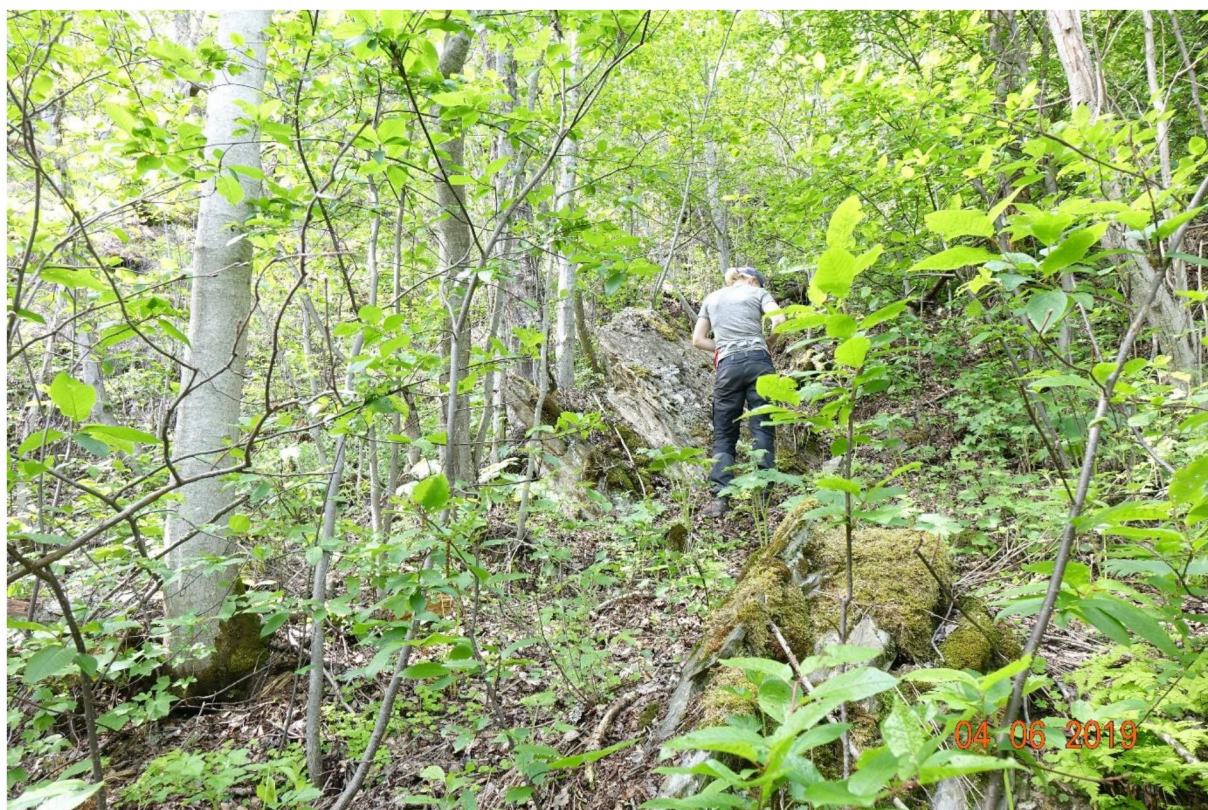
Figur 16: Utgliding av lausmasser ved GPS punkt 1158. Bilete er teke sånn at ein ser ned fjellskråninga.



Figur 17: Brotkant utgliding. Utglidinga er relativt grunn, < 1m.



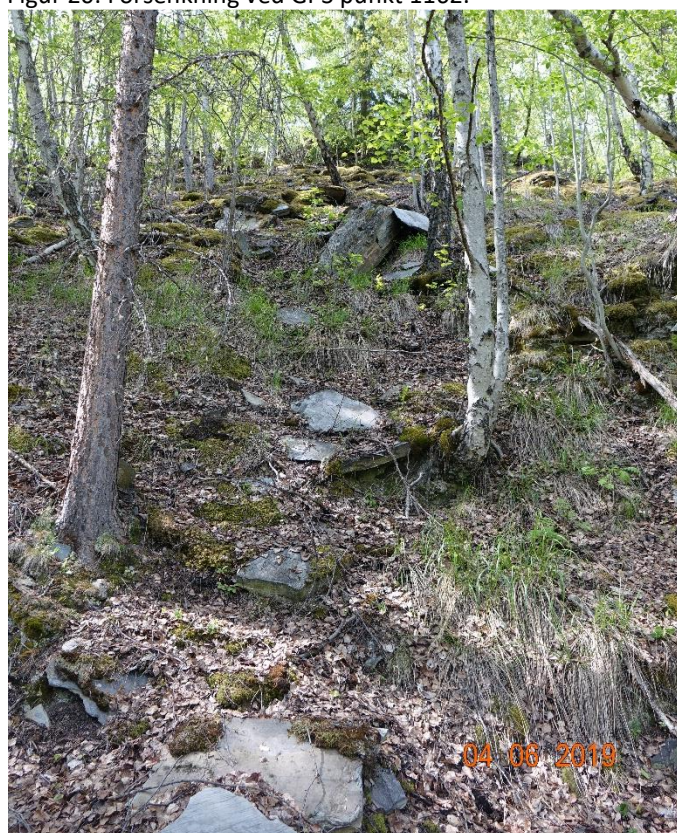
Figur 18: Under utglidninga er det ei forsenkning. Ingen større avstengingsformer etter utglidninga blei observert i felt. Raud pil markerar forsenkninga.



Figur 19: Fast fjell ved observert ved GPS punkt 1161.



Figur 20: Forsenkning ved GPS punkt 1162.



Figur 21: Skrent på oppside av forsenkning ved GPS punkt 1162 (vist i Figur 2).



Figur 22: Blokkmasser ved GPS punkt 1163. Disse blokkene er truleg forvitningsmateriale.



Figur 23: Skrent med nokre få m relieff (>5 m) ovanfor sti heilt sør i planområdet, ved GPS punkt 1170



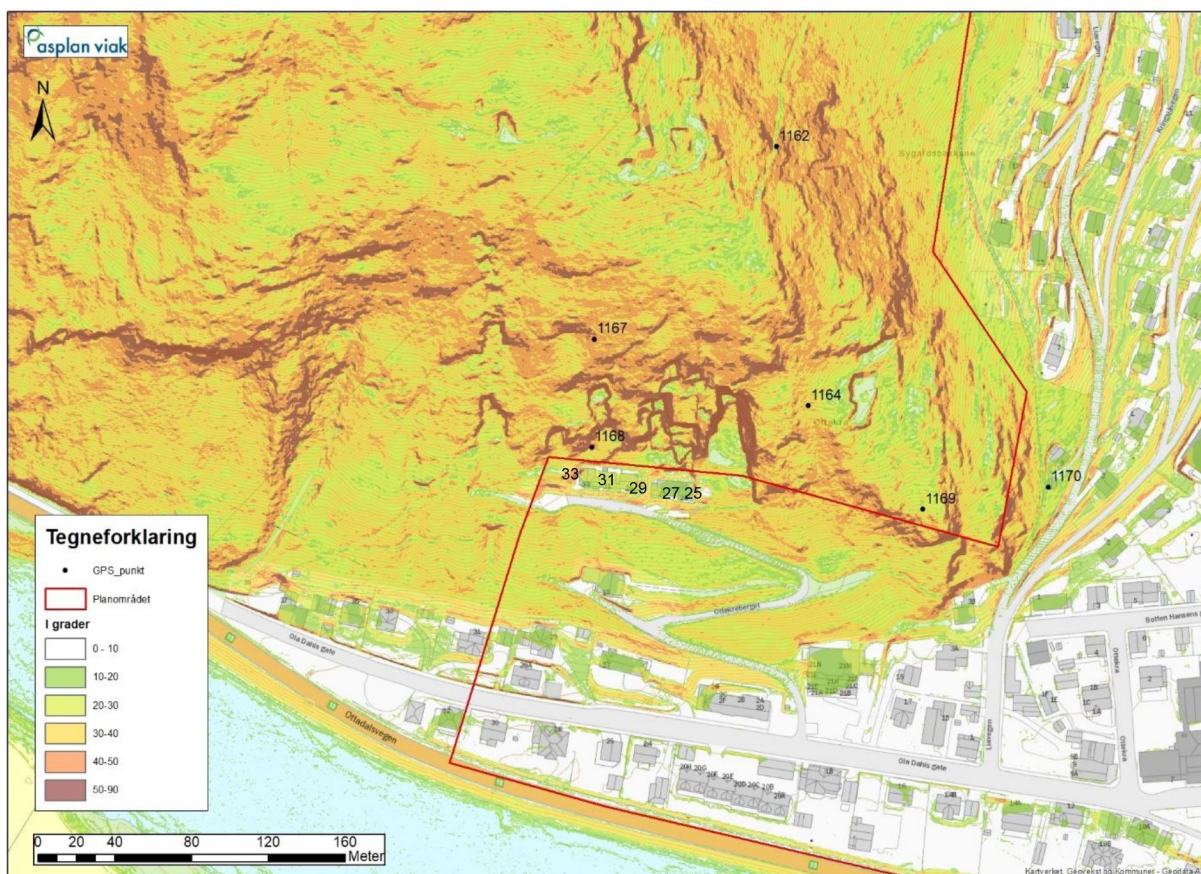
Figur 24: Utfall rett på oversida av sti, ved GPS punkt 1170.

