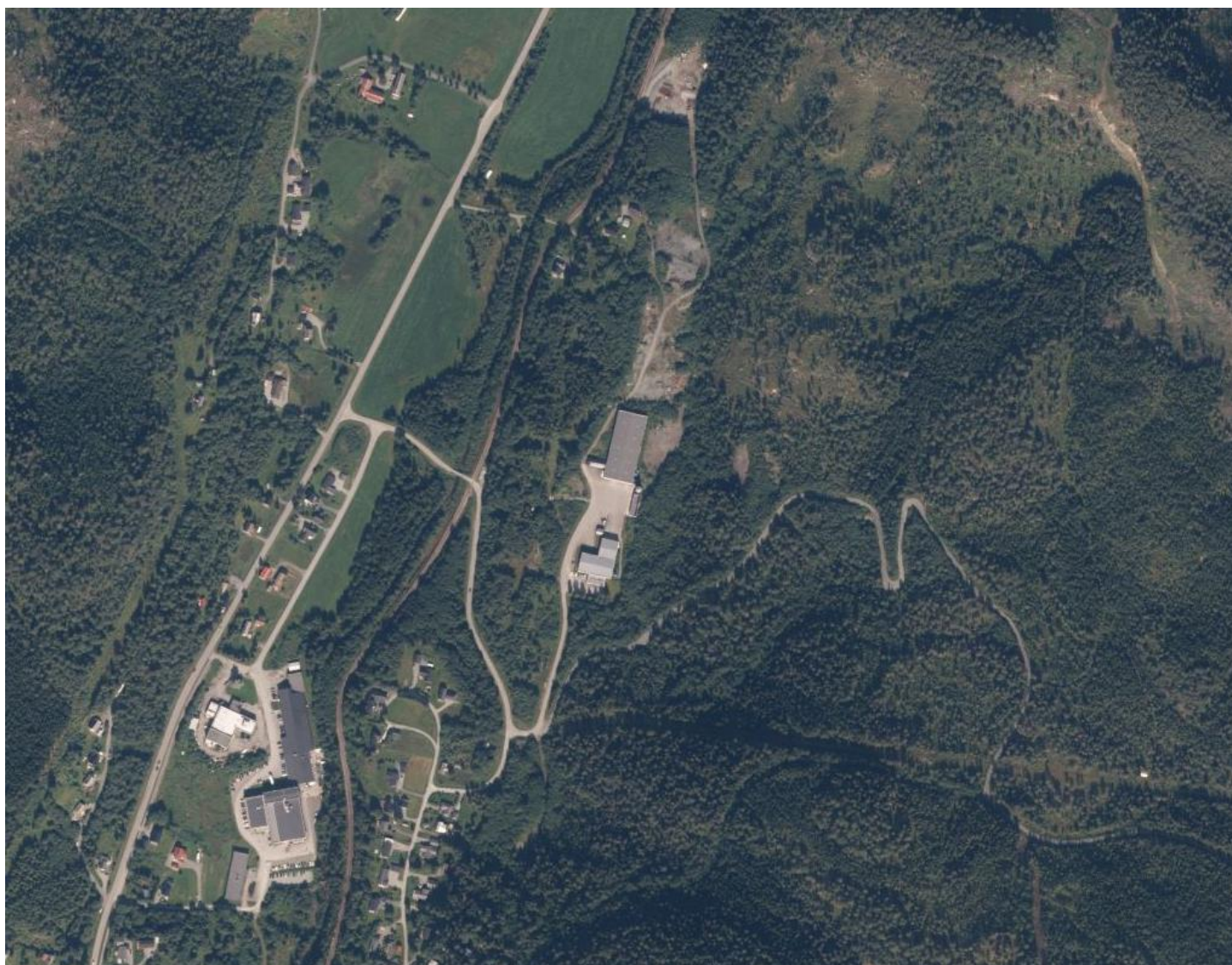


B&B Entreprenør AS

► Amundmoen industribygg

Vurdering av områdestabilitet

Oppdragsnr.: 52306415 Dokumentnr.: 52306415-RIG-02 Versjon: J01 Dato: 2023-10-24



Oppdragsgiver: B&B Entreprenør AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Håvard Ø. Granøien
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Bjørn Riset Sundberg
Fagansvarlig: Egil A. Behrens
Andre nøkkelpersoner: Gøran Sæther, Andrea Støren

J01	2023-10-24	For bruk	AndSt	EgABe	BjRSu
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.

