

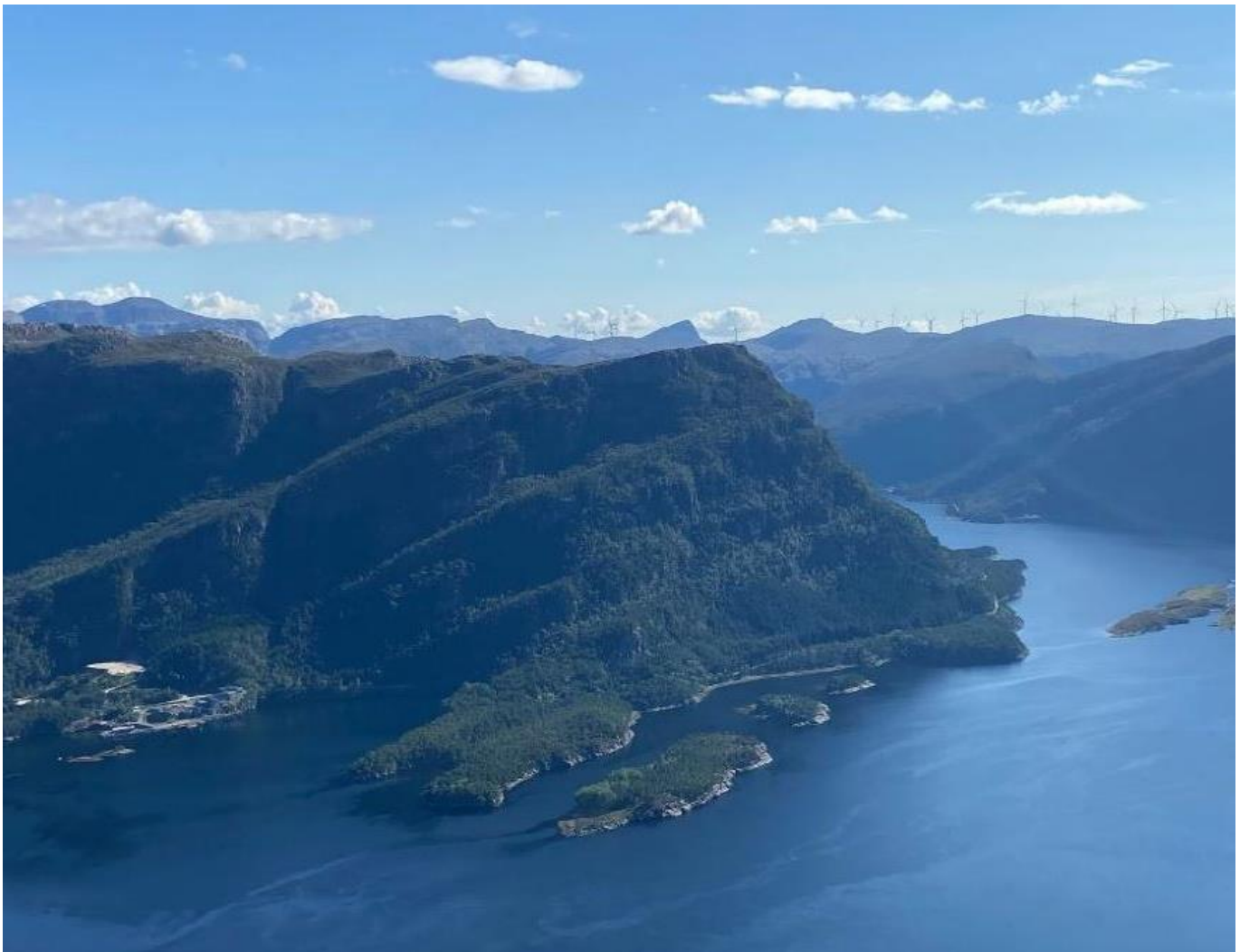
Fortescue Future Industries (FFI)

► Holmaneset Green Ammonia Project

Geoteknisk rammeplan (Geotechnical report for zoning)

FFI DOC.NR: NOR1101-0000-GE-REP-0009

Assignment no.: **52209997** Document no.: **52209997-NO-G-RA-0010** Version: **1** Date: **2024-02-06**



Holmaneset Green Ammonia Project

Geoteknisk rammeplan (Geotechnical report for zoning)

