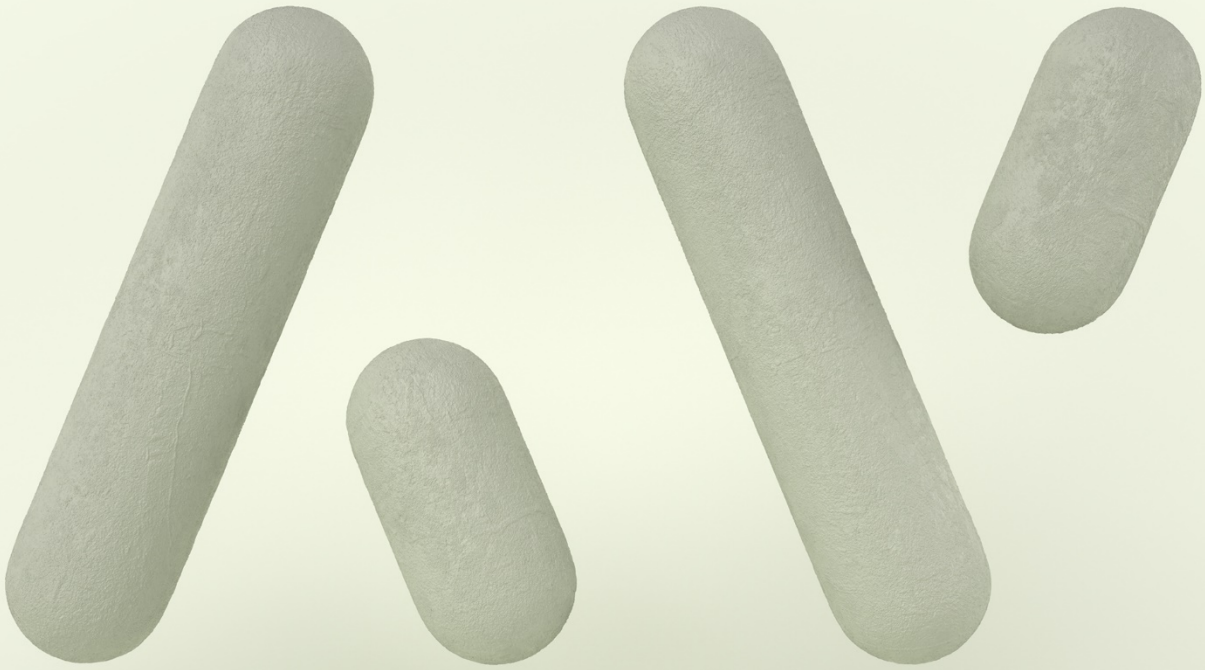
asplan
viak

645114-08-RIG-RAP-02-Ver02

Utredning av områdestabilitet - Detaljreguleringsplan Skartumhagan



Dato: 22.04.2026

asplanviak.no

Versjon: **02**

asplan
viak

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Sigdal Kommune
Tittel på rapport:	Utredning av områdestabilitet - Detaljreguleringsplan Skartumhagan
Oppdragsnavn:	Detaljreguleringsplan Skartumhagan
Oppdragsnummer:	645114-08
Dokumentkode:	645114-08-RIG-RAP-02-Ver02
Utarbeidet av:	Jonatan Wiede
Oppdragsleder:	Eli Eikeland
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Asplan Viak er kontrahert av Sigdal kommune i forbindelse med detaljregulering av Skartumhagan sør for Prestfoss sentrum i Buskerud kommune på Østlandet. I den forbindelse er det gjennomført en utredning av områdestabilitet i henhold til NVEs veileder 1/2019. Tiltaket er plassert i tiltakskategori K4.

På bakgrunn av aktsomhetskartet for kvikkleireskred og utførte grunnundersøkelser kan området i overliggende skråning, ved Skartum gård, nordøst for planområdet, og store deler av planområdet friskmeldes, da grunnundersøkelsene indikerte faste friksjonsmasser, uten mistanke om mulig sprøbruddsegenskaper. Det er imidlertid påvist sprøbruddmateriale i ett borpunkt i skråningen vest på planområdet. Faresonen har lav faregrad og alvorlig konsekvensklasse. Stabiliteten til skråningen er beregnet ved Geosuite Stability og gir en tilfredsstillende sikkerhetsfaktor, på $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$ og $F_{cu} \geq 1{,}40$, med forbehold om at dagens stabilitet ikke forverres.

Utredningen resulterer i etableringen en faresone benevnt «Skartumhagan».

Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS
02	22. apr. 2026	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring	Jonatan Wiede	Banafshe Heidar
01	10. feb. 2026	Utarbeidet	Jonatan Wiede	Banafshe Heidar

Innholdsfortegnelse

1. Innledning 3

2. Grunnlag 4

2.1. Topografi 4
2.2. Kvartærgeologi 5
2.3. Eksisterende grunnundersøkelser 6

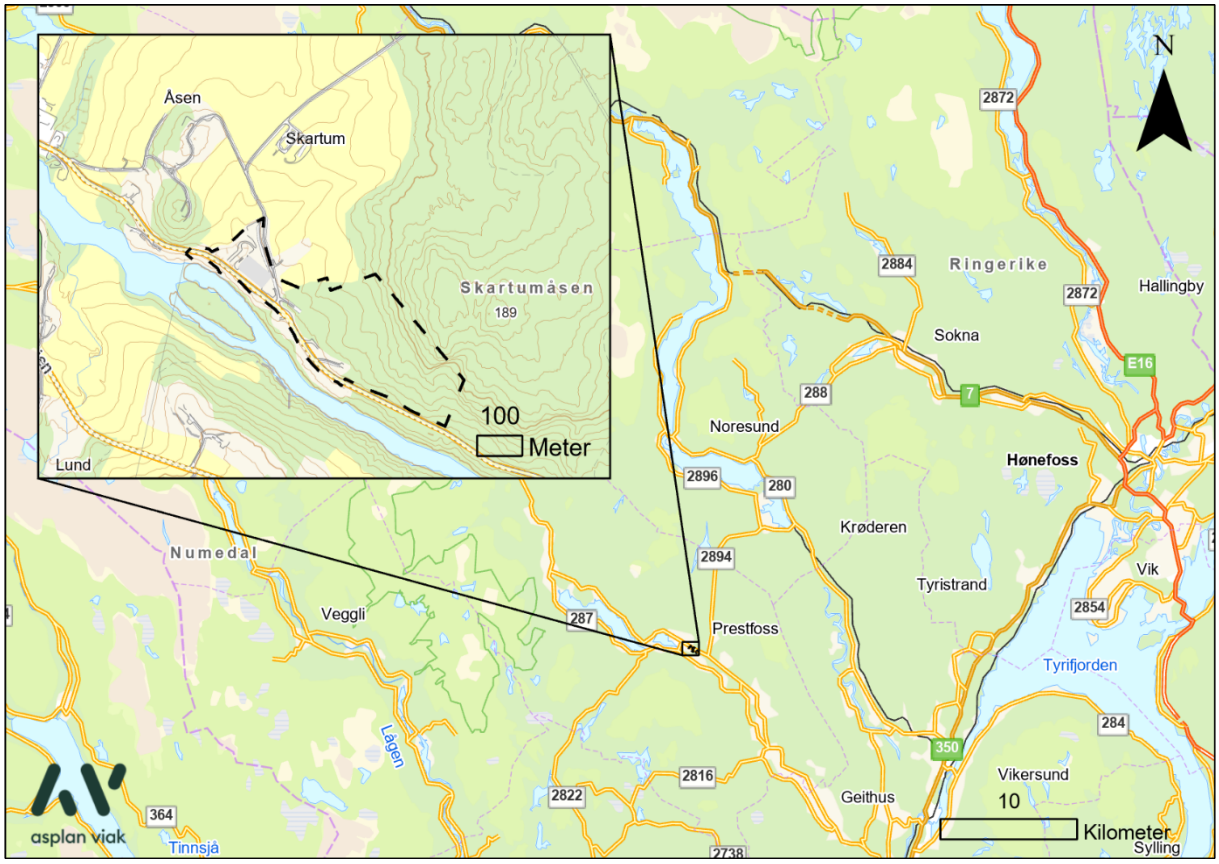
3. Utredning av områdestabilitet 7

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området 7
Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire 8
Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred 9
Steg 4: Bestem tiltakskategori 10
Steg 5: Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde 11
Steg 6: Befaring 12
Steg 7: Gjennomfør grunnundersøkelser 12
Steg 8: Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder 14
Steg 9: Klassifiser faresoner 15
Steg 10: Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet 17
Steg 11: Meld inn faresoner og grunnundersøkelser 20
Konklusjon 20

4. Referanser 22

1. Innledning

Asplan Viak er kontrahert av Sigdal kommune i forbindelse med detaljregulering av Skartumhagan. Hensikten til reguleringen er å legge til rette for forretninger og offentlig tjenesteyting, i form av hagesenter, plasskrevende handel, brannstasjon og annen offentlig tjenesteyting. Planområdet er lokalisert langs riksvei 287, øst i Prestfoss, Buskerud, på Østlandet. En oversikt over tiltakets lokasjon er vist i Figur 1.