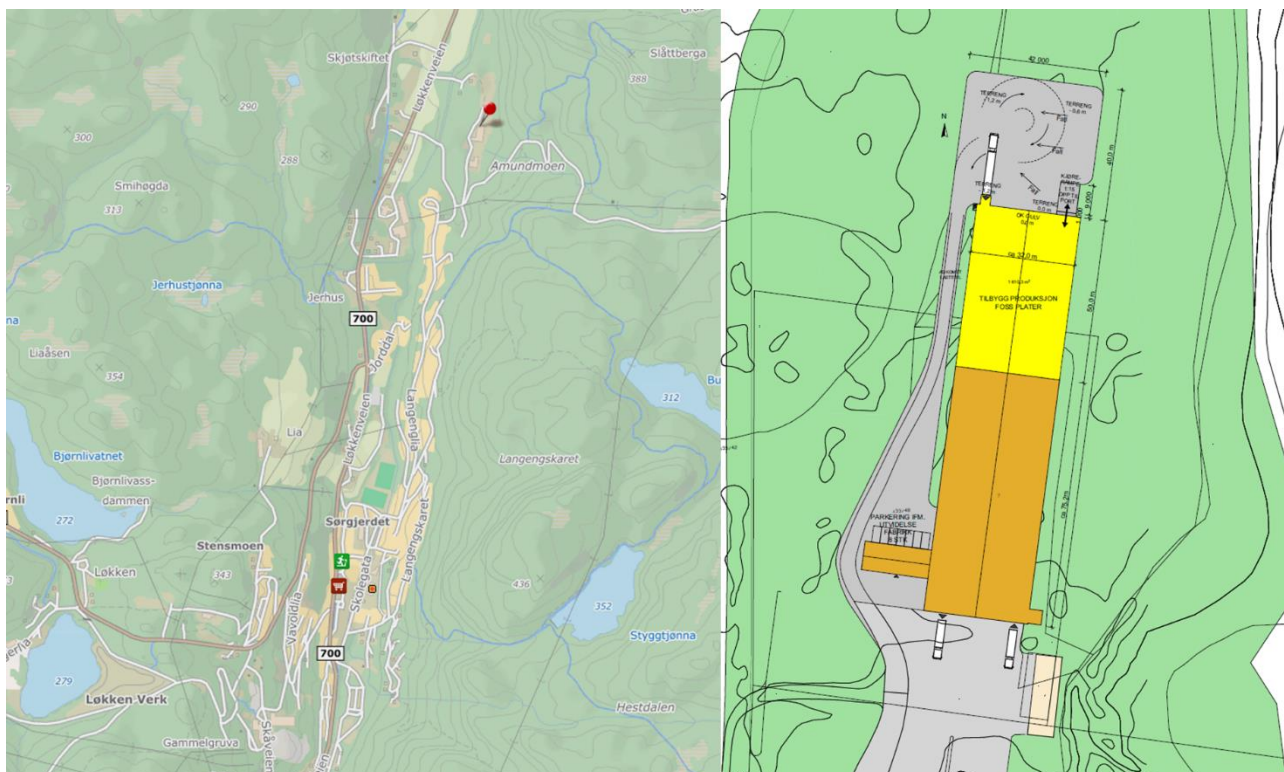
► Innhold

1	Innledning	4
2	Topografi og grunnforhold	5
3	Områdestabilitet	7
3.1	Registrerte faresoner i området	7
3.2	Avgrens områder med mulig marin leire	7
3.3	Avgrens terreng som kan være utsatt for områdeskred	7
3.4	Tiltakskategori	7
3.5	Gjennomgang av grunnlag: identifikasjon av kritiske skrånninger og mulig løsneområde	8
3.6	Befaring	8
3.7	Grunnundersøkelser	8
3.8	Skredmekanisme og avgrensning løsne-/utløpsområde	8
3.9	Klassifisering	11
4	Konklusjon	13
5	Referanser	14

1 Innledning

Eksisterende industribygg på Amundmoen nord for Løkken verk i Orkland kommune skal utvides med et tilhørende tilbygg. Det eksisterende bygget har et areal på 2400 m² og skal utvides med et tilbygg på 1280 m². Som en del av tiltaket skal det også etableres tilkomst for tungtransport vest for industribygget inkludert en lastesone/snuplass i nord, samt etablering av ny VA-kum. Kartutsnitt er vist på Figur 1.