Assignment no.: 52209997 Document no.: 52209997-NO-G-RA-0010 Version: 1

1	2024-02-06	For UAK	KriEks, GeiGod	OeyHoe	KINGOS
0	2024-01-19	For UAK	KriEks, GeiGod	OeyHoe	KINGOS
A	2023-11-09	For kontroll	KriEks	OeyHoe	KINGOS
Version	Date	Description	Prepared by	Checked by	Approved by

This document has been prepared by Norconsult AS as a part of the assignment identified in the document. Intellectual property rights to this document belongs to Norconsult AS. This document may only be used for the purpose stated in the contract between Norconsult AS and the client, and may not be copied or made available by other means or to a greater extent than the intended purpose requires.

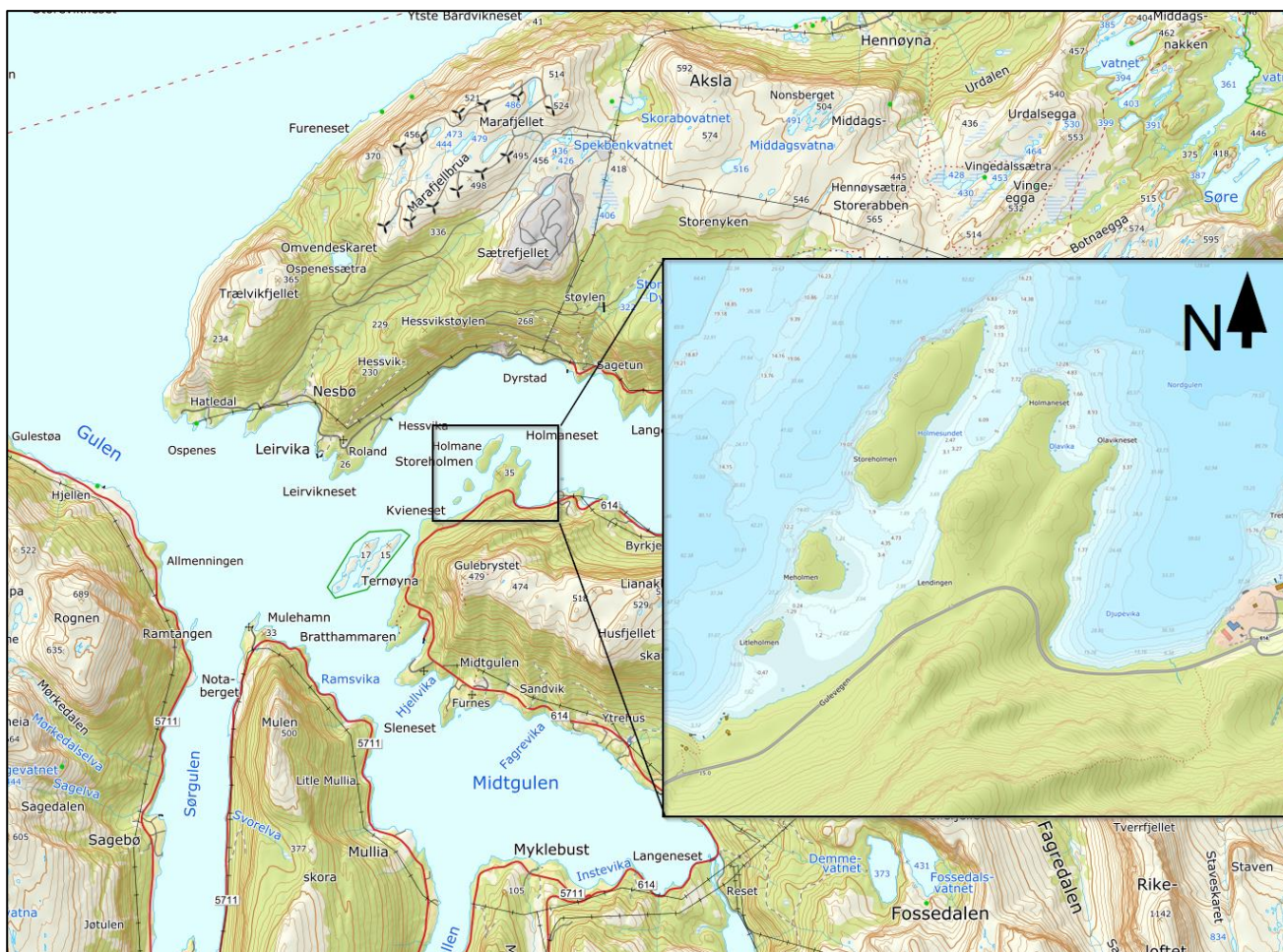
Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Topografi og grunnforhold	8
2.1	Topografi	8
2.2	Grunnforhold og utførte grunnundersøkelser	9
2.2.1	<i>Til sjøs</i>	10
2.2.2	<i>På land</i>	10
3	Prosedyre for områdestabilitetsvurdering	11
4	Skred i bratt terreng	13
4.1	Områdebeskrivelse	13
4.2	Kvartærgeologi og geomorfologi/landformer	19
4.3	Berggrunn	21
4.4	Klima	23
4.5	Historiske skred	26
4.6	Feltbefaring	26
5	Farevurderinger – bratt terreng	28
5.1	Steinsprang	28
5.2	Snøskred	33
6	Konklusjon og anbefaling av sikringstiltak	38
7	Referanser	40