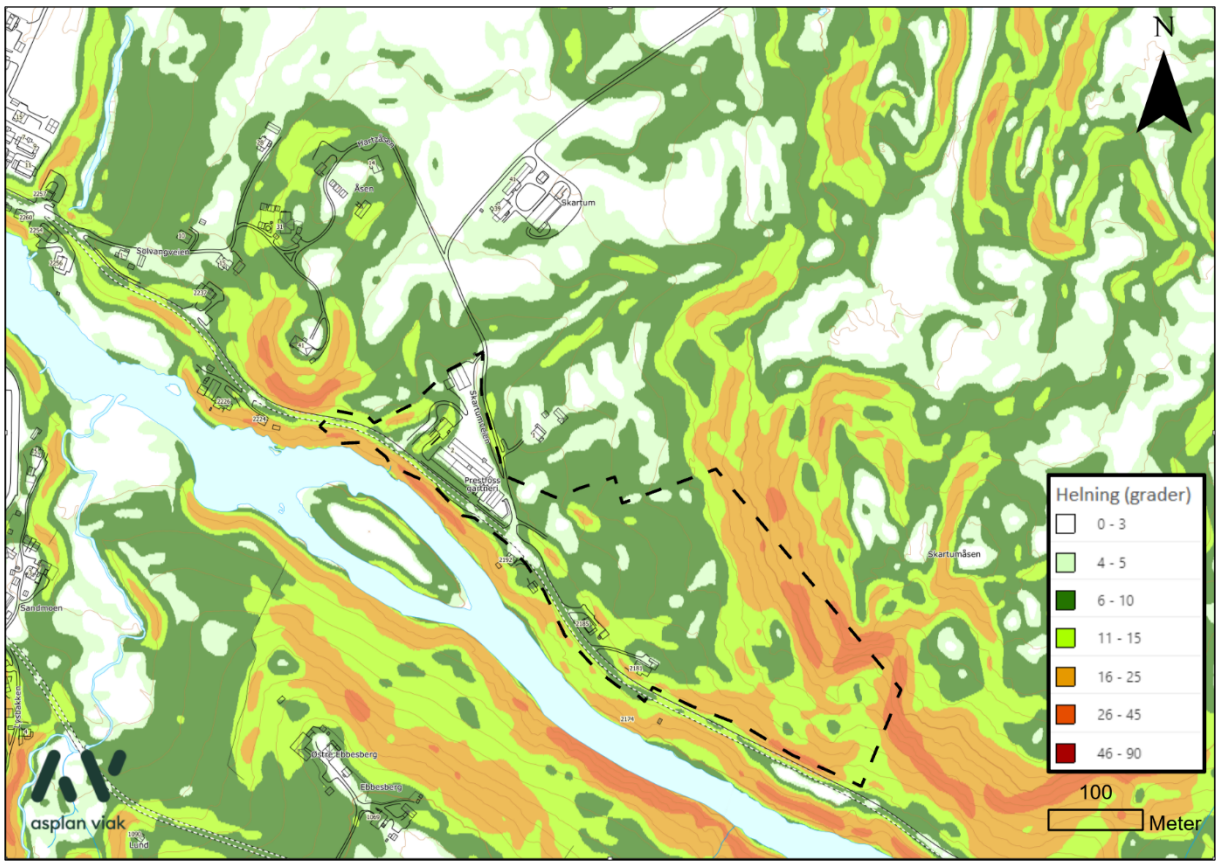
Figur 1: Oversiktskart med planavgrensning illustrert med sort stiplet linje.

På bakgrunn av detaljeringsnivået og krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger i Byggteknisk forskrift (TEK17) skal samtlige steg i prosedyren til NVEs veileder 1/2019 utredes, med mindre det konkluderes med at planområdet ikke innehar en fare for områdeskred [1] [2].

2. Grunnlag

2.1. Topografi

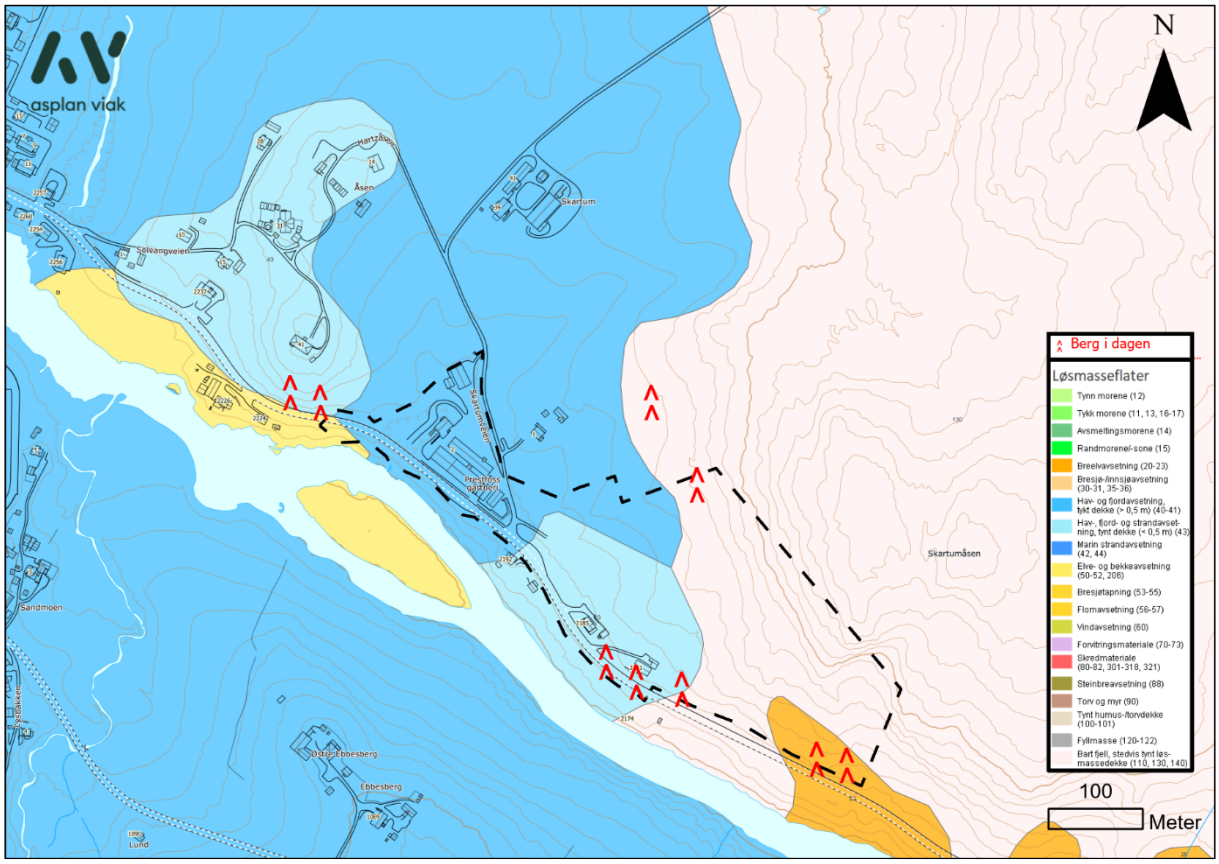
Langs planområdet preges terrenget av en relativt bratt skråning ned mot elven, Simoa, sørvest for riksvei 287 og planområdet [3]. På oversiden av riksvei 287 har terrenget generelt en slakere karakter, med unntak av planområdets sørøstlige del hvor helningen preges av en bergskjæring og bratt terreng. En oversikt over helningen i området er vist i Figur 2.



Figur 2: Kart med helningen til terrenget ved planområde, hvor planavgrensning er illustrert med sort stiplet linje [3].

2.2. Kvartærgeologi

Det kvartærgeologiske kartet til Norges geologiske undersøkelse (NGU) indikerer at grunnforholdene i hovedsak består av marine avsetninger, med ulik mektighet nordvest på planområdet [4]. I tillegg er det kartlagt en ravinedal nordvest for Prestfoss gartneri. Den sørøstlige delen av planområdet er kartlagt som bart fjell og breelvavsetning (Glasifluvial avsetning) [4]. En oversikt over det kvartærgeologiske kartet til NGU er illustrert i Figur 3.