2.9.2. Ottekreberget

Dette området har fleire bratte skrentar, både ikkje-naturlige og naturlige. Dei ikkje-naturlige er gamle skiferbrot. Bak Ottekreberget 25, 27, 29, 31 og 33 (Figur 25) er det fleire større og bratte ikkje-naturlige skrentar, som innhogg i terrenget, også med vertikale sideveggar med potensiale for utfall (Figur 26; Figur 27; Figur 28). Ein kan også sjå at det har vore nyleg utfall frå desse. Bergarten er skifrig som gjer at utfall har diskform. Kvaliteten på bergarten gjer at utfall stort sett blir knust opp i mindre delar under utløpet. Naturlege skrentar har skifrig struktur og fleire av skrentane er sterkt forvittra (Figur 27; Figur 29), og fleire av dei har låg høgde (Figur 30). Utfall er stort sett av mindre storleik ($<0.5\text{m}^3$), og har ein diskform og knusast lett under utløp. GPS punkt 1167 er observert steinsprangblokk mot tre med retning mot planområdet (Figur 31).

Terrenget under skrentane er bratt, og kan potensielt gje lange utløp. Forvitring av bratte skrentar og rotveltar kan vere moglege utløyningsområde for steinsprang (Figur 32).

Aust for plangrensa er det to forsenkningar, sjå Figur 4.



Figur 25: Terrenghelling i Ottekreberget. Ottekreberget 25-33 er merka.



Figur 26: Skiferbrot rett bak Ottekreberget nr. 25-33. Brota e fleire meter høge og det er bratt terreng nedanfor.



Figur 27: Skrent rett bak Ottekreberget 31 og 33, ved GPS punkt 1168.



Figur 28: Bilete er teke frå eit av skiferbrota rett bak Ottekreberget 29, 31 og 33. Delar av terrenget nedanfor brotet er særst bratt ($>50^\circ$).



Figur 29: Bratt skrent (ca. 5 m høg) rett over planområdet, ved GPS punkt 1169.



Figur 30: Naturlege skrentar observert aust for husa i Ottekreberget, rett nedanfor fjellrygg. Skrentane har lågt relieff.



Figur 31: Legg merke til stein til venstre i bilete. Steinen har blitt stopp av eit tre. Terrenget nedanfor er bratt til særs bratt (30-50°).



Figur 32: Fast fjell delvis forvitra som kan, med tida, bli utløyst som ei blokk med retning mot planområdet. Observert ved GPS punkt 1167.

3. VURDERING AV SKREDFARE

Faresonene innteikna i Figur 9 sumerar opp NGI si vurdering for både steinsprang og jordskred. Som sagt er detaljgraden er noko låg så det er vanskeleg å sjå eksakt utstrekninga av faresona. NVE kom med motsegn til den totale skredfarevurderinga til NGI. Vi har difor vurdert skredfaren på nytt, også faren for snøskred og sørpeskred, i tryggleiksklasse S1 - S3.

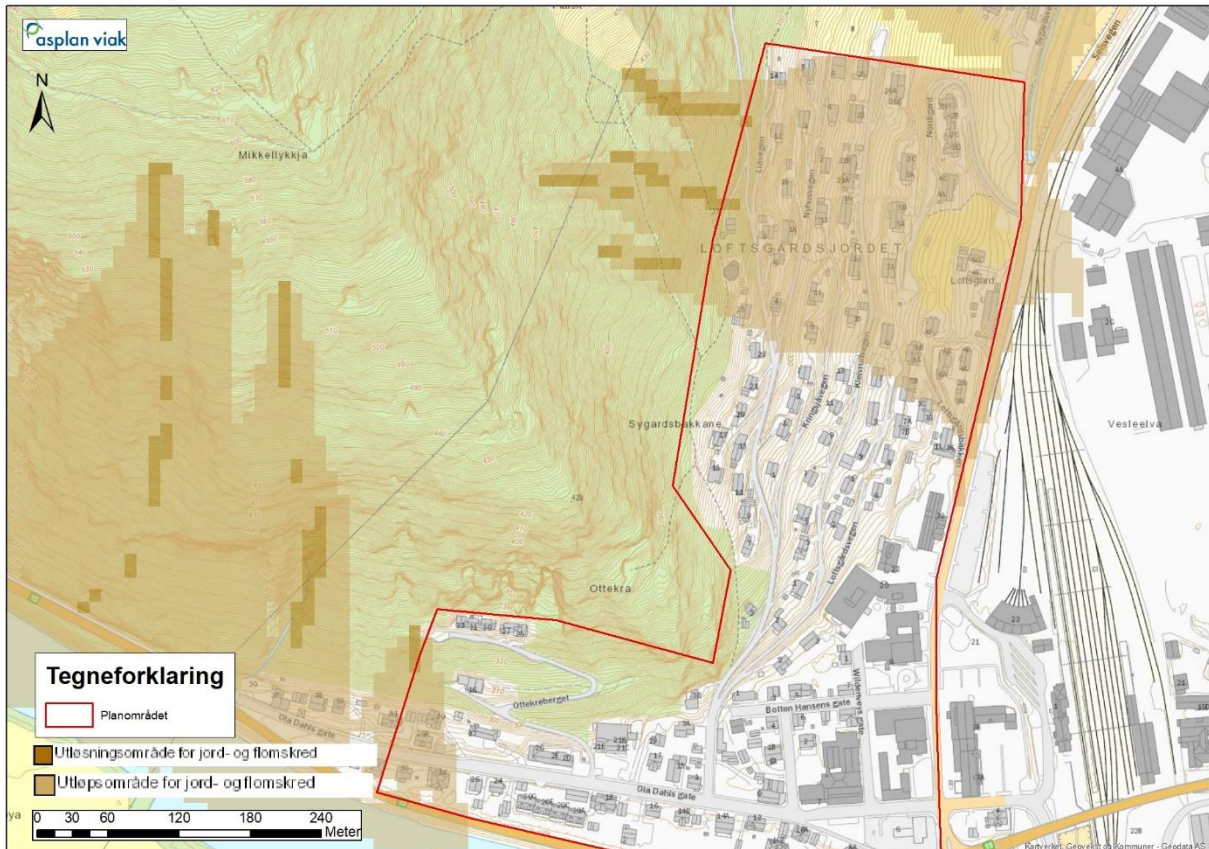
3.1. Lausmasseskred

Ifølgje vurdering utført av NGI i 2010 er det fare for flaum- og jordskred då det er fleire renner og ein del lausmassar over bustadfeltet ved Loftsgardsjordet. For å kunne vurdere faresonene for S1 - S3 har vi gjort ein detaljert vurdering av faren for lausmasseskred mot heile planområdet.

Aktsemdskartet vist i Figur 33 tilseier at det er potensiale for jord- og flaumskred. Moglege lausmasseskredhendingar vurderer vi er relativt grunne jordskred med potensiale for å ha utbreiing mot og inn i planområdet. Jordskred er av NVE (faktaark 2018) definert som raske utglidningar og rørsle av vassmetta lausmasser i bratte skrånningar, utanfor definerte vassveger.

Faren for jordskred inn i planområdet med øydeleggande kraft er basert på følgende argument:

- Lausmassedekket i fjellsidene består i stor grad av finare forvitningsmateriale og massane kan soleies være utsatt for å få auka poretrykk.
- Mot planområdet er det fleire forsenkingar/raviner som vil kunne samle vassmengder og lede massar direkte mot planområdet. Desse er merka i Figur 4.
- Det er ein nylig jordskredhending frå 2013 rett vest for planområdet (Figur 8), noko som vitnar om at jordskred er ein skredprosess som kan finne stad i området. Eit mindre jordskred/utglidning har funne stad ved GPS punkt 1158 (Figur 16; Figur 17). Dette tydar også på at jordskred er ein mogleg skredprosess i området.
- Ved ei eventuell jordskredhending blir det forventa at ein stor del av skredmassane vil bli leda og til dels stoppa av vegane og bygningar, men finare massar og vatn vil kunne nå inn i planområdet med øydeleggande kraft.
- Det er relativt høg tettleik av tre i potensielle utløysningsområde. Tre bidreg til å redusere sannsynet for jordskred då røter sug til seg vann og reduserer vassmengda i lausmassene, samt at røter held på lausmassar. Dette er med på å redusere sannsynet for jordskred noko.
- Lausmassekartet gitt i Figur 5 viser at det er vifteavsetningar av skredmassar ved Loftsgardsjordet. Verken i skyggerelieffkartet eller under synfaring blei det observert avsetningar ved eller i planområdet som tydar på historiske jordskredhendingar som vifteformasjonar eller forhøgningar i terrenget. Dette kan vere fordi det har vore store inngrep i terrenget i form av infrastruktur som busetnad og vegar. Dette må tas med i vurderinga av faren for jordskred.
- Sikringsgjerdet som er satt opp ved høgdebassenget har blitt tatt med i vurderinga av faren for jordskred. Meir om dette i avsnitt 3.1.3.