Denne rapporten omhandler utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred iht. NVE 1/2019. Geoteknisk prosjektering av tilbygg og tilkomstveg (fundamenteringsvurderinger) gis i separat rapport.



Figur 1: T.v.: Kartutsnitt, tiltaksområdet er markert med rød markør (kart.finn.no). T.h.: Utklipp fra situasjonsplan, datert 2023-08-17 (ON Arkitekter). Eksisterende bygg i oransje og tilbygg i gult. Nordorientert.

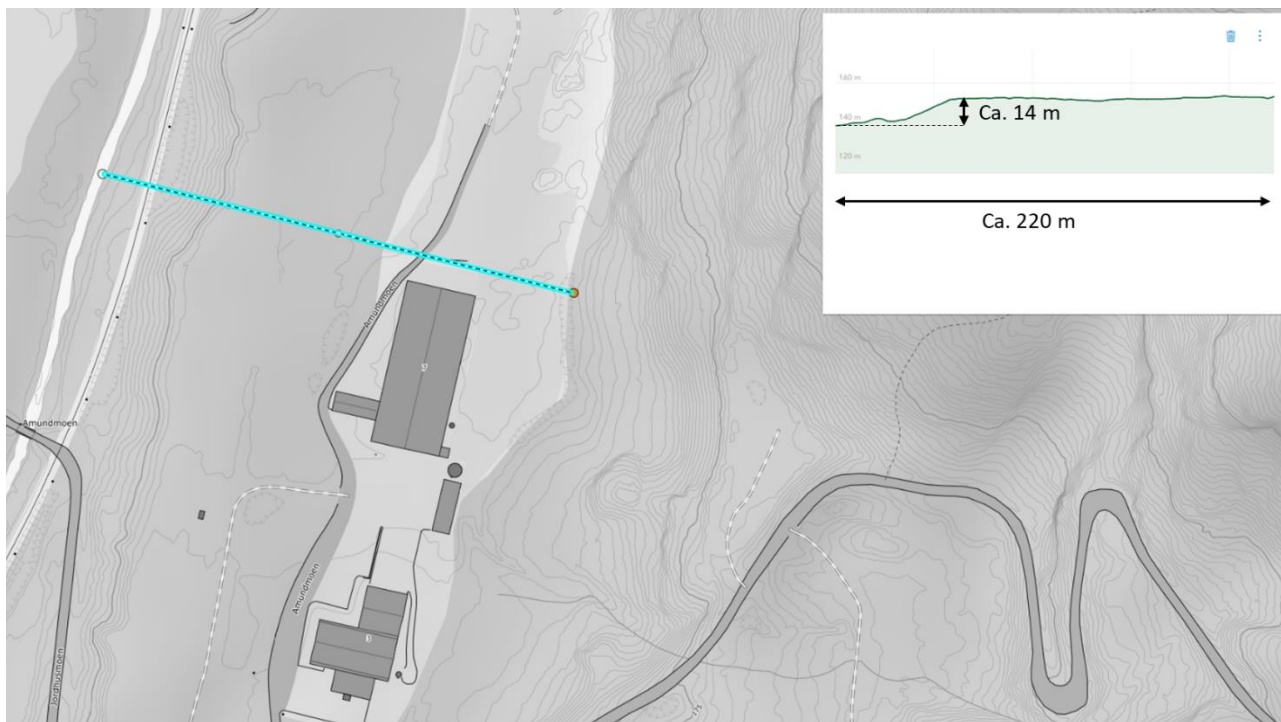
2 Topografi og grunnforhold

Terrenget skråner fra Raubekken i vest opp mot industriområdet. Høydeforskjellen er på ca. 14 m. Omtrent 40 m øst for industribygget er det berg/tynt løsmassedekke og terrenget skråner videre opp mot øst. Høydeprofil er vist på Figur 2. Industriområdet utgjør et platå på ca. kote +152.

Det ble utført grunnundersøkelser i området i uke 38-39, 2023. Det ble utført totalsonderinger, trykksøndering, opptak av prøver for laboratorieundersøkelse, samt satt ned piezometer for registrering av grunnvannsnivå. Utklipp fra borplan er vist på Figur 3.