Figur 3: Kvartærgeologisk kart med identifisert berg i dagen [4]. Planavgrensning er illustrert med sort stiplet linje.

Det bemerkes at kvartærgeologiske kart kun gir en indikasjon på stratigrafiens øverste del, hvor underliggende grunnforhold med andre egenskaper ikke kan utelukkes.

Ved hjelp av befaring av området, historiske flyfoto og Google maps street view er også tilstedeværelsen av berg i dagen undersøkt langs traséen [5] [6]. Kartlagt berg i dagen er også illustrert i Figur 3.

2.3. Eksisterende grunnundersøkelser

I det foreliggende delkapittelet er relevante eksisterende grunnundersøkelser innhentet fra NADAG (Nasjonal database for grunnundersøkelser) og beskrevet [7].

2.3.1. Grunnundersøkelser for ny tannklinikk i Prestfoss sentrum

I 1991 utførte Statens vegvesen grunnundersøkelser i forbindelse med etableringen av en ny tannklinikk i Prestfoss sentrum, ca. 700 meter vest for tiltaket [8]. Grunnundersøkelsene ble utført ved to lokasjoner, A og B, og omfattet henholdsvis fem og fire sonderinger. I tillegg ble det gjennomført prøvetakning i to punker ved lokasjon A, som indikerer at løsmassene består av en siltig leire med sprøbruddegenskaper [8].

2.3.2. Sigdal kommune Sentraladministrasjon

I forbindelse med en detaljregulering av Prestfoss sentrum utførte Løvlien Georåd geotekniske grunnundersøkelser i Prestfoss sentrum, ca. 700 meter vest for tiltaket. Det ble utført totalt ni totalsonderinger, to trykksonderinger, tre trykksonderinger og installert fire poretrykksmålere [9]. Løvlien Georåd oppgir i sin datarapport at løsmassemektigheten i området er mellom 9 og 17 meter i området. Overliggende løsmasser består generelt av tørrskorpeleire over en siltig leire, med påvist sprøbruddegenskaper i to borpunkter [9]. Grunnundersøkelsene ble gjennomført i forbindelse med en utredning av områdestabilitet, som resulterte i en faresone for områdeskred ved Prestfoss sentrum [10].

2.3.3. Grunnvanns- og energibrønner

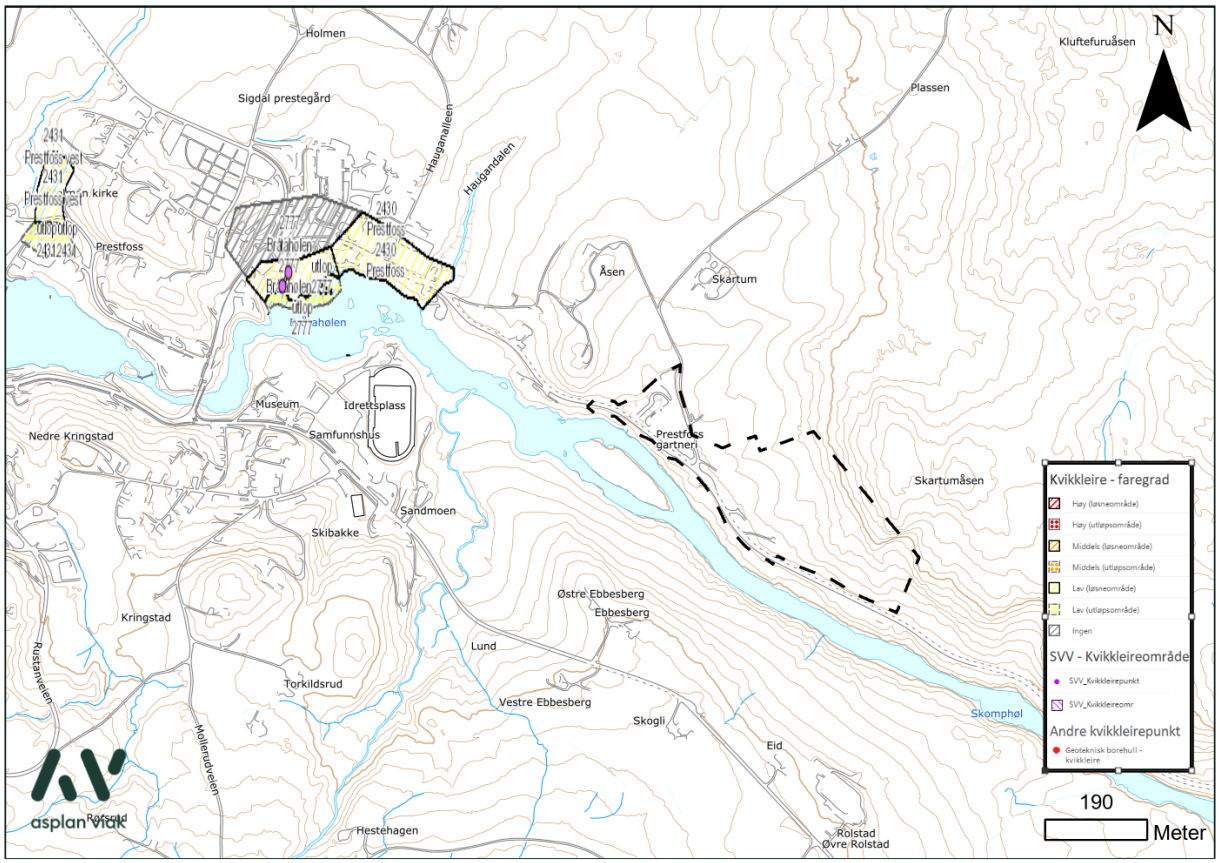
Det er boret flere grunnvannsbrønner i området [11]. En boring midt på planområdet, ved Prestfoss gartneri, indikerer at det er 11 meter til berg, mens en boring ca. 200 meter nordøst for Skartum gård indikerer 0,3 meter med løsmassemektighet. I tillegg oppgir gårdeier ved at det er boret to brønner med mellom fem og seks meter til berg rett vest for Skartum gård.

3. Utredning av områdestabilitet

Det er gjennomført en punktvis utredning av områdestabilitet i henhold til prosedyren i NVEs veileder 1/2019 for å tilfredsstille krav i Byggteknisk forskrift (TEK17) [1]. Dersom det under gjennomgang av prosedyren kan konkluderes med at tiltaket ikke innebærer fare for områdeskred avsluttes utredningen [2].

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området

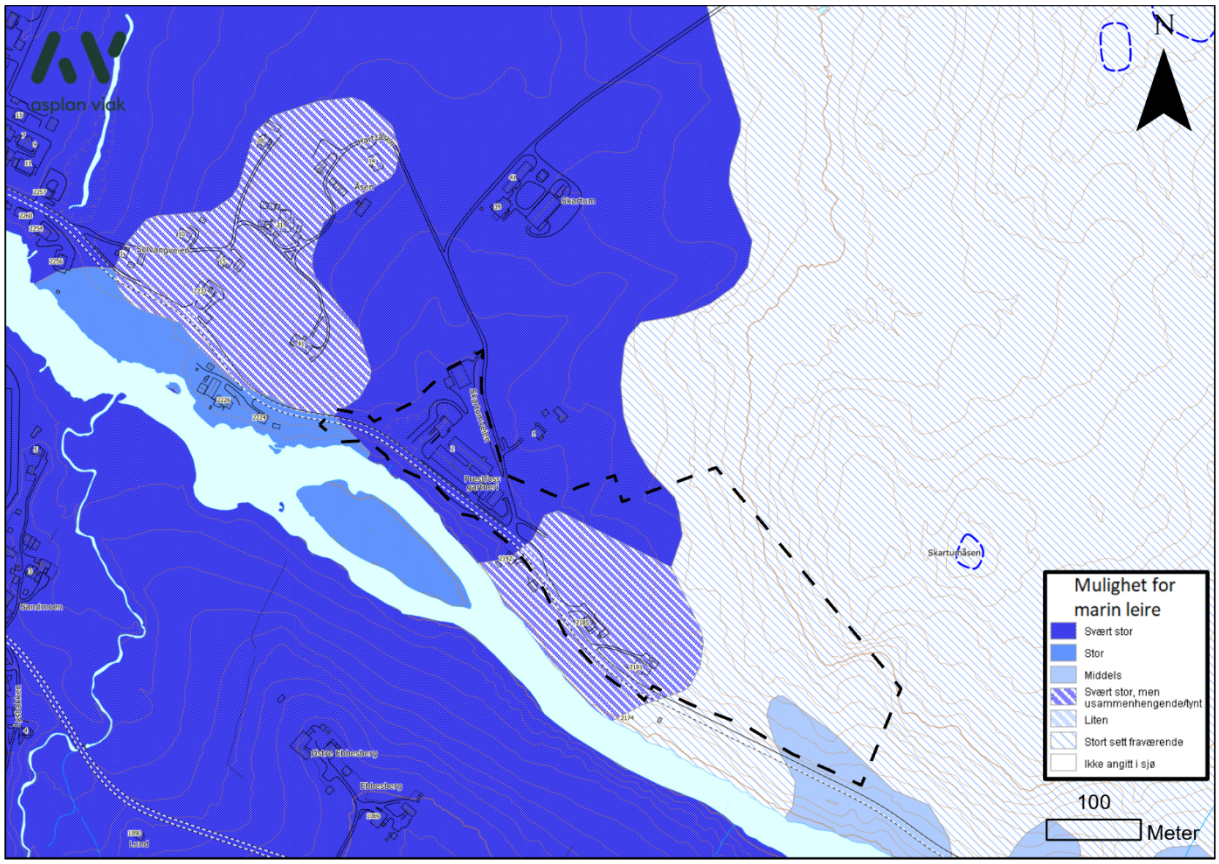
Planområdet er ikke lokalisert innenfor en faresone, men det er tre kartlagte faresoner (kvikkleiresoner) i nærhet planområdet [10]. Faresonene har lav faregrad og er registrert som *Prestfoss*, *Bråtaholen* og *Prestfoss Vest*. I tillegg er et område nord for *Bråtaholen* og vest for faresonen *Prestfoss* kartlagt uten fare. En oversikt over faresoner, kvikkleirepunkter og området uten fare er illustrert i Figur 4.