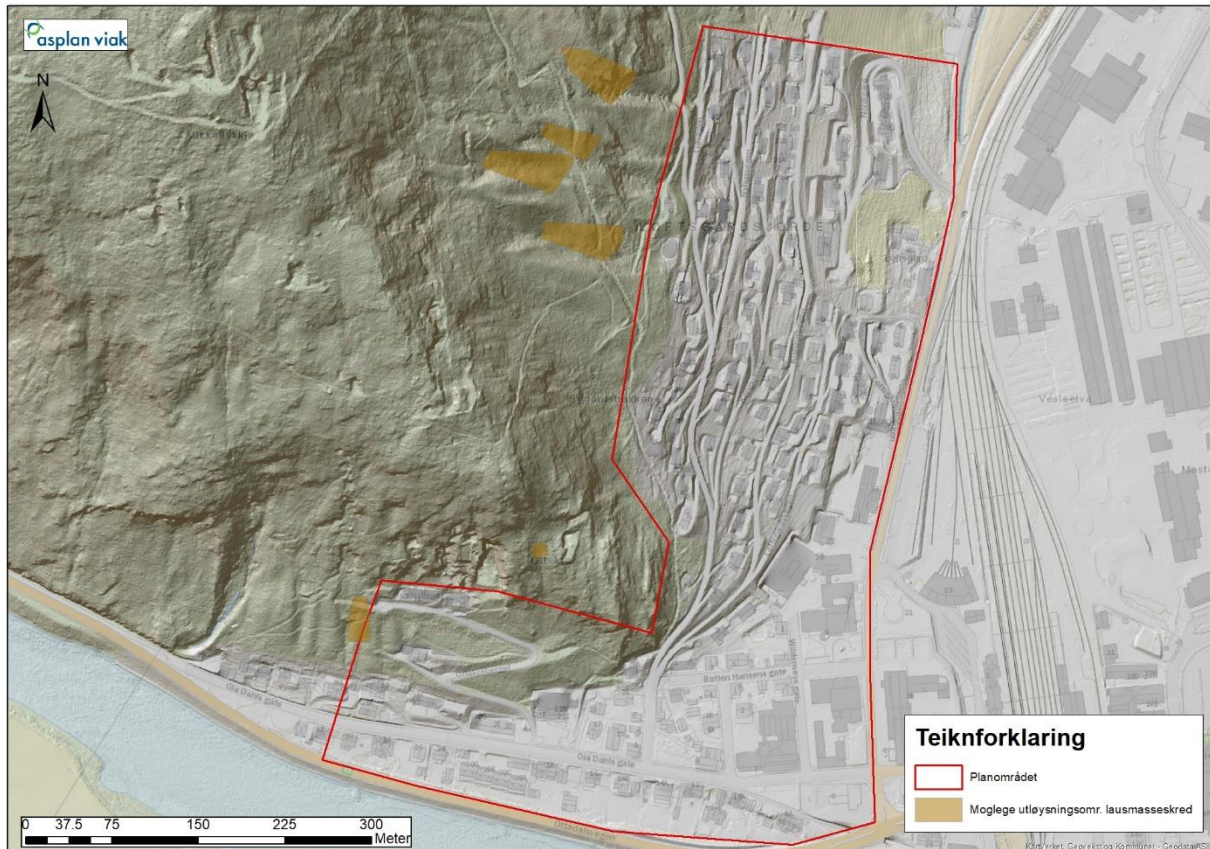


Figur 33: Aktsemdskartet viser at det er både utløysning- og utløpsområde for lausmasseskred i og inn i planområdet.

3.1.1. Mulege utløysningsområde lausmasseskred

Jordskred har potensial for å kunne bli utløyst i bratte skråningar (> 25°) med ein viss mektigheit av lausmassar som fylgjer ravinar og/eller bekkenedskjeringar i terrenget. Moglege utløysningsområde for jordskred med fallretning mot bustadfeltet har blitt definert ut frå observasjonar i felt på lausmassedekke og tidlegare hendingar, terrengformasjonar som forsenkingar og raviner, teikn til tidlegare skredhendingar, aktsemdskarta på lausmasseskred og terrenghelling. Figur 34 presenterer dei ulike utløysningsområda med retning mot planområdet som vi meiner er mest reelle.

Skred med sjeldnare gjentaksintervall vil vere av større volum, enten ved at brothøgda aukar, eller at arealet på utløysningsområdet aukar.



Figur 34: Moglege utløyningsområde for lausmasseskred med retning mot planområdet. Merk at det også er innteikna utløyningsområde både mot Loftsgardsjordet og Ottekreberget. Totalt er det innteikna seks moglege utløyningsområde.

3.1.2. Modellering lausmasseskred i RAMMS

Som eit supplement i vurderinga av utbreiinga av jordskred for dei ulike gjentakintervalla har vi brukt skredsimuleringsprogrammet RAMMS (Christen mfl., 2017), versjon 1.7.0, med modulen for flaumskred (debris flow). Utløyningsområda er definert som «block release» der ei blokk med lausmassar er slept ut frå eit definert utløyningsområde. I tillegg har vi brukt ein erosjonsmodul i enkelte av simuleringane. Erosjonsmodulen tek med seg medrivningseffekten eit lausmasseskred har i skredløpet og legg til det auka volumet. I simuleringane har vi lagt til polygon i skredløpet som vi vurderer vil bli erodert og gi ekstra massetransport.

Det er brukt fleire ulike sett med friksjonsparameter til berekningane og standard erosjonsparameter med tilhøyrande område for erosjon. Parametersetta for lausmasseskred er definert i forhold til standardverdiar i RAMMS, sjå Tabell 4. Kartlagde avsetningar i nordleg del av Loftsgardsjordet har blitt brukt for å kalibrere resultatane frå modellen.

Tabell 4: Variasjon i anvendte parameter i RAMMS berekningane.

Friksjonsparameter ξ	Friksjonsparameter μ	Brothøgde blokk	Erosjonsparameter
100-200 m/s ²	0,2	0.5-1 m	Normal/densely packed

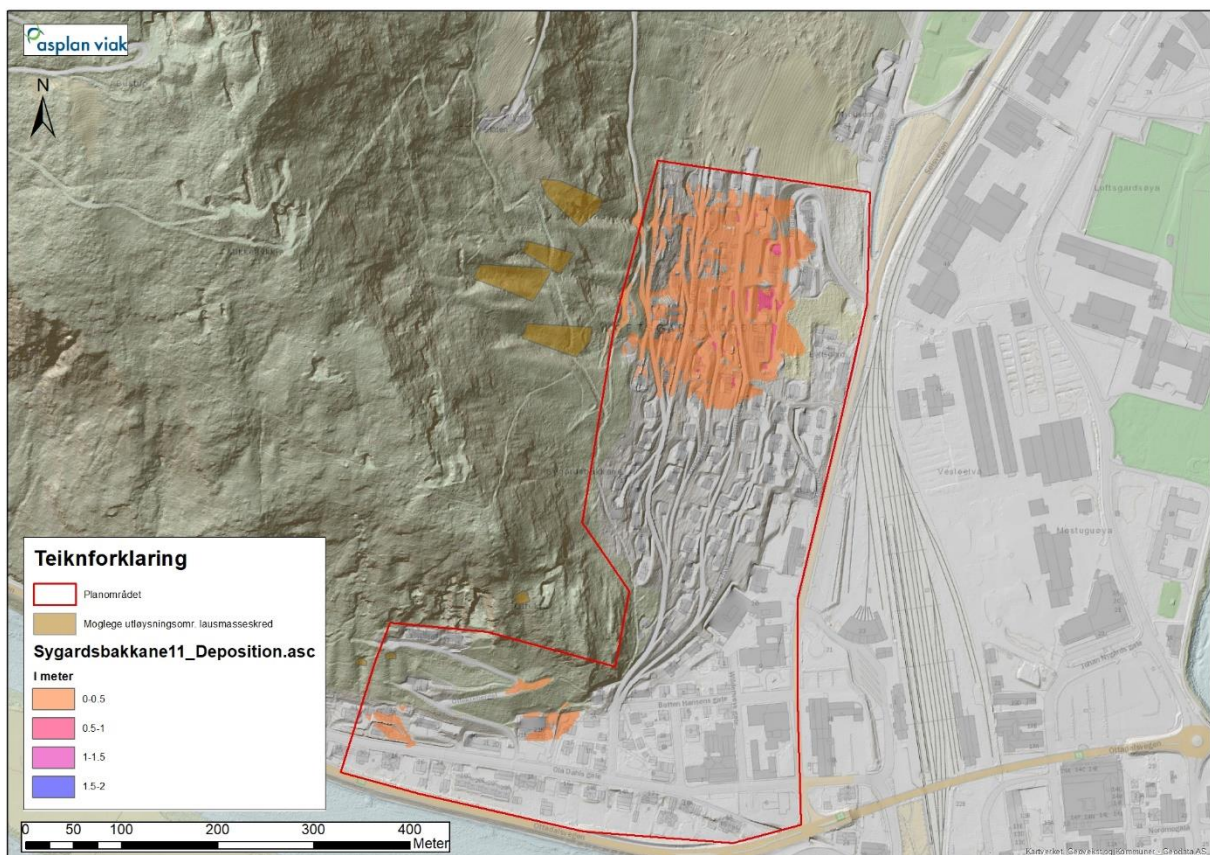
I modelleringa har vi brukt ein terrengmodell med 1 m horisontal oppløysning. Dette er naudsynt for å få fram forventa strøymingsmønster i terrenget. Skredmasser frå dei små utløyningsområda vil bli styrt av mindre formasjonar i terrenget. I ein grovare terrengmodell blir ein del av dei små formasjonane borte. Simuleringane tek ikkje omsyn til bremseeffekten til bygningar og vegetasjon, dette ligg ikkje inni terrengmodellen.