Løsmassene i området består av tørrskorpeleire over bløt leire til stor dybde. Fra ca. 20 m dybde er det påvist kvikkleire. Det er påtruffet antatt berg på ca. 30-45 m dybde. På selve tomte for tilbygget består massene av svært faste fyllmasser til ca. 5-10 m dybde. Dette er ifølge Orkland kommune tunnelmasser.

For mer detaljert informasjon om grunnforholdene, henvises det til geoteknisk datarapport [1].



Figur 2: Høydeprofil (hoydedata.no).



Figur 3: Utklipp fra borplan. Plassering av tilbygg er skissert med stiptet linje. Borpunktene ble justert slik pga. tett skog lenger nordvest.

3 Områdestabilitet

Områdestabilitet utredes iht. NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1]. Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner er beskrevet i tabell 3.1 i veilederen. For tiltak i tiltakskategori K3 er det krav om fullstendig utredning av faresoner. Utredningen må i utgangspunktet sendes til uavhengig foretak for kvalitetssikring.

Punkt 1 – 3 i veilederen beskriver identifisering og avgrensning av kvikkleireområder med potensiell skredfare (aktsomhetsområder). Punkt 4 – 11 beskriver utredning av faresoner, inkludert avgrensning av løse- og utløpsområder med klassifisering av faregrad og konsekvens.

Områdestabiliteten er vurdert mht. planlagt tiltak med nytt tilbygg og tilhørende adkomst og snuplass, som vist på Figur 1. Dersom tiltaket utvides mot vest (nærmere skråningen), må dette avklares med geotekniker.

3.1 Registrerte faresoner i området

Det er ikke registrert noen faresoner i området i NVEs faresonekart for kvikkleireskred (temakart.nve.no/tema/kvikkleire).

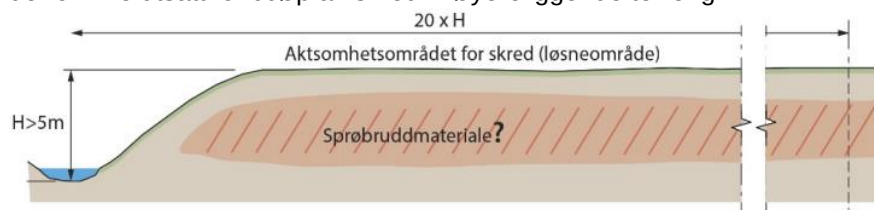
3.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Industriområdet ligger under marin grense. Muligheten for marin leire avgrenses mot berg i øst. Det er ingen høyereliggende områder med mulighet for marin leire som kan ramme tiltaksområdet.

3.3 Avgrens terreng som kan være utsatt for områdeskred

Det er en høydeforskjell på ca. 14 m fra Raubekken i vest opp til industriområdet. Avstanden fra Raubekken til industriområdet er på omtrent 150 m. Terrengkriteriene for å avgrense et aktsomhetsområde er vist på Figur 4, og avgrenses til $20 \times$ skråningshøyde = 280 m. Iht. terrengkriteriene ligger dermed industriområdet innenfor et aktsomhetsområde (potensielt løseområde).

Høyere i terrenget, øst for industriområdet, er det tynt løsmassedekke og berg i dagen. Industriområdet er derfor ikke utsatt for utløp av skred i høyereliggende terreng.



Figur 4: Terrengkriterier for avgrensning av aktsomhetsområde (utklipp fra NVE 1/2019, fig. 3.1)

3.4 Tiltakskategori

Tiltakskategori bestemmes iht. tabell 3.2 i NVE 1/2019, ut fra konsekvensen for tiltaket ved skred. Planlagt tilbygg er forholdsvis stort og ventes å gi noe økt personopphold. Utvidelsen av næringsbygget havner derfor i tiltakskategori K3.

For tiltakskategori K3 gjelder følgende sikkerhetskrav:

- Faresoner som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes.
- Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.
- Det må dokumenteres tilfredsstillende sikkerhet.

3.5 Gjennomgang av grunnlag: identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

Det er tidligere utført grunnundersøkelser og gjort en vurdering av områdestabiliteten bl.a. for industriområdet på Amundmoen [3] [4]. Undersøkelsene viser leire som i dybden er kvikk.