Figur 4: Kartlagt kvikkleiresoner og punkter ved planområdet [10]. Planavgrensning er illustrert med sort stiplet linje.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Den marine grensen er ca. 183 meter over havet [4]. Det innebærer at marine avsetninger kan forekomme på planområdet. I henhold til NGU sitt kartlagt «Mulighet for marin leire» kategoriseres grunnforholdene nordvest på planområdet å hovedsakelig ha en *Svært stor* mulighet for marin leire. På resterende del av planområdet er muligheten for marin leire i området kategorisert som M*iddels*, *Svært stor, men usammenhengende/tynt* og *stort sett fraværende* mulighet for marin leire, som illustrert i Figur 5.



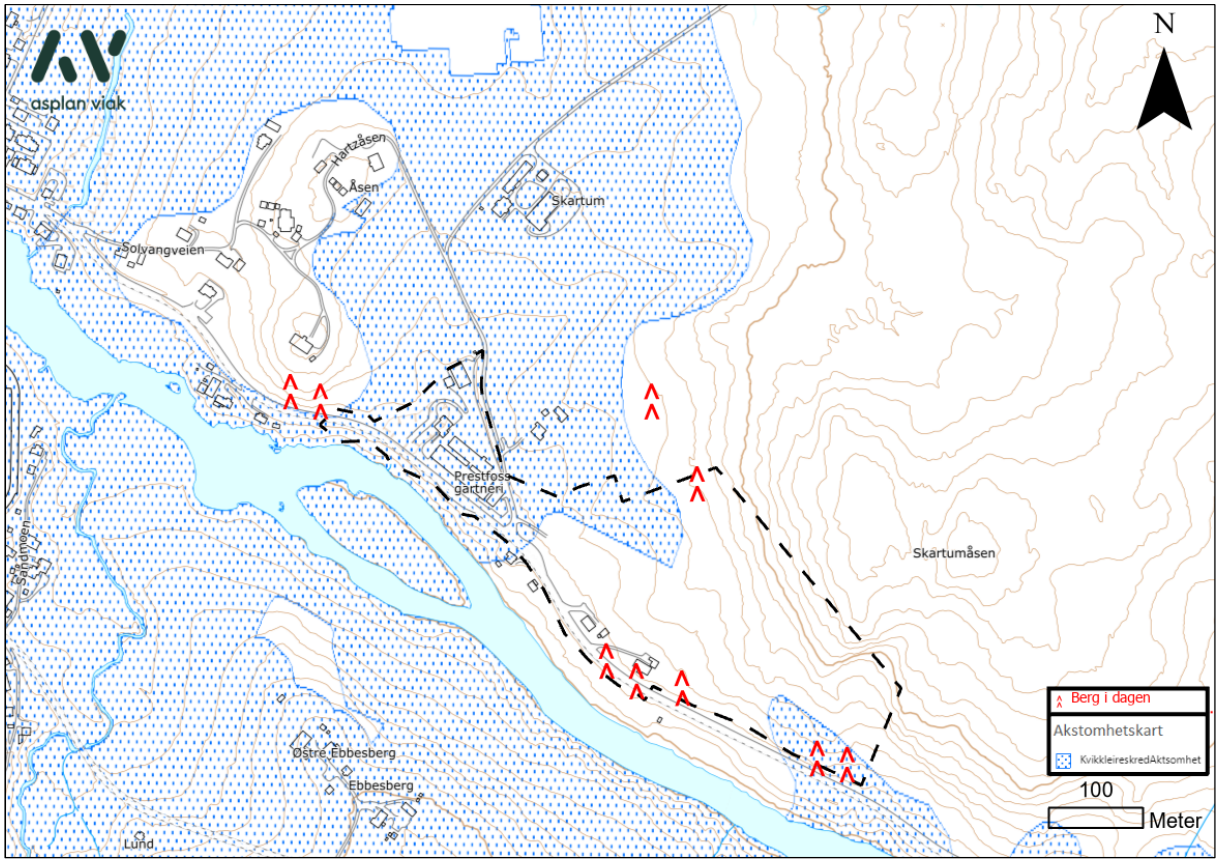
Figur 5: Oversikt over muligheten for marin leire på planområdet [4]. Planavgrensning er illustrert med sort stiplet linje.

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Områder utsatt for områdeskred inkluderer både løsneområder og utløpsområder, med følgende terrengkriterier:

- Terreng som kan inngå i løsneområder innebærer områder med marin leire og total skråningshøyde på over 5 meter, eller områder med jevnt hellende terreng brattere enn 1:20, som i tillegg innehar en total høydeforskjell på over 5 meter [2].
- Terreng som kan inngå et utløpsområde innebærer et område lik tre ganger lengden til et overliggende løsneområde [2].

For å vurdere mulige løsne- og utløpsområder for områdeskred er NVEs aktsomhetskart for kvikkleire benyttet [10]. Aktsomhetskartet hensyntar både terrengkriteriene i NVEs veileder og områder med mulighet for marin leire, beskrevet ovenfor [2]. Aktsomhetskartet er presentert i Figur 6.



Figur 6: Aktsomhetskart for kvikkleireskred vist i blå skravur [10]. Planavgrensning er illustrert med sort stiplet linje.

Områdene utenfor aktsomhetsområdet, vist i Figur 6, kan friskmeldes i henhold til NVEs veileder 1/2019 [2]. For resterende områder må utredningen fortsette i steg 4.

Steg 4: Bestem tiltakskategori

En tiltakskategori skal fastsettes med bakgrunn i konsekvensen dersom et områdeskred ved tiltaket oppstår i henhold til NVEs veileder 1/2019 [2]. Med bakgrunn i at detaljreguleringen skal legge til rette forretning, næring og offentlig tjenesteyting er tiltakskategori K4 fastsatt for tiltaket. Dette er i tråd med eksempeltiltakene i NVEs veileder 1/2019, vist i Tabell 1, der tiltaket har viktige samfunnsfunksjoner, ettersom det blant annet skal legges til rette for etableringen av en brannstasjon.