3.1.2.1. Resultat modellering

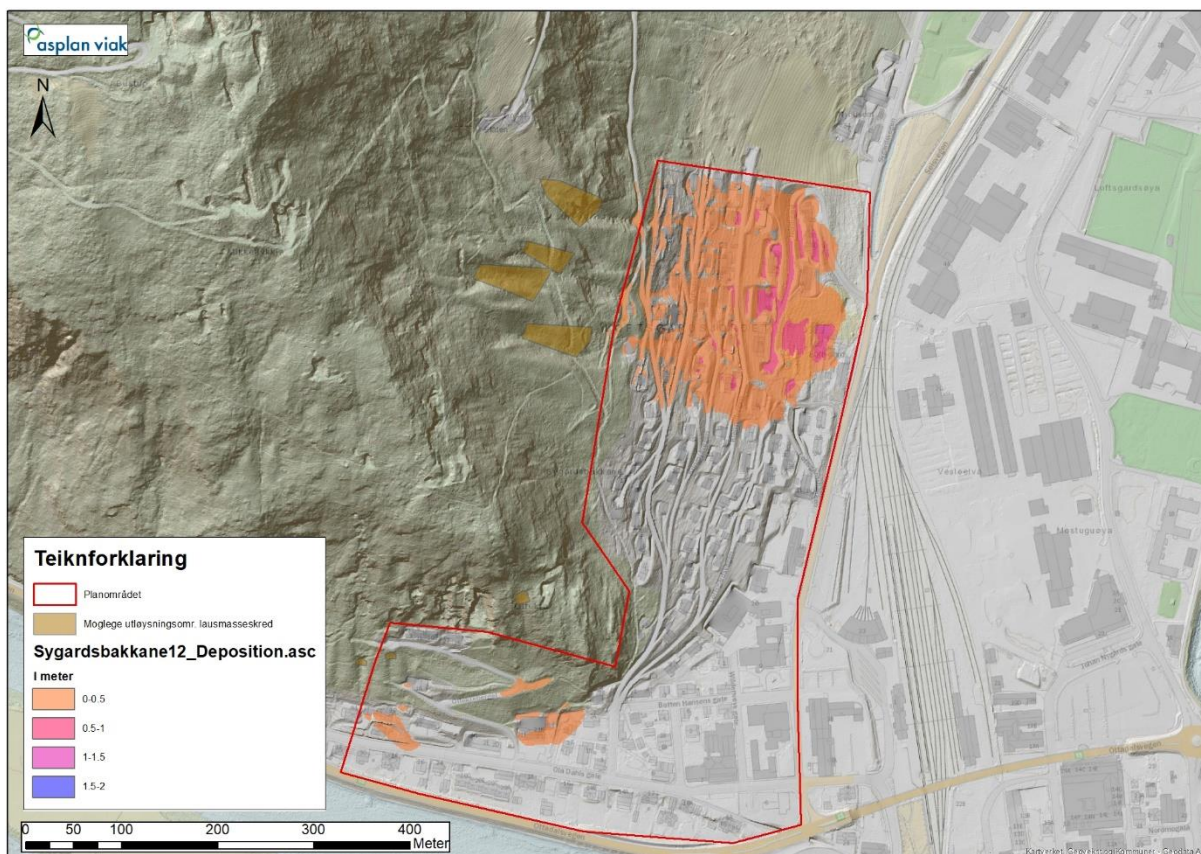
Figur 35 viser dei definerte utløysningsområda med ein gjennomsnittleg brothøgde på 0,5 m og utbreiing av skredmassane, medan Figur 36 viser same utløysningsområde med ein gjennomsnittleg brothøgde på 1 m.

Alle simuleringane med dei ulike utløysningsområda viser at jordskred har utbreiing ned til og inn i planområdet. Vi har utført simuleringane med ulik brothøgde. Jo større brothøgde, desto lengre utløp og større utbreiing får dei simulerte skreda.

Vi vurderer at simuleringane gitt i Figur 35 representerer eit mogleg 1000 års scenario, medan simuleringa i Figur 36 meir eit 5000 års scenario. Andre resultat frå RAMMS simuleringar indikerer at moglege jordskred tilsvarande eit 100 års scenario vil i større grad avsettast på dei øvre vegane samanlikna med jordskred tilsvarande 1000 og 5000 års scenario som vil ha større utbreiing og ha lengre utløp.



Figur 35: Simulering Sygardsbakkane_11 som viser utbreiing av avsetning av skredmassar. Her simulert med brothøgde på 0,5 m for alle utløysningsområda.



Figur 36: Simulering Sygardsbakkane_12 som viser utbreiing av avsetning av skredmassar. Her simulert med brothøgde på 1 m for alle utløysningsområda.

3.1.3. Oppsummering vurdering av fare for jordskred

Faresoner for skred er innteikna i Figur 43 og er basert på resultatane frå RAMMS og særskild strømningsmønsteret av skredmassane gitt i simuleringane, ei vurdering av terrenget i form av teikn til tidlegare skred og form, tilgjengeleg lausmassedekke, tidlegare lausmasseskredhendingar i nærliggande og liknande terreng, samt fagleg skjønn.

I RAMMS les vi av resultatane at mindre jordskred vil bli stoppa av eksisterande sikringsgjerde ved høgdebassenget. Gjerdet vil redusere faren for jordskred då gjerdet er høgt nok til å ta imot maksimum flytehogde på skredmassar, samt at trykkraftene i skredmassane ikkje vil vere større enn 500 kJ.

Basert på observasjonar i felt og modellkøyringar vurderer vi at årleg nominelt sannsyn for jordskred inn i delar av planområdet er høgare enn 1/5000, 1/1000 og 1/100. Dimensjonerande skredtype variera for planområdet. Heilt vest i planområdet, ved Ottarkreberget, og for nordlege delar av Loftsgardsjordet er jordskred dimensjonerande skredtype. Sjå Figur 43 for innteikna faresoner for dei ulike skredtypane.

3.2. Skred i fast fjell

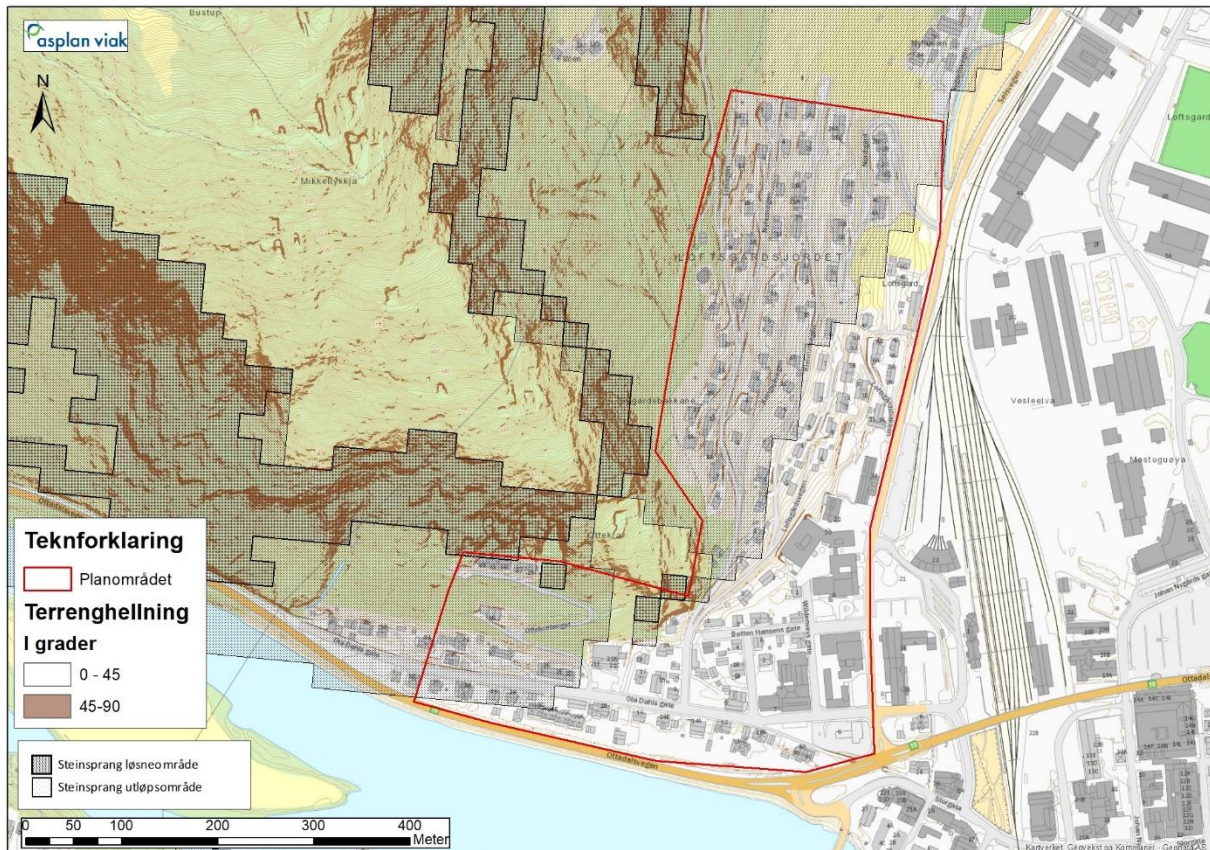
3.2.1. Steinsprang

Som nemnt i avsnitt 2.7 utarbeida NGI i 2010 ein skredkartlegging i utvalte områder i Sel kommune (NGI 2010). Eit av områda som blei kartlagt var nordlige del av planområdet vurdert i denne rapporten. NGI konkluderte med at enkelte hus øvst i bustadfeltet ligg innanfor faresona for steinsprang med årleg sannsyn $\geq 1/1000$, der kjeldeområdet for blokker er hovudsakleg skifrig materiale med dårleg evne til å rulla. NGI skriv også at det ligg enkeltstein i terrenget som naturleg vil

sige eller vekselvis rulle ned dalsida, og at enkelte av dei potensielle utløysningsområda/kjeldeområda for steinsprang er tidlegare skiferbrot.

Då det har kome motsegn til NGI si vurdering har vi utarbeida ein meir detaljert vurdering av fare for steinsprang, også for området Ottekreberget.