Løснеområdets lengde kan innledningsvis avgrenses til $L = 15 \times \text{skråningshøyden} = \text{ca. } 210 \text{ m}$. Kritiske skråninger der skred kan initieres, er ned mot Raubekken.

3.6 Befaring

Det ble gjennomført en befaring på tomte og langs Raubekken i uke 37, 2023. Det ble observert beskjeden vanddybde i Raubekken og ingen tegn til erosjon. Dermed er det heller ikke behov for å etablere erosjonssikring.

3.7 Grunnundersøkelser

Det ble utført grunnundersøkelser på platået mellom skråningen ned mot Raubekken og planlagt tilbygg i uke 38-39, 2023. Løsmassene i området består av tørrskorpeleire over bløt leire til stor dybde. Fra ca. 20 m dybde er det påvist kvikkeleire. Lagdelingen i de utførte boringene er svært homogen, og lagdelingen mot kvikkeleira synes å være tilnærmet horisontal. For mer detaljer om grunnforholdene, henvises det til geoteknisk datarapport [2].

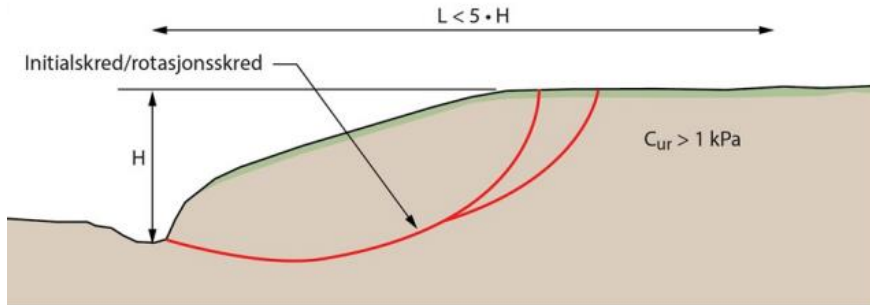
3.8 Skredmekanisme og avgrensning løсне-/utløpsområde

Laboratorieundersøkelsene viser sprøbruddmateriale med omrørt fasthet på 0,1-0,2 kPa. Kvikkeleirelaget ligger dypt, så andelen sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er langt under 40%. Iht. flytskjemaet på Figur 5, kan dermed retrogressive skred utelukkes. Kvikkeleirelaget følger ikke terrenget og har stor overdekning, så flakskred kan også utelukkes.

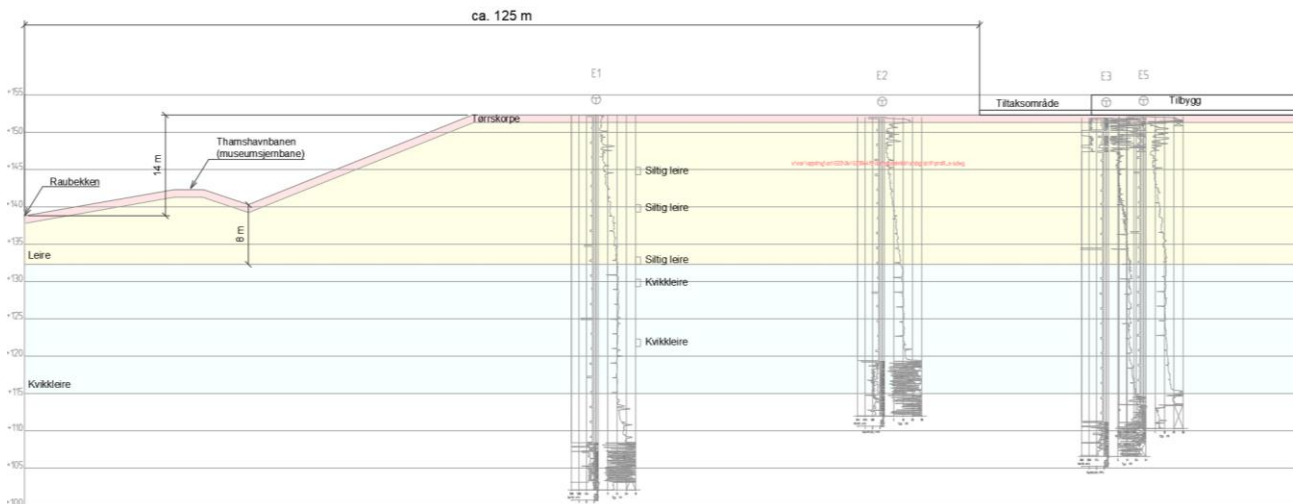
Aktuell skredmekanisme basert på området grunnforhold, lagdeling og topografi, vurderes å være rotasjonsskred. Utbredelsen av rotasjonsskred begrenses til $5 \times \text{skråningshøyden}$ målt fra bunn av skråning. Prinsippskisse er vist på Figur 6. Maksimal utbredelse blir fra skråningsbunn øst for Thamshavnbanen, med en utstrekning på $5 \times 11 \text{ m} = 55 \text{ m}$. Tiltaksområdet ligger utenfor denne avgrensningen, og vil dermed ikke rammes av et eventuelt skred utløst i skråningen. Høydeprofil med lagdeling, dybde på kvikkeleira og tiltakets plassering er vist på Figur 7.