Tabell 1: Tiltakskategorier og eksempeltiltak i NVEs veileder 1/2019, der aktuell tiltakskategori er utringet i grønn.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	**Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer** Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	**Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer** Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	**Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting** Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	**Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi** Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	**Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner** Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Sikkerhetskrav

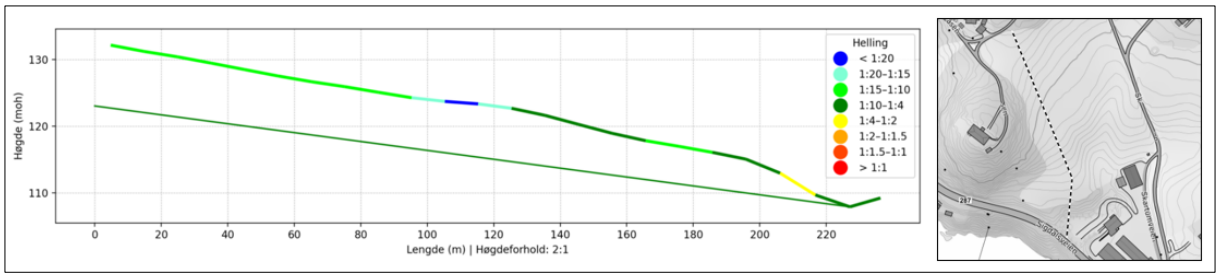
I henhold til kapitel 3.3.6 i NVEs veileder 1/2019 innebærer tiltakskategori K3 og K4 følgende sikkerhetskrav [2]:

- Tiltakskategori K3 og K4 innebærer soneutredning både dersom tiltaket ligger i et løsneområde og dersom tiltaket ligger i et utløpsområde for skred. I tillegg må erosjon som kan ramme tiltaket forebygges [2].
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1{,}40$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\varphi}$ økes prosentvis i henhold til Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVEs veileder 1/2019 [2].
- Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}40 * f_s$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene [2].

- Tiltakskategori K3 og K4 utløser krav til uavhengig kvalitetssikring av et uavhengig foretak [2].

Steg 5: Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Asplan Viak har ikke kjennskap til grunnforholdene på planområdet, da det tidligere kun er utført grunnundersøkelser ca. 700 meter vest for Skartumhagan. Basert på grunnvannsboringer på planområdet anslås det å være opptil 12 meter løsmassemektighet ved Prestfoss gartneri [11]. Videre er topografien innenfor aktsomhetsområdet relativt slak med unntak av skråningen ned mot Simoa, på sørsiden av Sigedalsveien, og skråningen i vest på planområdet. En oversikt over helningen innenfor planområdet er vist i Figur 2, mens det kritisk snittet og en inntegnet 1:15-linje vest på planområdet er vist i Figur 7.



Figur 7: Kritisk skråning med inntegnet 1:15-linje og plassering vest på planområdet [3].

Det foreligger ikke tilstrekkelig grunnlag for å friskmelde sikkerheten mot områdeskred. Utredningen fortsetter i prosedyrens steg 6.

Steg 6: Befaring

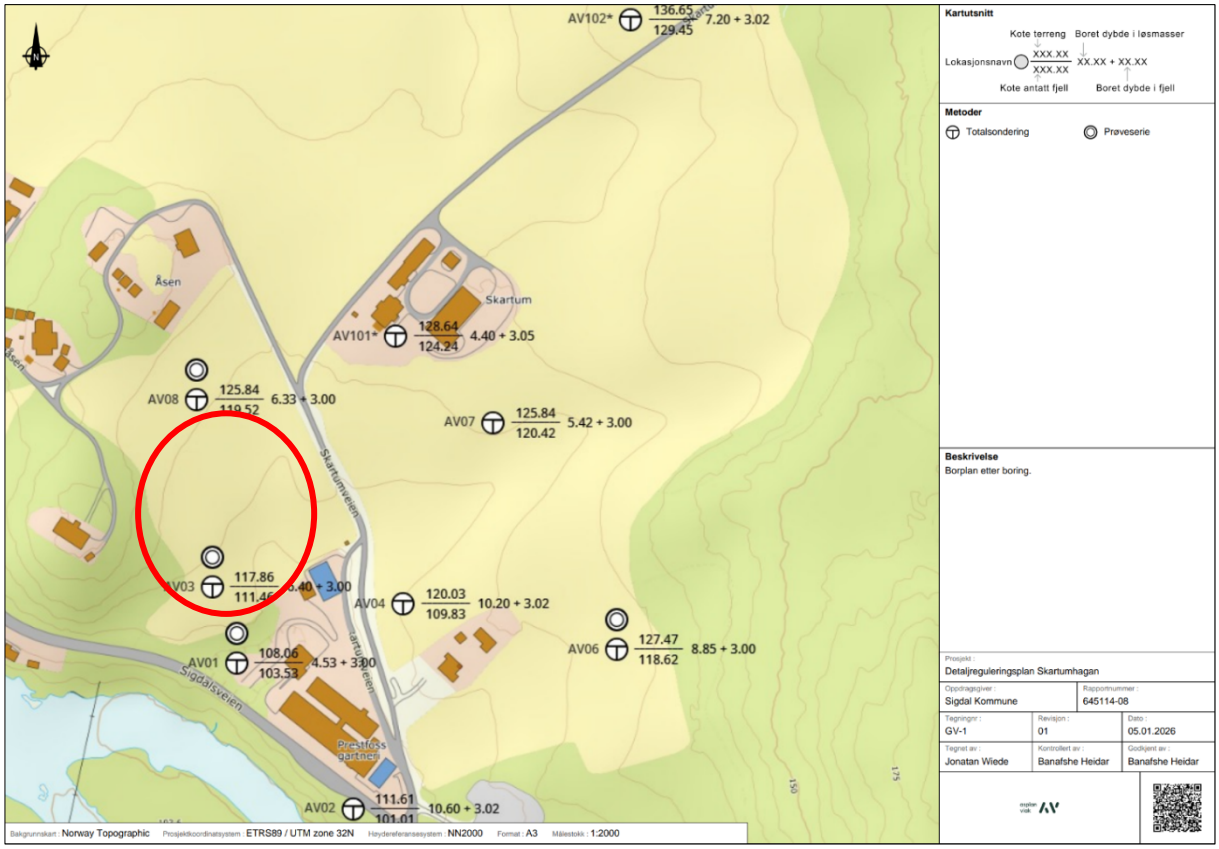
Den 26.08.2025 utførte geoteknikker i Asplan Viak befaring ved planområdet. Hensikten er var å kartlegge berg i dagen, undersøke topografien og identifisere geotekniske problemstillinger. Generelt stemmer kartlagt berg i dagen godt overens med det kvartærgeologiske kartet, som vist i Figur 3. Det ble under befaring observert at grunnforholdene på det sørøstlige delen av planområdet stedvis består av en sandig morene i stratigrafien øverste lag. Observasjonene ble gjort ved to utgravde løsmasserskjæringer, én ca. 50 meter sørøst for Prestfoss gartneri og én ved eiendommen i Sigdalsveien 2185, hvor et bilde fra førstnevnte lokasjon er vist i Figur 8.



Figur 8: Sandig morene. Bildet er tatt av geotekniker i Asplan Viak ca. 50 meter sørøst for Prestfoss gartneri under befaring.

Steg 7: Gjennomfør grunnundersøkelser

Den 09.12.2025 ble det utført grunnundersøkelser på planområdet. Grunnundersøkelsene omfattet ni totalsonderinger og prøvetakning i fire borpunkter [12]. En oversikt over utførte grunnundersøkelser er vist i borplanen, som er gjengitt i Figur 9.



Figur 9: Borplan med oversikt over utførte grunnundersøkelser på Skartumhagan. Område hvor løsmasser med sprøbruddegenskaper ikke kan utelukkes basert på utførte grunnundersøkelser er utringet i rødt.

Løsmassemektigheten varierer mellom 4,4 og 10,6 meter. Totalsonderingene indikerer i hovedsak faste friksjonsmasser, hvor det ble benyttet en matekraft på om lag 10 KN. I den vestlige delen av og vest for planområdet indikerer derimot sonderingene en lavere boremotstand, hvor det ble benyttet en matekraft på omtrent 5 KN [12]. Én prøve fra 4,0 til 5,0 meter i borpunkt AV03, vest på planområdet, klassifiseres som sprøbruddmateriale. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale i øvrige prøvetatte dybder eller i andre borpunkter [12]. En ytterligere beskrivelse av grunnundersøkelsene er gitt i *645114-08-RIG-RAP-01-Ver01-Detaljregulering Skartumhagan - geoteknisk datarapport* [12].