1 Innledning

I forbindelse med detaljregulering av nytt hydrogenanlegg på Holmaneset, Svelgen, Bremanger kommune, er det nødvendig med en vurdering av områdestabilitet og skredfare i bratt terreng.

For situasjonskart, se Figur 1-1. Layout på Holmaneset er vist i Figur 1-2.



Figur 1-1 Oversiktskart for planområdet.



Figur 1-2: Planlagt layout.

Plan- og bygningslovens §28-1 og TEK17 §7-1 [1] stiller krav til plassering, prosjektering og utførelse av bebyggelse slik at det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare og naturpåkjenninger som flom, stormflo og skred. Grunnundersøkelser ble utført våren 2023, og kvikkleire ble påvist i ett borpunkt og sprøbruddmateriale i to andre. Det er ikke tidligere utført grunnundersøkelser i planområdet.

Denne rapporten oppsummerer vurderinger av områdestabilitet for Holmaneset næringsområde. Vurderingene er gjort i forbindelse med områdereguleringen av området. Hensikten er å kunne dokumentere tilfredsstillende sikkerhet mot skred etter TEK17 §7-3.

NVEs veileder 1/2019, «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [2] er lagt til grunn i vurderingene på områdestabilitet. Rapporten er begrenset til vurdering av områdestabilitet og fare for skred i kvikkleire/sprøbruddmaterialer.

NVEs veileder stiller krav om sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,4$ for tiltak i tiltakskategori K4 (større næringsbygg, kontorbygg) der tiltaket ikke forverrer stabiliteten, og for anlegg av begrenset størrelse og tyngde (herunder gang- og sykkelveger) skal tiltaket ikke påvirke områdestabiliteten negativt (tiltakskategori K1). Definisjon av tiltakskategoriene er vist i Figur 1-3.

Dersom tiltakene forverrer stabiliteten, uavhengig av tiltaksklasse, kreves det absolutt beregnet stabilitet $F_{cu} \geq 1,4 \times f_s \geq 1,4 \times 1,15$. For alle tilfeller gjelder $F_{\phi} \geq 1,25$.

Lokalstabilitet, bæreevne, detaljert anleggsgjennomføring, konkret vurdering av setningsproblematikk m.m. er ikke vurdert i denne rapport.

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

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 Massedepoier, 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

Figur 1-3 Tiltakskategorier som definert i NVEs veileder 1/2019.

Sikkerhetskravene for skredfare i bratt terreng som skal legges til grunn ved regulering og byggesak, er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §§ 28-1 og 29-5 med tilhørende byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3 Sikkerhet mot skred. Etter TEK17 §7-3 annet ledd kan; «Sikkerhetskravene i annet ledd kan oppnås enten ved å plassere byggverket utenfor området, slik at sannsynligheten for skred er mindre enn minstekravet i forskriften, eller ved sikringstiltak som reduserer sannsynligheten for skred mot byggverket og tilhørende uteareal, eller ved å dimensjonere og konstruere byggverket slik at det tåler belastningene et skred kan medføre.».

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» [3] beskriver hvordan skredfare bør utredes og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan brukes til å identifisere skredfareområder. Til retningslinjene er NVEs veileder (versjonsdato 12.11.2020) «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak»

tilknyttet, som gir anbefalinger til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivå etter PBL [4].