Steinsprang blir generelt utløyst i terreng som er brattare enn 45°. Aktsemdskartet frå NVE viser at det er potensiale for steinsprang inn i planområdet frå fjellsida sør og aust for planområdet. Område brattare enn 45° samsvarar bra med område som genererer aktsemdsområde for utløysning av steinsprang. Sjå Figur 37 for fleire detaljar.



Figur 37: Aktsemdskartet til NVE viser at det er potensiale for utløp av steinsprang inn i planområdet. Brun farge markerar potensielle utløysningsområde for steinsprang (>45°).

Potensielle større utløysningsområde for steinsprang, observerte blokker ned mot og delvis inn i planområde, samt aktsemdssone for utløp av steinsprang gjer at Rockyfor3D har blitt brukt som eit supplement til vurderinga av faren for steinsprang. Den dynamiske modelleringa blir særleg brukt for å sjå korleis skredmassar vil bevege seg i skråningane (strøymingsmønster). Resultat av skredmodellering blir brukt til å etterprøve og underbygge vurderingar av forventa skredutløp basert på andre kjelder som feltobservasjonar og fagleg skjønn. Meir om skredmodellering i avsnitt 3.2.2.

3.2.2. Steinsprangmodellering (Rockyfor3d)

For å sjå nærare på utløpslengder og særleg strøymingsmønster har vi som et supplement til vurderinga av steinsprang utført dynamiske simuleringar av steinsprang med datasiluleringsprogrammet Rockyfor3D (Dorren, 2015), versjon 5.2.4.

Generell framgangsmåte er som følgande:

- Det er simulert 10 utfallande blokker per celle i kjeldeområda.

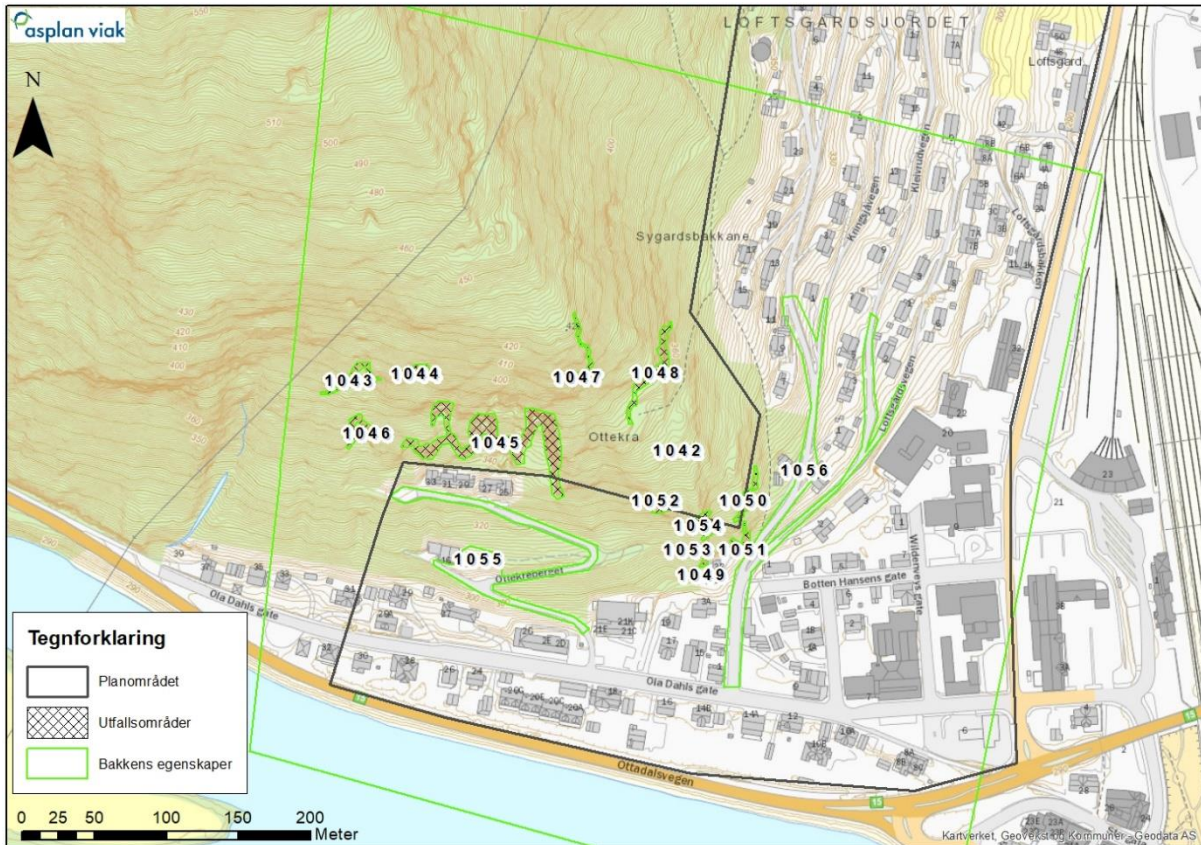
- Det er ikkje teke høgde for skog då det er låg tettleik av skog under skrentane /moglege utløp. Vi forventar ikkje at skog i skredbana vil ha noko å seie for bremsing av større blokker.
- Tettleik stein = 2700 kg/m³.
- Blokkform = disk og rektangulært. Dette er basert på observert blokkform ved og under skrentane.
- Alt av terreng over 50° er valt ut som muleg utløysingsområde for steinsprang. Då det generelt er mindre skrentar som er potensielle utløysingsområde har vi valt å bruke 50° for lettare å lokalisere skrentar med eit visst relieff.
- Størrelse på steinsprangblokker. Typiske verdiar som vi har brukt, er <0,5 m³ for 100 års hendingar, mellom 0,5-1 m³ for 1000 års hending, og >1 m³ for 5000 års hending. Dette er satt ut i frå observerte blokker i felt. Dei lokale tilhøva i fjellsida og lokalitet av avsetningar observert i felt er tatt i betraktning i en seinare fase, dvs. ved tolking av modelleringsresultat opp mot andre element.

Berekningsmodellen er basert på terrengmodellen frå laserdata. I modelleringar har vi brukt raster terrengmodell med oppløysing på 1m som er basert på laserdata med 4 punkt per m². Alle operasjonar er utført med programvara ArcGIS 10.6. Med laserdata blir terrengmodellen detaljert og alle terrengformasjonar som kan vere viktige for strøymingsmønsteret vil kome frem.

3.2.2.1. Modelleringsresultat

For modellen har vi definert bakkeieigenskapane til utløpsområda i fjellsida. Terrengget i utløpsområde er avgjerande for utløpslengda av steinsprang; terrenghelling, -form, -type (underlag), og -ruheit har mykje å seie.

Utfallsområda har låg ruheit og dårlege dempingseigenskapar (område 1043-1054). For utfallsområde 1043-1048 har vi brukt disk form på utfallsblokker, medan for område 1049-1054 rektangulær blokkform. Under utfallsområda er det lagt inn generelle bakkeieigenskapar (område 1042) i form av delvis fint materiale med relativt gode dempeeigenskapar, men med låg ruheit. Område med asfaltveg er også lagt inn (1055 og 1056). For oversikt over inndeling av dei ulike områda, sjå Figur 38.

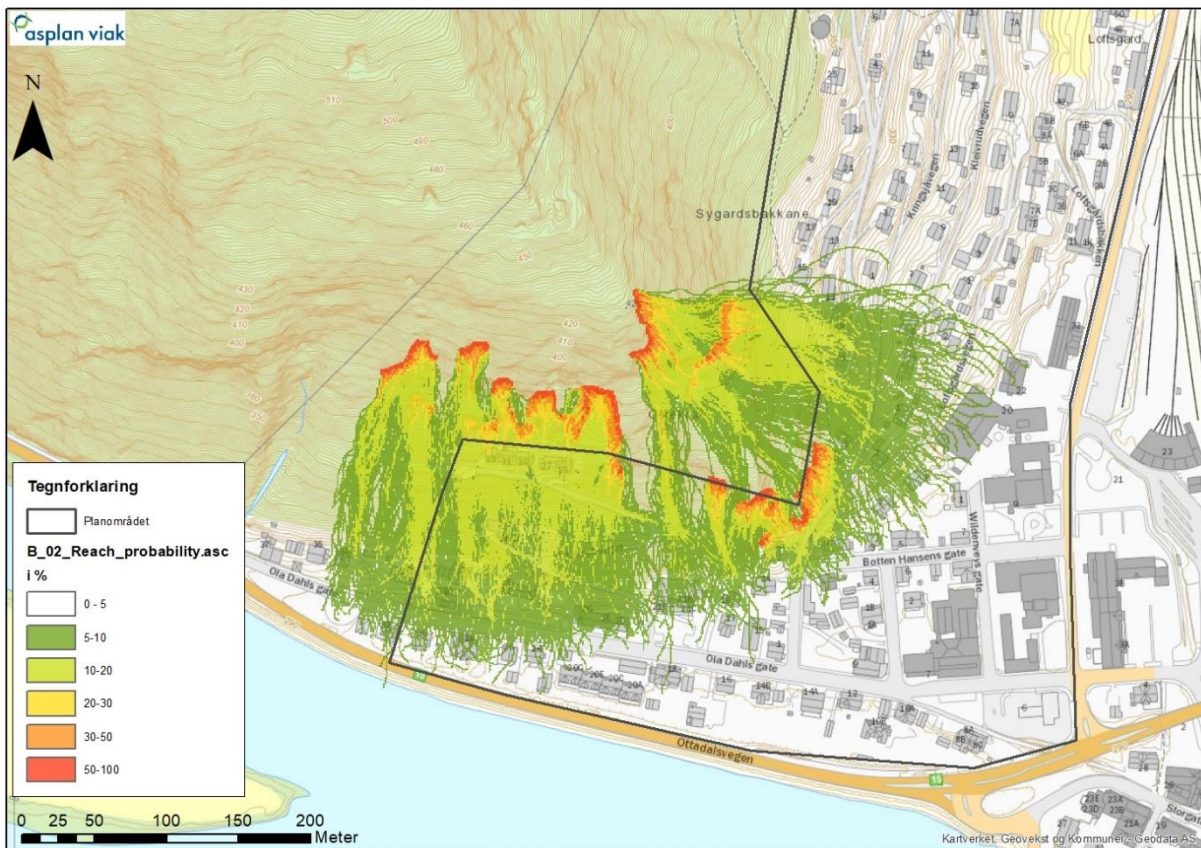


Figur 38: Oversikt over inndeling av område etter ulike bakkeegenskaper. Dei skraverte feltene er vurdert til å vere potensielle utløsningsområde.