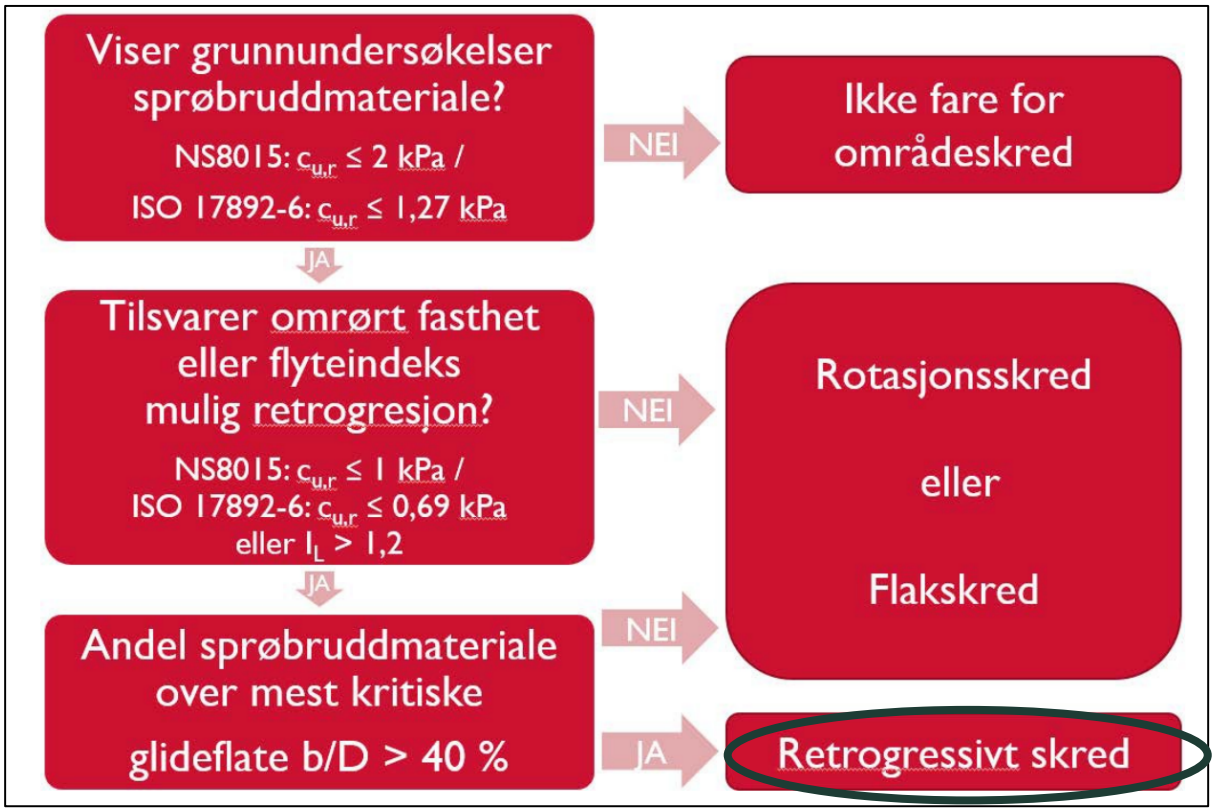
Basert på eksisterende grunnundersøkelser kan faren for områdeskred friskmeldes innenfor hele planområdet med unntak av skråningen vest på planområdet, ved AV03, som er utringet i rødt. For denne skråningen må prosedyren fortsette i neste steg.

Det bemerkes at området nord for planområdet, fra Skartumveien og nordøstover til enden av jordene, hvor aktsomhetsområdet vist i Figur 6 avsluttes, også kan friskmeldes på bakgrunn av påviste faste masser i de utførte grunnundersøkelsene. Dette inkluderer eksisterende bebyggelse ved Skartumveien 1 og Skartum gård.

Steg 8: Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

I skråningen vest på planområdet har én stk sylinderprøve, fra 4-5 meter i borpunkt AV03, lavere omrørt skjærfasthet enn 0,69 kPa etter ISO 17892-6. Basert på tilhørende sondering kan det ikke utelukkes sprøbruddmateriale fra 3-4 meter, da det ikke ble tatt prøver i denne dybden da det ikke ble vurdert nødvendig basert på prosjektets omfang, tolket totalsondering og begrenset løsmassemektighet. Følgelig er det konservativt lagt til grunn sprøbruddmateriale fra 3 til 5 meter dybde i AV03, hvor det totalt er 6,4 meter til berg.

Med utgangspunkt i beregnet kritisk glideflate, vist i GV001, er b/D forholdet om lag 1,5/4,2 = 36%. Basert på av avstanden mellom borpunktene og usikkerheten vedrørende tykkelsen kan et b/D-forhold på 40% ikke utelukkes og retrogressiv skredmekanisme vurderes konservativt som mest aktuell i henhold til Figur 4.3 i NVEs veileder 1/2019, gjengitt under i Figur 10 [2].



Figur 10: Flytskjema for vurdering av aktuelle skredmekanismer. Hentet fra NVEs veileder 1/2019 (Figur 4.3) [2].

På grunn av inhomogene grunnforhold med utpreget lagdeling og variasjon i skjærfasthet er det i tillegg særlig behov for å undersøke sammensatte skjærflater i tråd med anbefalingene i Statens vegvesens håndbok N-V220, geoteknikk i vegbygging [13].

For å avgrense mulig løsne- og utløpsområder til området vest på planområdet, der det ikke kan utelukkes sprøbruddmateriale, er NVE sitt aktsomhetskart, utførte grunnundersøkelser og områdets topografi benyttet.

Et mulig løsneområde avgrenses i vest av aktsomhetskartet, som avsluttes på grunn av tynt løsmassedekke. Videre avgrenses et mulig løsneområde i sør og nord av utførte grunnundersøkelser, i henholdsvis AV01 og AV08, hvor det ikke er påvist løsmasser med sprøbruddegenskaper. I øst avgrenses det mulige løsneområdet på bakgrunn av en vurdering av eksiterende grunnundersøkelser, som lengre øst, i AV04, AV07 og AV101 indikerer faste masser, kombinert med topografien, hvor det er en forsenkning i terrenget som vurderes å stoppe den retrogressive utviklingen og følgelig avgrenser løsneområdet.

Tilhørende utløpsområdet er fastsatt basert på løsneområdets lengde og topografien i området, hvor store deler av et mulig skred vil kanaliseres og fraktes nedover med elven.

Steg 9: Klassifiser faresoner

Videre er klassifisering av en faresone i området vest på planområdet utført i henhold til kapitel 4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 [14].

Vurdering av faregradklasse

Basert på nedenstående faktorer resulterer beregningen av faregradklasse i en total poengsum på 11 poeng. Som vist i Tabell 2 innebærer dette lav faregrad, som er mellom 0 og 17 poeng. Bakgrunnen for valgt faregradklasse er konservativt antatt mulighet for lav tidligere skredaktivitet og noe høy overkonsolideringsratio, samt en høy påvist sensitivitet i utførte grunnundersøkelser.

Tabell 2: Klassifisering av faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score 3	2	1	0	Score	Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	2	4
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	1	2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	0	0
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen		
Sum		51	34	17	0		11
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		22 %

Vurdering av konsekvensklasse

Basert på nedenstående faktorer resulterer beregningen av konsekvensklasse i en total poengsum på 15 poeng. Som vist i Tabell 3 innebærer dette en alvorlig konsekvensklasse, som er mellom 7 og 22 poeng. Bakgrunnen for konsekvensklassen er næringsbygget og Sigdalsveien, samt liten mulighet for oppdemning og påfølgende flodbølge.

Tabell 3: Klassifisering av konsekvensklasse.

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score 3	2	1	0	Score	Poeng
Boligenheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen	0	0
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	3	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2	4
Toglinje, baneprioritet	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0
Oppdemming og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	1	2
Sum poeng		45	30	15	0		15
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33 %