Figur 5: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme (utklipp fra NVE 1/2019, fig. 4.3)

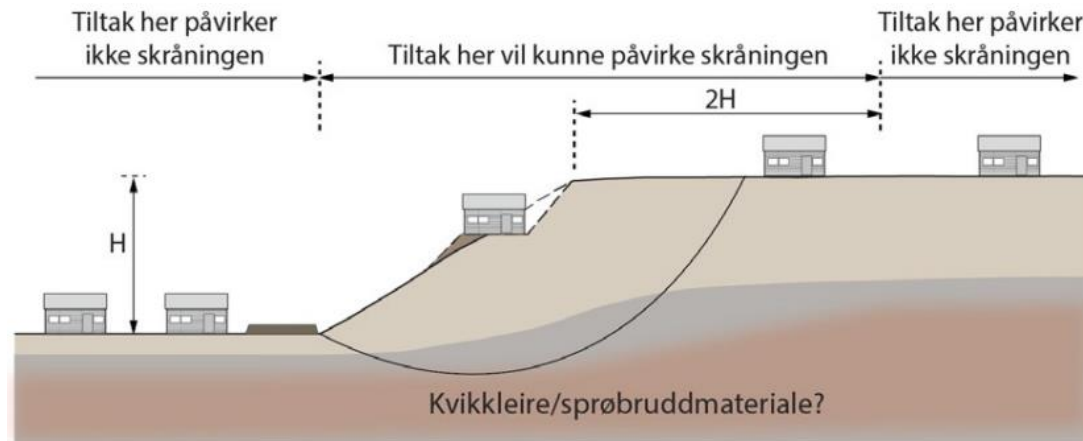


Figur 6: Prinsipp for avgrensning av løsnedområdet for rotasjonsskred (utklipp fra NVE 1/2019, fig. 4.8)