➤ Simulering B_02

I denne simuleringa har vi brukt mindre blokkstorleik med $<0,03 \text{ m}^3$ for disk blokkane og storleik $0,25 \text{ m}^3$ for rektangulære blokker. Dette er basert på generell blokkstorleik observert under utfallsområda med utløp tett inntil utfallsområde. I Figur 39 er det sannsyn for rekkevidde som er gitt, og vi ser på ein høgare prosentandel av «reach-probability» (ca. $>30\%$) då me tek utgangspunkt i at mindre steinar har hyppigare utfall samanlikna med blokker av større storleik. Utfall per celle er som sagt 10 stk. Vurderinga av utfall er også basert på observasjonar i felt av blokkstorleik og utløpslengde.

Vi minner om at det ikkje har blitt observert utfall av ferske blokker, noko som tyder på at utfall av mindre blokkstorleik ikkje har høgt gjentaksintervall.

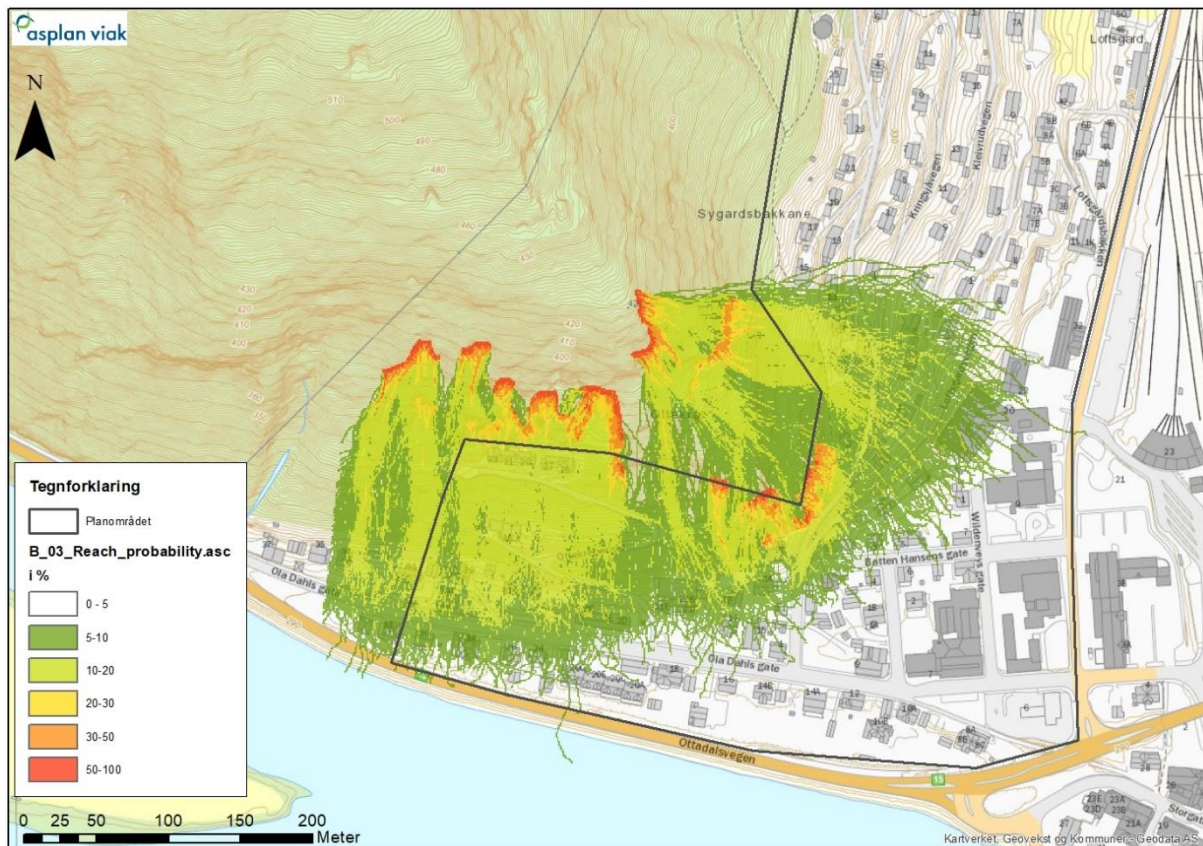


Figur 39: Modellkøyring B_02 med blokkstorleik $<0,03 \text{ m}^3$ for disk blokkene og storleik $0,25 \text{ m}^3$ for rektangulære blokker.

➤ Simulering B_03

I denne simuleringa har vi brukt blokkstorleik med $<0,05 \text{ m}^3$ for disk blokkane og storleik $0,5 \text{ m}^3$ for rektangulære blokker. Dette er basert på generell blokkstorleik observert med noko lengre utløp. Dei fleste utfall med større storleikar blir også knust i mindre bitar på grunn av kvaliteten til steinen som rammar ut. I Figur 40 er det sannsyn for rekkevidde som er gitt, og vi ser på ein viss prosentandel av «reach-probability» (ca. $>20\%$) då me tek utgangspunkt i at utfall av noko større blokkstorleik har lågare sannsyn for utfall samanlikna med simulering B_02, men at større blokker har meir energi og større fart og kan soleies ha lengre utløp. Vurderinga av utfall er også basert på observasjonar i felt av blokkstorleik og utløpslengde.

Basert på observasjonar i felt vurderer vi at dette er ein god modell som viser rekkevidda med steinsprang med sannsyn med dei gitte storleikane viss vi ser på «reach probability ca. $>20\%$ ». Det vil vere ulikt sannsyn for utløp for blokker med diskform enn for blokker med rektangulær form. Disk forma blokker vil svært ofte få kortare utløp som fylgje av den flate form og ein kortare utløpslengde vil vere meir realistisk for blokker frå utløpsningområde 1043-1048.

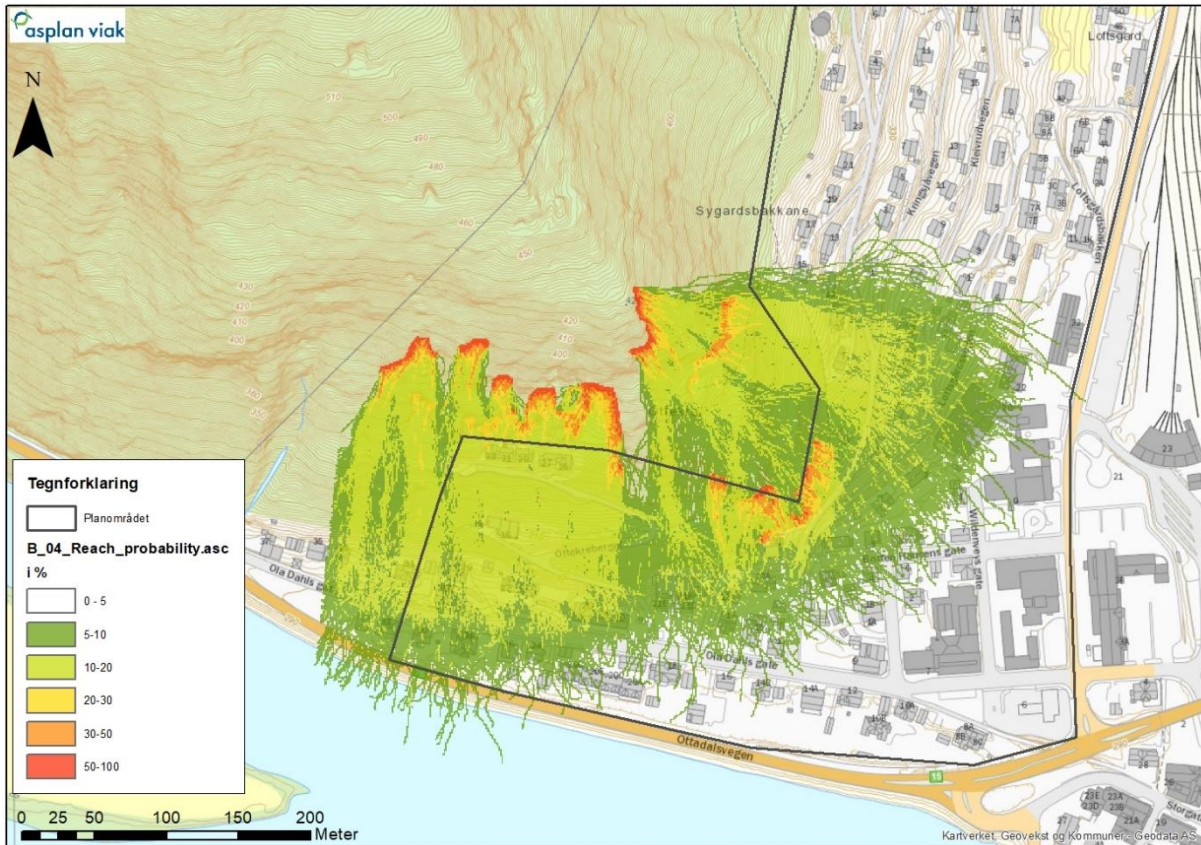


Figur 40: Modellkøyring B_03 med blokkstorleik $<0,05 \text{ m}^3$ for disk blokkane og storleik $0,5 \text{ m}^3$ for rektangulære blokkar.