For skredvurderinger etter NVE skal en vurdere skredfare i forhold til skog og dagens situasjon. Tidvis har fare for sjeldne skredhendelser dels kun blitt vurdert konservativt for situasjon uten skog.

TEK 17 definerer tilfredsstillende sikkerhet mot skred og valg av sikkerhetsklasse som gir største nominelle årlige sannsynlighet for skred. I forhold til reguleringsplanen som dreier seg om industrianlegg, tiltak som klassifiseres til sikkerhetsklasse S3, er det behov for å vurdere faresoner med nominell årlig sannsynlighet til og med 1/5000 per år.

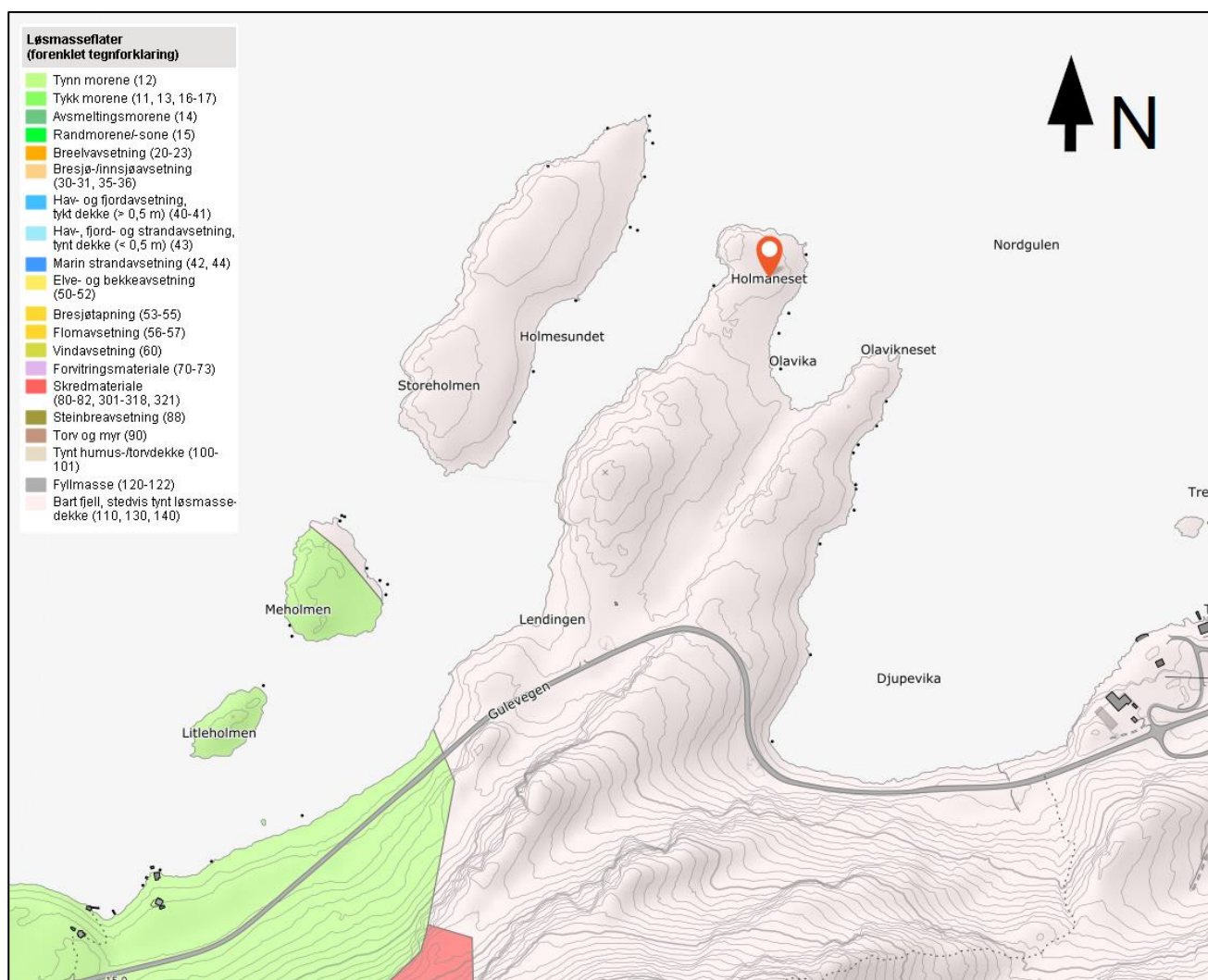
Oppdragsgiver har som plikt å sørge for at det utføres uavhengig kvalitetssikring i henhold til kravene i regelverket.