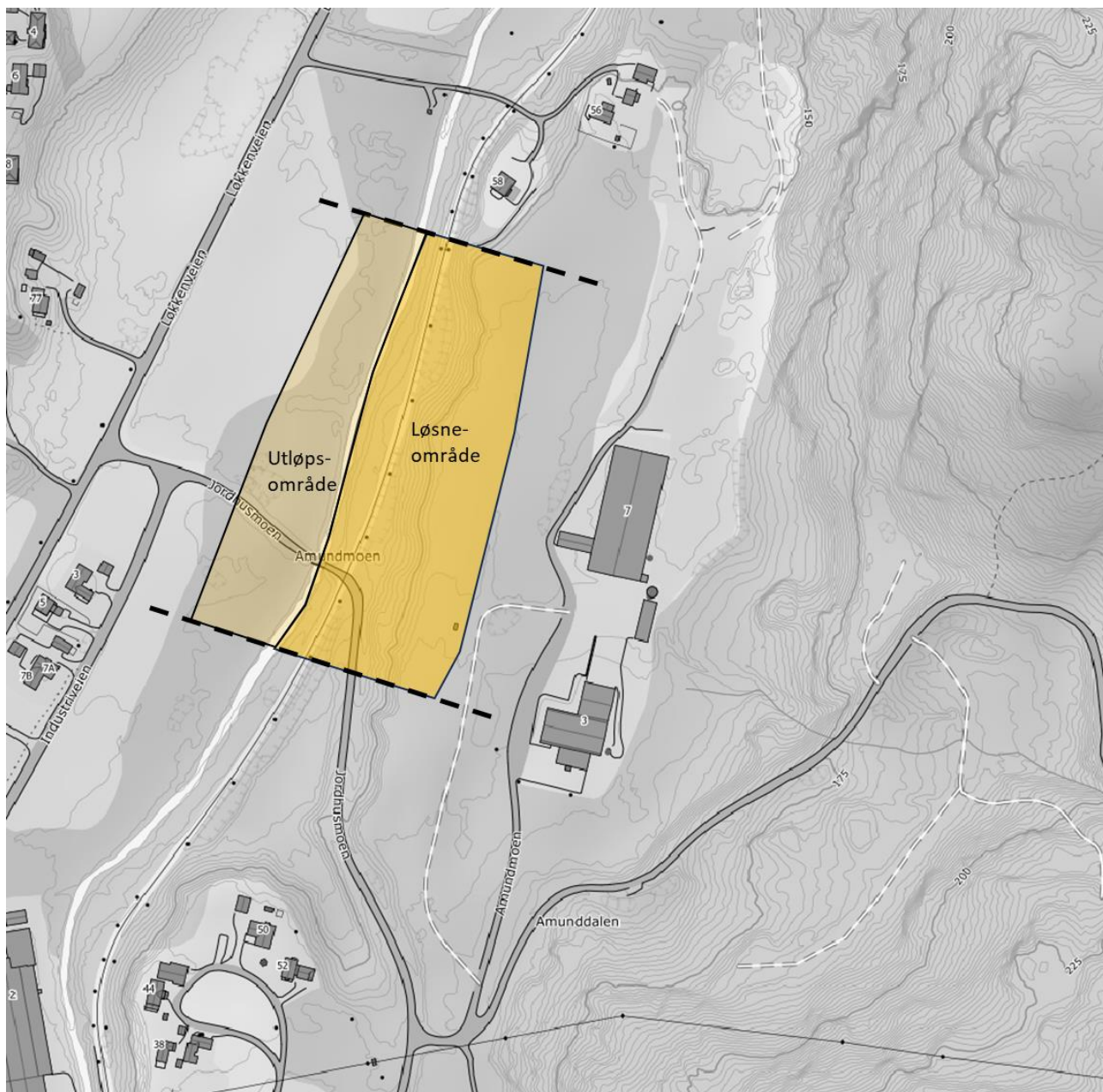
Figur 7: Høydeprofil som viser lagdeling, dybde på kvikkleira og tiltakets plassering.

Iht. figur 3.4 i NVE 1/2019 [1], vurderes skråningen upåvirket av tiltaket dersom tiltaket er i større avstand enn $2 \times$ skråningshøyde målt fra skråningstopp, se Figur 8. Industriområdet ligger omtrent 60 m fra topp skråning, som er i større avstand enn $2 \times$ skråningshøyde = ca. 28 m. Tiltaket påvirker dermed ikke skråningen iht. kriteriene for influensområde.



Figur 8: Tiltakets influensområde (utklipp fra NVE 1/2019, fig. 3.4)

Tiltaksområdet ligger utenfor avgrenset løsneområde og vil ikke påvirke stabiliteten her. Tiltaket er heller ikke utsatt for å bli rammet av skred utløst høyere i terrenget. Områdestabiliteten anses dermed som avklart og utredningen avsluttes. For ordens skyld er utredet faresone skissert opp og klassifisert, se Figur 9 og kap. 3.9. Sideveis utbredelse av avgrenset faresone er ikke vurdert, siden dette ikke er relevant for aktuell utbygging.



Figur 9: Utredet faresone (løsne- og utløpsområde)

3.9 Klassifisering

Faresoner for kvikkleireskred klassifiseres iht. NVE 9/2020, tabell 1 og 2 [5]. Faktorer for klassifisering, begrunnelse og valgt score er vist i Tabell 1 og på Figur 10.

Basert på skissert faresone, anslås lav faregrad og mindre alvorlig konsekvens.

Risikoklasse bestemmes basert på faregrad x konsekvens, som i dette tilfellet medfører risikoklasse 2.