➤ Simulering B_04

I denne simuleringa har vi brukt blokkstorleik med $<0,075 \text{ m}^3$ for disk blokkene og storleik 1 m^3 for rektangulære blokker. Dette er basert på generell blokkstorleik observert med lengst utløp. Dei fleste utfall med større storleikar blir også knust i mindre bitar på grunn av kvaliteten til steinen som ramlar ut, men visse blokker kan nå lenger. I Figur 41 er det sannsyn for rekkevidde som er gitt, og vi ser på ein mindre prosentandel av «reach-probability» (ca. $<10\%$) då me tek utgangspunkt i at utfall av større blokkstorleik har lågare sannsyn for utfall, men at store blokker kan nå langt på grunn av større fartsenergi. Vurderinga av utfall er også basert på observasjonar i felt av blokkstorleik, utløpslengde og det at større blokker ofte blir knust i mindre bitar som følgje av dårleg bergkvalitet.

Basert på observasjonar i felt vurderer vi at dette er ein god modell som viser rekkevidda med steinsprang med sannsyn med dei gitte storleikane viss vi ser på «reach probability ca. $<10\%$. Det vil vere ulikt sannsyn for utløp for blokkar med diskform enn for blokkar rektangulær form. Disk forma blokker vil svært ofte få kortare utløp som fylgje av forma og ein kortare utløpslengde vil vere meir realistisk for blokker frå utløpsningsområde 1043-1048.



Figur 41: Modellkøyring B_04 med blokkstorleik <0,075 m³ for disk blokkane og storleik 1 m³ for rektangulære blokkar.

3.2.3. Oppsummering vurdering av fare for steinsprang

Sannsynet for steinsprang ned til planområdet er vurdert til å vere høgare enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 per år for delar av planområdet. Dette er basert på følgende argument:

- Det blei observert enkeltblokker rett ved og inn i planområdet, men ikkje massar av ur i planområdet for utanom massar av ur ved Ottekreberget.
- Massar av ur/avfall frå skiferbrotet strekk seg ned mot Ottekreberget nr 25, 27, 29, 31 og 33 (Figur 25) og randsone av urmassar/avfall er berre få lengdemeter frå øvre grensa til planområdet. Det er usikkert kva massane representera, men vi tek utgangspunkt i at nok av dei er urmassar. For sjeldne skred, som 1000- og 5000 – årsskred, vil utfall av blokker kunne ha utløp forbi randsona til urmassane. Dei største blokkene vil få høgast fall- og startenergi og difor få lengst utfall.
- Modellering av steinsprang med tilsvarande storleik som blokkane med lengst utløp (GPS punkt 1079) visar at dei har utløp inn i planområdet.
- Modellering B_02 med «reach probability» ca. <30% blir vurdert til å representere utløp med 100-års gjentaksintervall.
- Modellering B_03 med «reach probability» ca. <20% blir vurdert til å representere utløp med 1000-års gjentaksintervall.
- Modellering B_04 med «reach probability» ca. >10% blir vurdert til å representere utløp med 5000-års gjentaksintervall.
- I vurderinga av utløp og fastsetting av faresone har infrastruktur som bygningar og veg blitt teken med. Moglege utfall av steinsprangblokker er av mindre storleik og bygg og infrastruktur vil ha innverknad på utløpslengda i form av å stoppe fleire av blokkene.

- Basert på at det ikkje blei observert ferske utfall av blokker med lengre utløp er det ikkje hyppige utfall av blokker mot planområdet og utfall av blokker har relativt lågt gjentaksintervall. Likevel, basert på modellering og bratte utløpsområde er mindre delar av planområdet utsett for blokker med 100-års gjentaksintervall.
- Som simuleringane viser er ikkje utfallsområder nord i Loftsgardsjordet modellert. Dette fordi skrentane har låge relieff og ligg såpass høgt i fjellsida at moglege utfall vil stoppe lenge før planområdet. I tillegg er det vurdert at jordskred er dimensjonerande skredtype i denne delen av planområdet.
- I fastsetting av 1/5000 faresone kan nedste avsetning indikere mulig grense, forutsett at blokker ikkje er fjerna. Terrenget kan ha endra seg i løpet av 5000 år og eksempelvis kan elva i dalbotnen ha viska ut spor. Faresona kan derfor gå lenger ut ein nedste avsetning synleg i dagens overflate. 1/5000 er difor fastsatt med bakgrunn i lav utløpssannsynlighet «reach probability».
- Blokker kan også bli remobilisert som følge av trevelt eller erosjon og utvasking av massar.

Basert på observasjonar i felt og modellkøyringar vurderer vi at årleg nominelt sannsyn for steinsprang med øydeleggande kraft inn i delar av planområdet er høgare enn 1/5000, 1/1000 og 1/100. Sjå Figur 43 for innteikna faresoner.

3.2.4. Steinskred

Vi har ikkje observert større strukturar i berggrunnen som indikerer fare for utgliding av fjellmassar tilsvarande ein storleik lik steinskred.

Då ingen større fjellskrentar eller samling av større steinskredur blei observert i nærleiken av eller i planområdet vurderer vi at sannsynet for skred i fast fjell i storleiksorden steinskred er mindre enn 1/5000 per år.

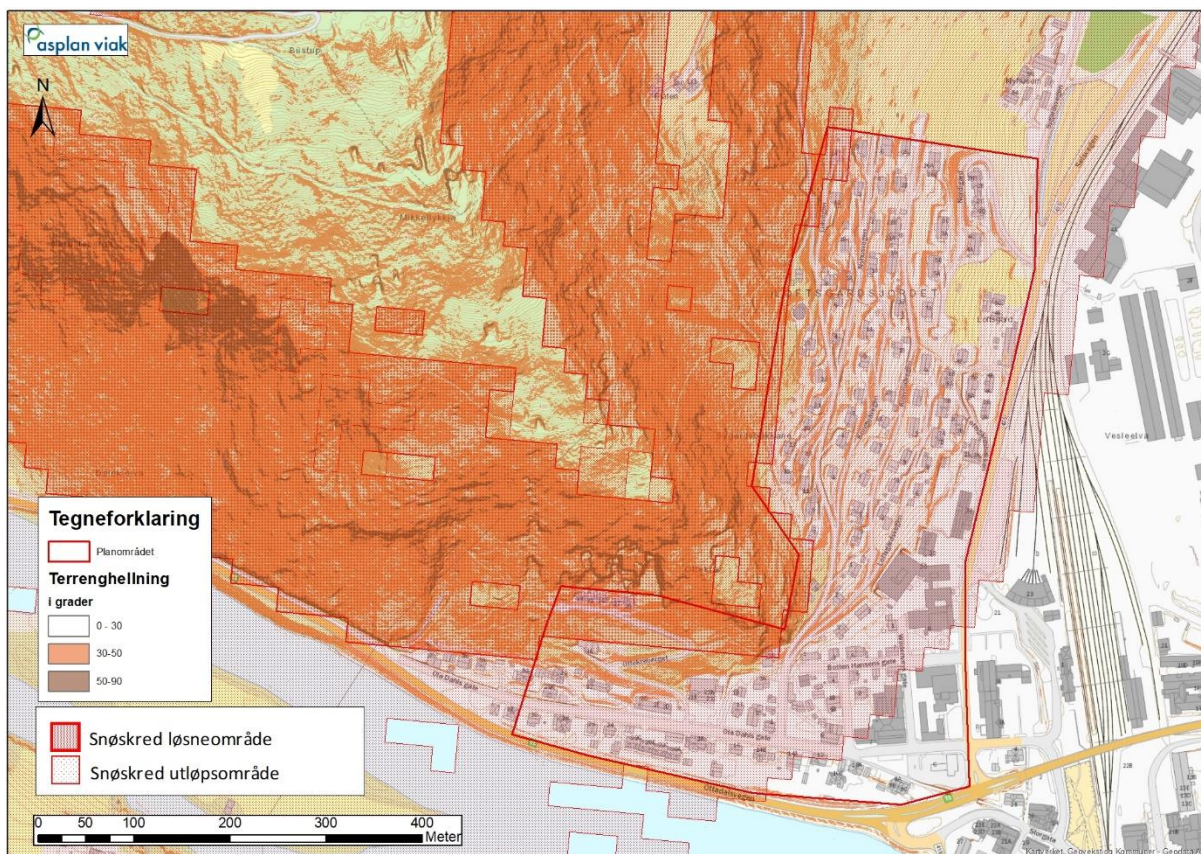
3.2.5. Flogstein/steinsprut

Det har ikkje blitt registrert tidlegare flogstein/steinsprut hendingar i området eller i nærliggande område. Flogsteint/steinsprut er vurdert til å ikkje vere ei relevant problemstilling for planområdet.

3.3. Snøskred

Store delar av planområdet er dekt av aktsemdskartet frå NVE (atlas.nve.no).