2 Topografi og grunnforhold

2.1 Topografi

Planområdet ligger vest for Svelgen, ytterst på sørsiden av Nordgulenfjorden, Bremanger kommune. Området er en halvøy med tilhørende holmer og små øyer, Storholmen, Meholmen og Litleholmen.

NGUs løsmassekart viser at området er antatt å bestå av bart fjell/tynt løsmassedekke, med noen områder med moreneavsetning på Meholmen og Litleholmen.

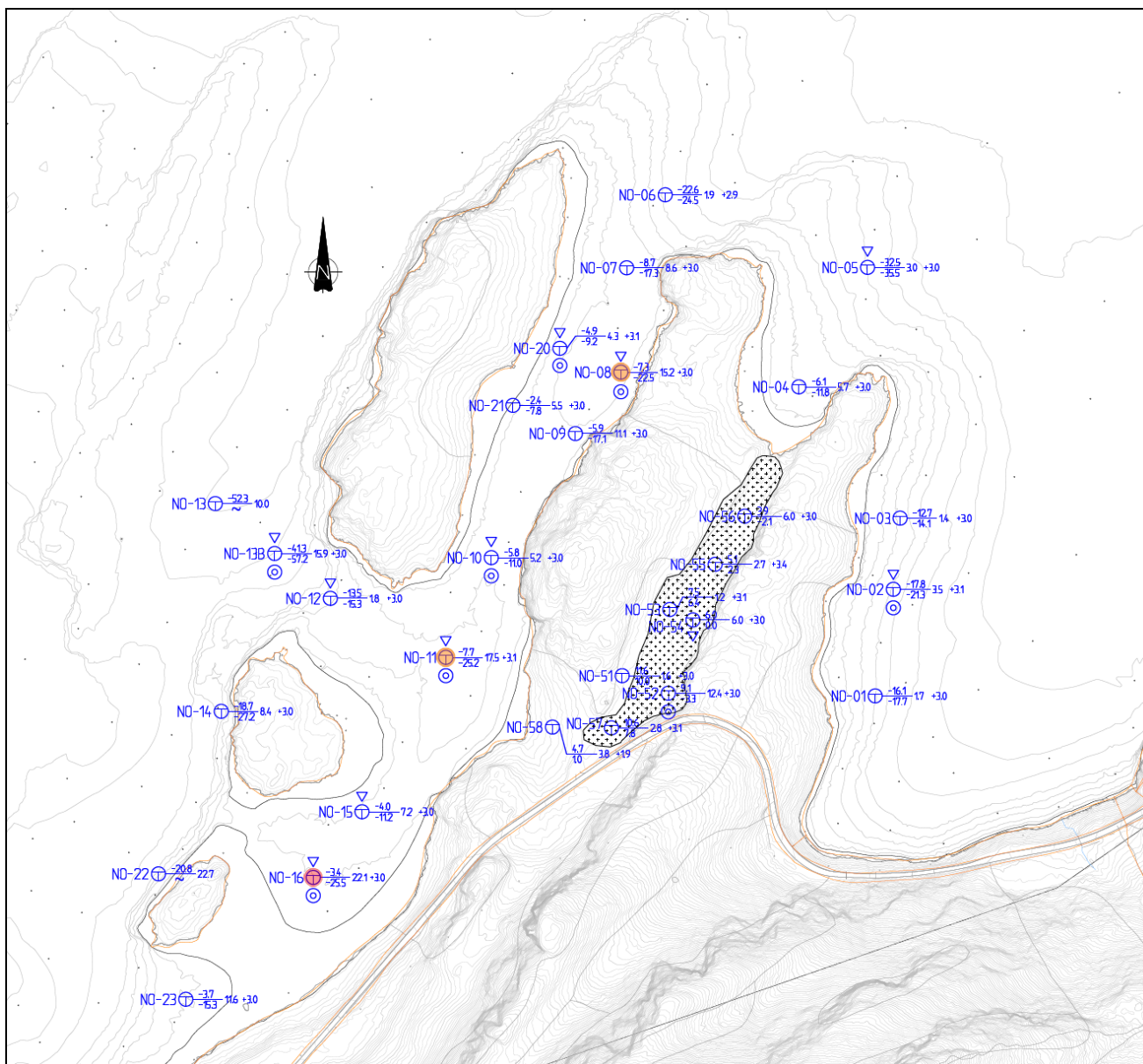


Figur 2-1 Løsmassekart hentet fra NGU Løsmasse (https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).