Tabell 1: Begrunnelse for valg av faktorer for faregrad og konsekvens

Faregrad	
Faktor	Begrunnelse
Tidligere skredaktivitet	Det er ikke registrert noen skredhendelser i området i NVEs skredhendelsesdatabase og det er ikke vist noen gamle skredgroper i NGUs kvartærgeologiske kart.
Skråningshøyde	Høydeforskjellen er på ca. 14 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Tolkning av trykksone (CPTu) indikerer OCR = 2-3 i øvre lag og OCR 1-2 fra ca. 10 m dybde.
Poretrykk	Antas lavt overtrykk. Oppdateres etter avlesning av poretrykksmåler.
Kvikkleiremektighet	Kvikkleire som ligger dypere enn halve skråningshøyden, i dette tilfellet mer enn 7 m, under foten av skråningen regnes ikke med. Siden kvikkleira ligger dypt, velges dermed tynt lag.
Sensitivitet	Konusforsøk av kvikkleira viser sensitivitet over 200.
Erosjon	Det ble ikke observert tegn til erosjon under befaringen i Raubekken gjennomført september 2023.
Inngrep	Inngrep ifm. planlagt tilbygg anses som beskjedne og vurderes å ikke ha noen påvirkning på skråningen. Det er grove fyllmasser på tomta som ifølge Orkland kommune er tunnelmasser. Selv om dette er langt unna skråningen, velges litt forverring som følge av den tidligere oppfyllingen.
Konsekvens	
Faktor	Begrunnelse
Boligheter, antall	Det er ingen bebyggelse innenfor avgrenset faresone.
Næringsbygg, personer	
Annen bebyggelse, verdi	
Vei, ÅDT	Vegen Jordhusmoen er innenfor avgrenset faresone, og har ÅDT = 200 (vegkart.atlas.vegvesen.no).
Toglinje, bruk	Thamshavnbanen ligger innenfor avgrenset faresone og blir benyttet som museumsjernbane med trafikk om sommeren.
Kraftnett	Det er ingen kraftlinje innenfor avgrenset faresone.
Oppdemning og flodbølge	Et eventuelt skred ned mot Raubekken kan potensielt forårsake oppdemning. Vurderes å ha lite skadepotensiale.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0			3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Poretrykk Overtrykk, kPa: Undertrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)		Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Gods- trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	Sum poeng		45	30	15	0
Inngrep: forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
	-3	Stor	Noe	Liten							
Sum		51	34	17	0	Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum: 6 (13,3%)					
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	Mindre alvorlig = 0-6 poeng					
Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum: 13 (25,5%)						Alvorlig = 7-22 poeng					
Lav faregrad = 0-17 poeng						Meget alvorlig = 23-45 poeng					
Middels faregrad = 18-25 poeng											
Høy faregrad = 26-51 poeng											

Figur 10: Vurdering av faregrad (t.v.) og konsekvens (t.h.)

4 Konklusjon

Områdestabiliteten er utredet iht. NVE 1/2019 i forbindelse med planlagt utvidelse av Amundmoen industribygg. Løsmassene i området består av tørrskorpeleire over bløt leire til stor dybde, som fra ca. 20 m dybde er kvikk. Det er avgrenset en faresone (løsneområde) i skråningen ned mot Raubekken. Faresonen har lav faregrad, mindre alvorlig konsekvens og risikoklasse 2.

Tiltaksområdet ligger utenfor avgrenset faresone og er ikke utsatt for kvikkleireskred utløst høyere i terrenget. Skråningen ned mot Raubekken er utenfor tiltakets influensområde og vurderes upåvirket av tiltaket. Basert på dette, konkluderes det med at tiltaksområdet verken vil kunne utløse eller bli rammet av områdeskred.

Områdestabiliteten er vurdert mht. planlagt tiltak med nytt tilbygg og tilhørende adkomst og snuplass. Ifm. utbyggingen, kan ikke området i vest (faresonen) benyttes til masselagring, anleggsveg, riggplass eller liknende. Dersom tiltaket ønskes utvidet mot vest, må dette avklares med geotekniker.

5 Referanser

- [1] Norconsult AS, «52306415-RIG-01: Amundmoen industriområde. Geotekniske grunnundersøkelser. Datarapport.,» 2023.
- [2] NVE, «Veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [3] Kummeneje, «o.3385 Rapport nr. 2: Meldal kommune. Industriområde Løkken. Stabilitet. Utnyttelse,» 1981.
- [4] Kummeneje, «o.3385-2: Meldal kommune: Boligområde sør for Amunddalen,» 1981.
- [5] NVE, «Ekstern rapport nr. 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.,» 2020.
- [6] Direktoratet for Byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17),» 2017.