Større snøskred med lengre utløp blir som oftast utløyst i terreng med helling mellom 30-50°. I denne terrenghellinga vil snømengder kunne bygge seg opp og potensielt bli utløyst som eit større flak. Terrenghellinga i fjellsidene tilseier at det kan vere fare for utløysning av snøskred. Ifølgje klimadata frå senorge.no (Figur 7) ligg det lite snø i nedre delar av fjellsidene over planområdet, og noe meir snø i øvre delar.



Figur 42: Aktsemdskartet frå NVE (atlas.nve.no) viser at så og sei heile planområdet ligg i utløpssona for snøskred. Terreng merka oransje er terreng som kan fungere som mogleg utløysningsområde for snøskred.

Til tross for at planområdet ligg innanfor aktsemdskartet til NVE på snøskred og at terregnet over planområdet har ei terrenghellning som tilseier at snøskred kan bli utløyst vurderer vi at det er lågt sannsyn for snøskred øydeleggande kraft inn i planområdet, dette er basert på følgende argument:

- Ingen registrerte snøskredhendingar i planområdet. Det er ei hending frå 1981 vest for planområdet, ved Dale. Her har det blitt satt opp sikringstiltak mot snøskred.
- Det er ingen teikn i skogen/vegetasjonen eller avsetningsformar som vitnar om tidlegare snøskredaktivitet.
- Fjellsidene over planområdet har ikkje større terrengformasjonar som typisk samlar mykje snø, til dømes større skålformasjonar.
- Ein stor del av terrenget over planområdet er dekt av skog. Skog i potensielle utløysningsområde reduserer sannsyn for utløysing av snøskred betydelig av fleire årsaker:
 - o Mykje av nedbøren som kjem som snø vil leggje seg på greinene, og fell ned som snøklumpar, smelteomvandla snø eller smeltevatn. Dette vil øydelegge lagdelinga i snødekket. Ei lagdeling i snødekket som kan gje flakskred vil dermed ikkje bygge seg opp og bli øydelagt av snøklumpar.
 - o Grunna at snøen legg seg på greinene, vil det bli mindre snø på skogbotn. Snødekket vil difor vere mindre tjukt enn i områder utan skog. Dess tjukkare snødekke, dess større flakskred kan førekomme.
 - o Trestammane i skogen har ein forankringseffekt på snøen og reduserer sannsyn for utløysning av snøskred.
 - o Vind får mindre tak på øvre delar av snødekket og vinden får dermed ikkje pakka snøen til flak. Skog reduserar sannsynet for flakskred.

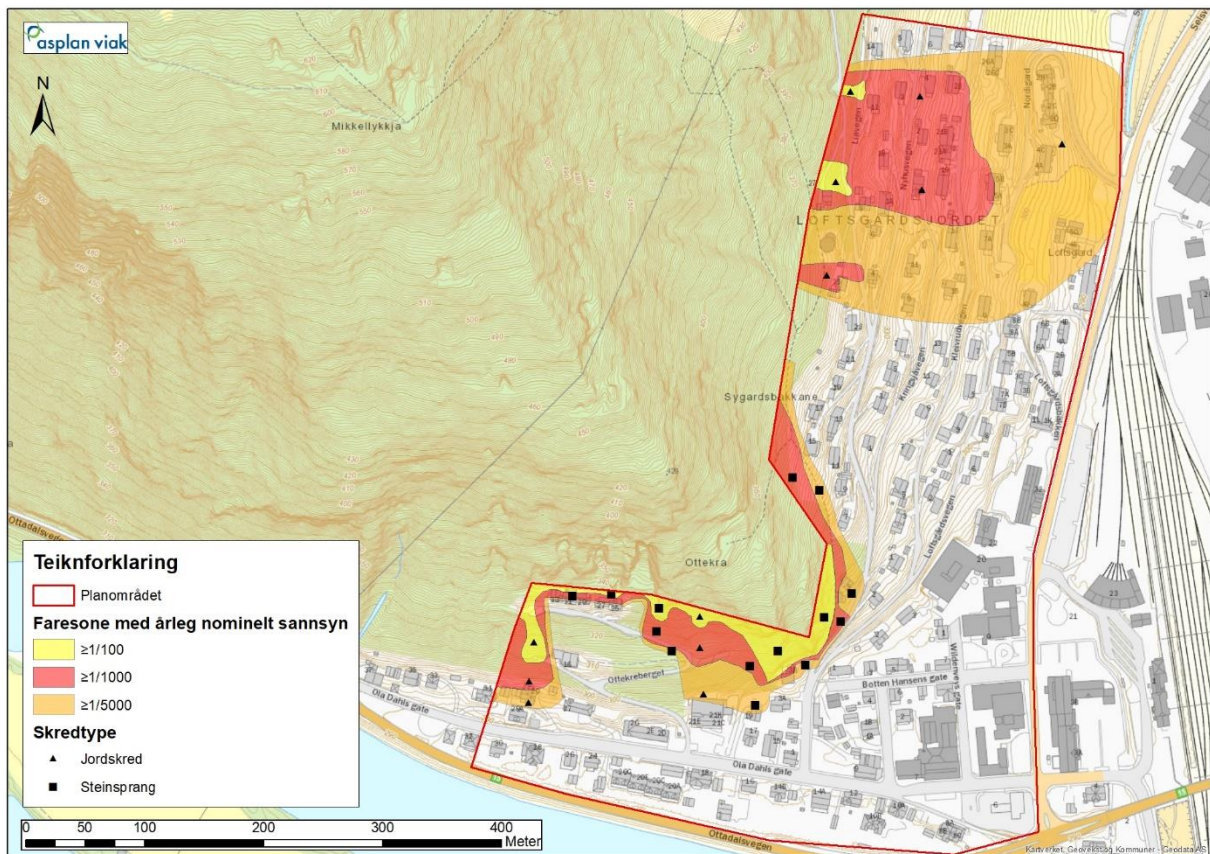
Det blir vurdert at det er lågare nominelt sannsyn enn 1/5000 for snøskred med øydeleggande kraft inn i planområdet.

3.4. Sørpeskred

Sørpeskred blir generelt utløyst frå relativt slake område der det blir demt opp større mengder med vatn i snødekket, enten på grunn av regnvatn eller smeltevatn. Terrenget over planområdet har ikkje flate/slake parti der det kan samle seg/demmast opp mykje vatn. Det vert vurdert at det er særst låg fare for sørpeskred med årleg nominelt sannsyn lågare enn 1/5000.

4. FARESONE SKRED

Faresonene i planområdet er basert på observasjonar under synfaring, modellering av steinsprang og jordskred og fagleg skjønn. De innteikna faresonane er basert på terrenget slik det er i dag, og er gitt i Figur 43.



Figur 43: Faresonekart skred i bratt terreng for Sygardsbakkane.

4.1. Forutsetningar for faresonene

Skogen er generelt noko bremsande på steinsprang og jordskred. Skogen i fjellsidene kan, i noko grad, redusere hyppigheita og storleiken av jordskredhendingar og redusera utløpet av steinsprang. For jordskredhendingar tek skogen delvis opp nedbørs- og smeltevatnet og dermed redusera både mengda og hastigheten av overflatevatnet som renn mot forsinkingane der jordskred kan bli utløyst. Utløyste steinsprangblokker i rørsle, av mindre storleik, er vurdert til å ha lågt energinivå og soleies kan tre ha ein bremsande effekt (sjå eksempel i Figur 31).

Effekten av skog har ein viss verdi for dimensjonerande hendingar med årleg sannsyn på 1/100 og 1/1000. Det vert difor anbefalt å innføre rutinar for skogsdrift i fjellsidene.

4.2. Moglegheit for å redusere faresonene

Dersom ein ynskjer å redusere faresonane inn i planområdet, kan det bli etablert fang- eller ledevollar eller sikringsgjerde for å sikre mot steinsprang og jordskred.

Dersom det er aktuelt å etablere sikringstiltak, må det utførast ein meir detaljert vurdering av moglegheitene, sett opp i mot ynskja effekt.

KONKLUSJON

Ut frå observasjonar under synfaring av moglege utløysnings- og utløpsområder for ulike skredtypar og fagleg skjønn blir det vurdert at planområdet ikkje tilfredsstillir lovverket sitt krav til tryggleik mot skred i bratt terreng for tryggleiksklasse S1, S2 og S3, der årleg nominelt sannsyn for skred ikkje skal overskride høvesvis 1/100, 1/1000 og 1/5000. Det er steinsprang og jordskred som er dimensjonerande skredtype i ulike delar av planområdet. Sjå Figur 43 for meir detaljar. Dei innteikna faresonene er basert på terrenget slik det er i dag.

Eksisterande sikringstiltak ved høgdebasseng er vurdert til å ha ein reduserande effekt på faren for jordskred opp til årleg nominelt sannsyn på 1/1000.

KJELDER

E-post frå NGI til Sel kommune v/Fred M. Kolden, 15.juni 2012

NGI, 2013. Tiltak for sikring av bebyggelsen i Ola Dahls gate, Otta. Dokumentnr.: 2013070401-TN

NGI, 2014. Teknisk notat. Rapport fra befarings. Dokumentnr.: 20130704-01-TN

NVE. Retningslinjer 2/2011, Flaum og skredfare i arealplanar. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo. 2014

NVE. Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak. Veileder 8 – 2014. Oslo. 2014

RAMMS (v1.7.0) modul for Debris Flow. User manual.

Rockyfor3D (v.5.2) revealed. Transparent description of the complete 3D rockfall model.

R20081091-00-2-R. NGI. 2010. Skredkartlegging, Sel kommune.

Statens Vegvesen. Sikring av veger mot steinskred. VD rapport nr. 32. 2011.

Nettsteder brukt:

www.atlas.nve.no

www.eklima.no

www.hoydedata.no