Terrenget består av oppstikkende berg med lommer av løsmasser mellom bergknausene. Befaring utført vår 2023 [5] fant at det i nordøst-sørvestlig retning på Holmaneset er en myr.

2.2 Grunnforhold og utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser [6] med avmerking av borpunkt med påvist sprøbruddmateriale (oransje) og kvikkleire (rødt) er vist i Figur 2-2. Myr er avmerket med skravur.



Figur 2-2 Utførte grunnundersøkelser i PFS-fasen. Svart prikkete skravur viser myrområdet på land. Oransje farge bak borpunkt viser påvist sprøbruddmateriale. Rød farge viser påvist kvikkleire.

Generelt viste grunnundersøkelsene varierende dybde til berg både til sjøs og på land.

2.2.1 Til sjøs

I øst er det mellom 1,4-3,5 m finsand/siltig leire til berg. I nord er det funnet 5,7 m finsand og siltig leire til berg. Mellom Holmaneset og øyene varierer løsmassedybden mellom 1,9 m (helt i nord, i NO-06) til 22,1 m (helt i sør, mellom Litleholmen og fastlandet). Generelt følger løsmassedybdene topografien, med en økende løsmassemekktighet fra holmene i vest til bergskrenten på Holmaneset/fastlandet i øst i Holmesundet.

2.2.2 På land

Grunnundersøkelsene på land viser varierende dybde til berg, fra ca. 4 m til berg helt i vest i NO-58, til 1,2 m til 12,4 m dybde i myrområdet som ligger nordøst-sørvest på Holmaneset. Her er det ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire i de opptatte prøvene, men humusholdig materiale til ca. 3-4 m dybde etterfulgt av et lag siltig leire over antatt morene til berg (NO-52).

3 Prosedyre for områdestabilitetsvurdering

Tabell 3-1 Prosedyre for utredning av områdeskredfare i henhold til kap. 3.2 i NVE-veileder 1/2019