Vurdering av risikoklasse

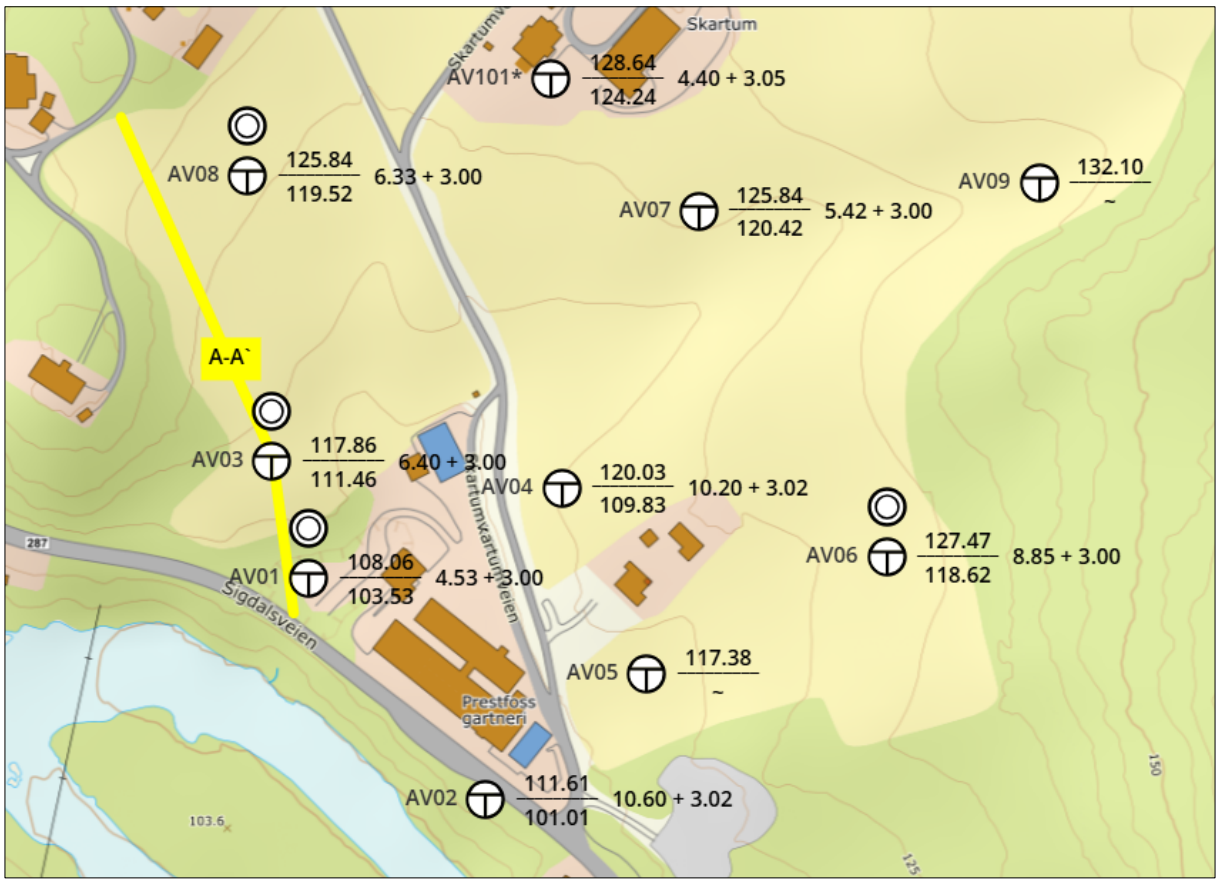
I henhold til NVEs Ekstern rapport 9/2020 er risiko er lik skadekonsekvens multiplisert faregrad. Risiko er inndelt i fem klasser og regnes ut ved å multiplisere prosenttallet av maksimal verdi for Fareklasse og Konsekvensklasse med hverandre, som vist under:

$$\%-tallet\ for\ faregrad \times \%-tallet\ for\ skadekonsekvens = 33 \times 22 = 726$$

Det resulterer i en risiko med poengverdi lik 726 som innebærer risikoklasse 3 [14].

Steg 10: Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

For å dokumentere sikkerheten til faresonen er det utført stabilitetsberegninger i ett snitt, A-A, i forbindelse med detaljreguleringen ved Skartumhagan. Snittet er illustrert i Figur 11. Stabilitetsberegningene omfatter kun dagens situasjon, da detaljreguleringen ikke innebærer noen endringer i dette området.



Figur 11: Plassering av snitt A-A i utklipp av borplan med eksisterende grunnundersøkelser.

Stabilitetsanalysene er utført ved Geosuite Stability og Beast 2003-beregningsmetoden. Metoden baserer seg på grenselikevekts og implementerer en versjon av lamellemetoden. Denne oppfyller kravene til både kraft- og momentlikevekt, hvor det automatisk søkes etter kritisk sirkulær glideflate innenfor forhåndsdefinerte variasjonsområder.

Beregningene er utført med:

1) Drenert effektivspenningsanalyse (aφ-analyse).

2) Udrenert totalspenningsanalyse med anisotrop jordmodell (ADP-analyse).

Stabilitetsanalyse av udrenerte situasjoner er utført ved anvendelse av anisotropifaktorer i henhold til anbefalingen i NIFS-rapport nr. 14/2014 [15]. Det er konservativt antatt en plastisitet på mindre enn 10%, da fastsettelse av plastisiteten i laboratorieundersøkelsene ikke var mulig. Dette innebærer at følgende anisotropifaktorer ble benyttet:

$$C_{uD} = 0{,}63\ C_{uA}$$

$$C_{uE} = 0{,}35\ C_{uA}$$

Lagdeling og laster

Tolket lagdeling er basert på utførte felt- og laboratorieundersøkelser. Grunnvannsnivået er konservativt tolket å være lokalisert omtrent én meter under terreng, da det ikke er utført poretrykksmålinger i området. For å hensynta gårdsdriften på jordet ovenfor planområdet er det benyttet en jevnt fordelt last på 19,5 kPa, i 5 meter bredde i toppen av skråningen. Videre er det ikke benyttet noen laster som er gunstige for skråningsstabiliteten.

Materialparametere

Benyttede materialparameterne er fastsatt basert på utførte grunnundersøkelser og erfaringsverdier i Tabell 3.6.2-1 i Statens Vegvesens Håndbok N-V220 [13]. En oversikt over benyttede materialparametere er presentert i Tabell 4, hvor friksjonsmaterialet er en siltig sand/sandig silt, mens kohesjonsmaterialet og sprøbruddmaterialet er en leirig sandig silt.

*Tabell 4: Benyttede materialparametere. *Se C-profil i neste avsnitt.*

Materiale	Tyngdetetthet $\gamma\ [kN\ /\ m^3]$	Friksjonsvinkel $\varphi\ [^\circ]$	Kohesjon $c\ [kPa]$	Skjærfasthet $s_u\ [kPa]$
Friksjonsmateriale	20,0	32,0	0,0	-
Kohesjonsmateriale	20,0	26,0	0,0	C-profil*
Sprøbruddmateriale	20,0	24,0	0,0	C-profil*
Morene	20,0	33,0	0,0	-

C-profil

I området er det ikke utført CPTu-sonderinger eller treaksialforsøk, som ifølge anbefalingene i NIFS-rapport nr. 77/2014 skal vektlegges sterkes ved tolkning av udrenert skjærfasthet [16]. Fra Delprosjekt Kvikkleire (NIFS), «Valg av karakteristisk cuA – profil basert på felt – og laboratorieundersøkelser) er det også kjent at effektive overlagring påvirker den udrenerte skjærfasthet [16].

Terrenget i området tilsier at det er mulig å forutsette tidligere overlagring, med opprinnelig antatt terreng (Z-platå) på kote +123. Det innebærer en høydeforskjell på 5 og 15 meter i henholdsvis bunn (AV01) og topp (AV03) av den kritiske skråningen, med snitt A-A. Formelen og parameterne for utregning av prekonsolideringspenning (Pc), overkonsolideringsforholdet (OCR) og den udrenerte aktive skjærfastheten, basert på SHANSEP, er vist under:

$$C_{uA} = \alpha * OCR^{m} * P_0'$$

Hvor:

C_{uA} = Aktiv udrenert skjærfasthet

α = Konstant (I beregningene ble 0,3 benyttet)

m = Konstant (I beregningene ble 0,7 benyttet)

OCR = Overkonsolideringsforholdet = pc'/p0'

P_c' = Effektiv prekonsolideringsspenning = $(z_{Platå} - z) * \gamma'$

P_0' = Effektiv vertikalspenning = $z * \gamma'$

Tabell 5 viser stegene i utregningen og resultatet fra beregningen av aktiv skjærfasthet ved hjelp av SHANSEP ved AV01 og AV03, henholdsvis i bunn og toppen av den kritiske skråningen ved Snitt A-A. Det er også utført en lik beregning i midten av skråningen. I Tabell 5 er også beregnet skjærfasthet sammenlignet med variasjonsområdet til skjærfastheten fra utførte konus- og enaksialforsøk. Beregnet skjærfasthet er i hovedsak lavere enn resultatene fra laboratoriet, med unntak av i AV01 hvor det ikke er påvist sprøbruddegenskaper og er stor variasjon i utførte konus- og enaksialforsøk.

Tabell 5: Udrenert aktiv og direkte skjærfasthet beregnet ved SHANSEP.

Plassering	Ved AV01								Ved AV03							
Kote	z	Gamma`	Effektiv vertikalspenning	Effektiv prekonsolideringsspenning	OCR	Aktiv udrenert skjærfasthet	Direkte udrenert skjærfasthet (beregnet)	Direkte udrenert skjærfasthet (Lab/CPTU)	z	Gamma`	Effektiv vertikalspenning	Effektiv prekonsolideringsspenning	OCR	Aktiv udrenert skjærfasthet	Direkte udrenert skjærfasthet (Shansep)	Direkte udrenert skjærfasthet (Lab/CPTU)
118																
117									1	20	20	70	3,5	14,4	9,1	
116									1	10	30	80	2,67	17,9	11,3	
115									1	10	40	90	2,25	21,2	13,3	78-127
114									1	10	50	100	2	24,4	15,4	
113									1	10	60	110	1,83	27,5	17,3	18,6-33,5
112									1	10	70	120	1,71	30,6	19,3	
111																
110																
109																
108																
107	1	20	20	170	8,5	26,837651	16,90772									
106	1	10	30	180	6	31,546297	19,87417	7,3 -64								
105	1	10	40	190	4,75	35,716326	22,50129									
104	1	10	50	200	4	39,585237	24,9387									

Resultater stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegningene på effektivspenningsbasis og totalspenningsbasis i snitt A-A resulterte i en sikkerhetsfaktor på henholdsvis $F_{c\varphi}$ = 1,27 og F_{cu} = 1,41. Sikkerhetskravet med en sikkerhetsfaktor på $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$ og $F_{cu} \geq 1{,}40$ er følgelig tilfredsstilt med forbehold om at skråningen står som i dag og stabiliteten ikke forverres. En oversikt over resultatene og stabilitetsberegningene tegningsnummer kan leses ut av Tabell 6.

Tabell 6: Oversikt over resultatene fra stabilitetsberegningene.

Snitt	Analyse	Sikkerhetsfaktor	Tegning	Kommentar
A-A	Effektivspenningsanalyse (aφ)	1,27	GV001	Tilstrekkelig sikkerhet
A-A	Udrenert analyse (s_u)	1,41	GV001	Tilstrekkelig sikkerhet

Steg 11: Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

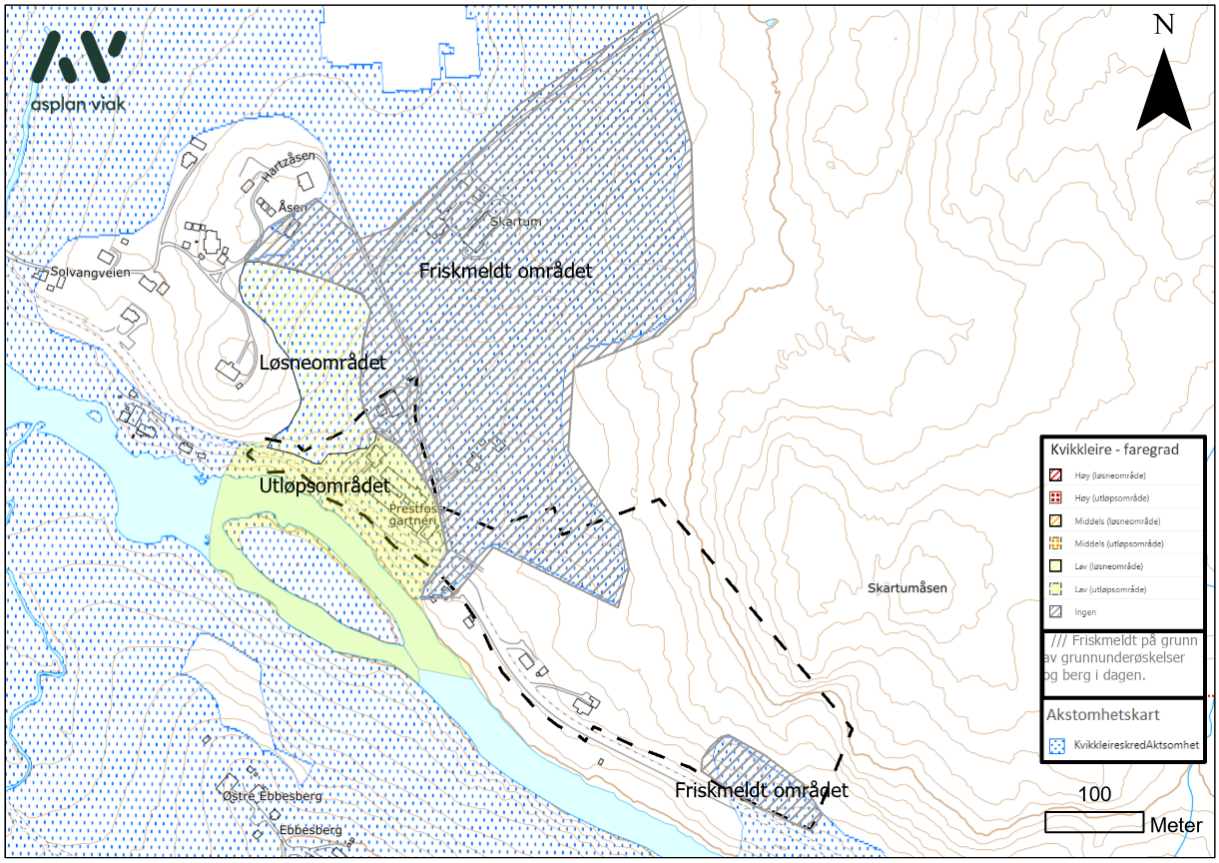
På bakgrunn av utredningens omfang er Terraplan AS engasjert for å gjennomføre en uavhengig kvalitetssikring av utredningen. Terraplan AS er et uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse.

I tråd med forskriften om pliktig innmelding av grunnundersøkelser og naturfareutredninger skal prosjektets faresoneutredning og utførte grunnundersøkelser meldes inn gjennom henholdsvis NVE og NGU sine innmeldingsløsninger etter uavhengig kvalitetssikring av utredingen er gjennomført [17].

Konklusjon

Utredningen av faren for områdeskred ved Skartumhagan er utført til steg 11 i prosedyren til NVEs veileder 1/2019 [2]. Området nordøst for Skartumvegen og hele planområdet med unntak av skråningen vest på planområdet er friskmeldt på bakgrunn av at det er utenfor aktsomhetskartet for kvikkleireskred eller på grunn av grunnundersøkelser som indikerte faste friksjonsmasser, uten mistanke om mulig sprøbruddsegenskaper, som vist i Figur 12.

I området vest på planområdet er det etablert en faresone, «Skartumhagan», som vist i Figur 12. Faresonen har lav faregrad og alvorlig konsekvensklasse. Utførte beregninger, i snitt A-A, resulterte i $F_{c\varphi}$ = 1,27 og F_{cu} = 1,41. Med forbehold om at planlagt tiltak videreføres og det ikke skal gjøres endringer vil ikke tiltaket forverre stabiliteten til skråningen er sikkerhetskravet tilfredsstilt. Videre må detaljprosjekterende ivareta lokalstabiliteten i forbindelse med fyllinger og skjæringer.



Figur 12: Illustrasjon over kartlagt faresone, med løsne- og utløpsområde, samt områder som friskmeldes.

4. Referanser

[1] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift,» 2017.

[2] Norges vassdrags- og energidirektorat., «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder 1/2019,» Norges vassdrags- og energidirektorat., 2020.

[3] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Tilgjengelig: https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/.

[4] Norges geologiske undersøkelse, «Løsmasser- Nasjonal løsmassedatabase,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), [Internett]. Tilgjengelig: http://geo.ngu.no/kart/losmasse/.

[5] Finn.no, «Finn kart,» [Internett]. Tilgjengelig: https://kart.finn.no/.

[6] Google, «Google maps,» [Internett]. Tilgjengelig: https://www.google.com/maps.

[7] Norges geologiske undersøkelse, «Nasjonale databasen for grunnundersøkelser,» NGU, [Internett]. Tilgjengelig: https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/.

[8] Statens Vegvesen, *Grunnundersøkelser for ny tannklinikk i Prestfoss sentrum,* Vegdirektoratet, 1991.

[9] Løvlien Georåd, *Sigdal kommune Sentraladministrasjon,* Løvlien Georåd, 2019.

[10] Norges vassdrags- og energidirektorat, «NVE atlas,» [Internett]. Tilgjengelig: https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#.

[11] Norges geologiske undersøkelse, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Tilgjengelig: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.

[12] Asplan Viak, «645114-08-RIG-RAP-01-Ver01-Detaljregulering Skartumhagan - geoteknisk datarapport,» 2026.

[13] Statens vegvesen, «Håndbok N-V220: Geoteknikk i vegbygging,» Vegdirektoratet, 2025.

[14] Norges geotekniske institutt, «NVE Ekstern rapport nr. 9/2020,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020.

[15] Naturfareprosjektet Delprosjekt Kvikkleire (NIFS), «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» Norges vassdrags- og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket, 2014.

[16] Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire (NIFS), «Valg av karakteristisk cuA – profil basert på felt – og laboratorieundersøkelser,» Norges vassdrags- og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket, 2014.

[17] *Forskrift om pliktig innmelding av grunnundersøkelser og naturfareutredninger,* 2024.


asplan viak