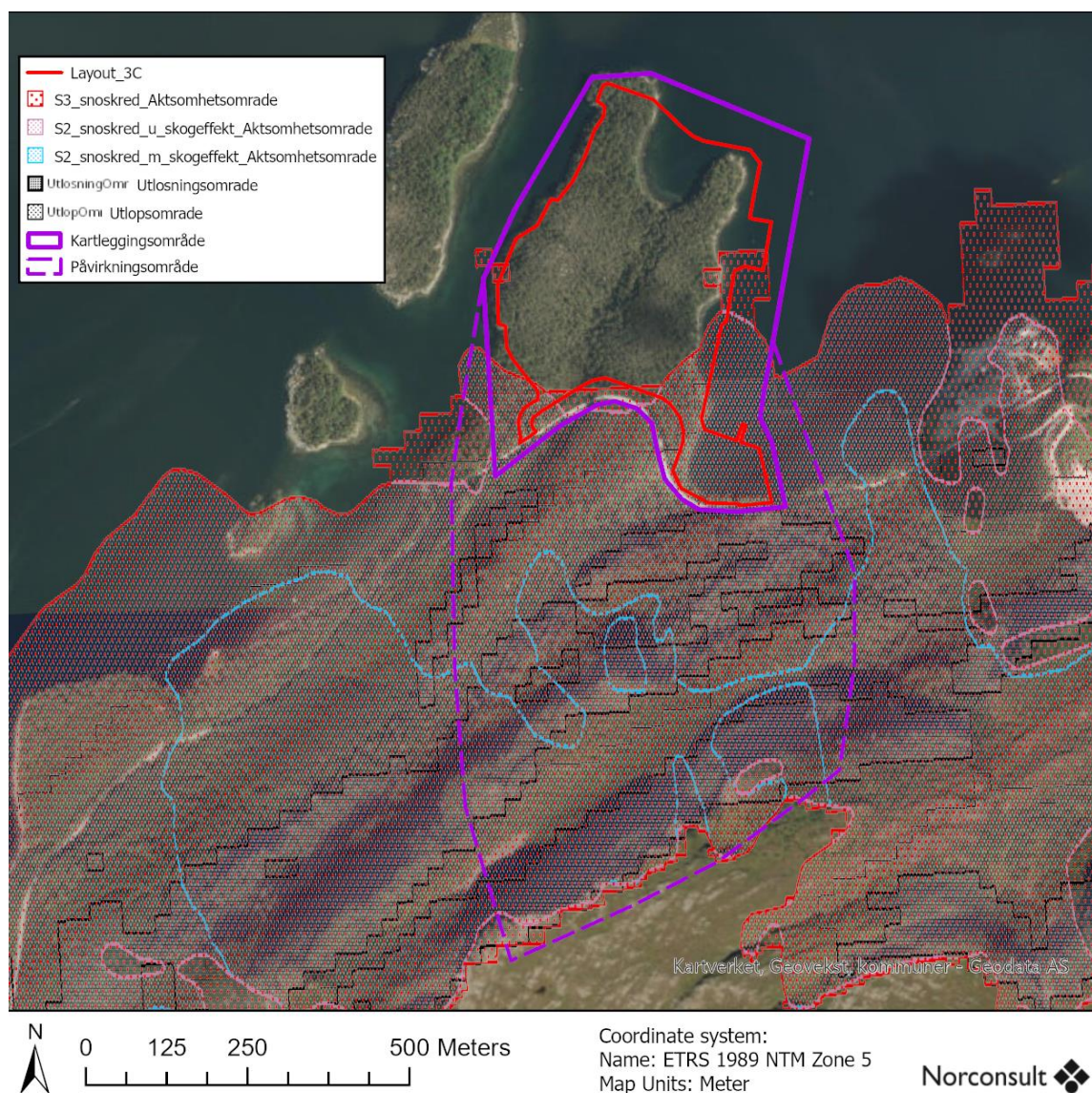
Steg	Prosedyre	Vurdering
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	NVE Atlas har ingen nærliggende kvikkleiresoner eller SVV kvikkleireområder. Området ligger under marin grense.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Hele tiltaksområdet ligger under marin grense og er dermed innenfor et aktsomhetsområde. Marin grense i området ligger ca. på kote +15.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	<p>Terreng som skal kartlegges i henhold til NVEs veileder er følgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og total skråningshøyde > ca. 5 m ❖ Platåterreng med høydeforskjell > ca. 5 m, inkludert dybde til elvebunn ❖ Maksimal bakovergrepene skredutbredelse = 20 x skråningshøyde målt fra bunn av ravine/skråning <p>Dette inkluderer også terreng i strandsonen som kan rammes av en skredhendelse.</p>
4	Bestem tiltakskategori	<p>Tiltakskategori er bestemt til K4, som beskrevet under:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>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</p> </div>
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Kritiske skråninger vil være skråningene i områder der det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale, dvs. i all hovedsak skråningene i Holmesundet og sørover, og ev. opp på land i sørvest ved borpunkt NO-58.
6	Befaring	Befaring ble gjennomført vår 2023 og er dokumentert i [5]
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser ble utført vår 2023. Datarapport er tilgjengelig i rapport 52209997-NO-G-RA-0008 [6]. Kvikkleire er påvist i ett punkt, NO-16, og sprøbruddmateriale i to punkt, NO-11 og NO-8. Ingen borpunkter på land har påvist sprøbruddmateriale. Langs sjøen er det berg i dagen eller maksimalt 1-2 m løsmasser til berg.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Et eventuelt løsneområde vil være ute i Holmesundet og ha utløp i vann.
9	Klassifiser faresoner	Ingen faresoner opptegnet da eventuelle skredhendelser i sjøen ikke vil kunne ramme planlagte tiltak i området. Helningen i Holmesundet er mellom 1:50 og 1:66 og tilfredsstillende ikke kravene til helning. På land er det ikke påvist sprøbruddmateriale, og det er generelt berg i dagen eller tynt løsmassedekke i strandsonen.
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Ikke nødvendig.

11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Ingen faresoner å melde inn. Grunnundersøkelser meldes inn i NADAG hvis oppdragsgiver aksepterer.
----	--	---

4 Skred i bratt terreng

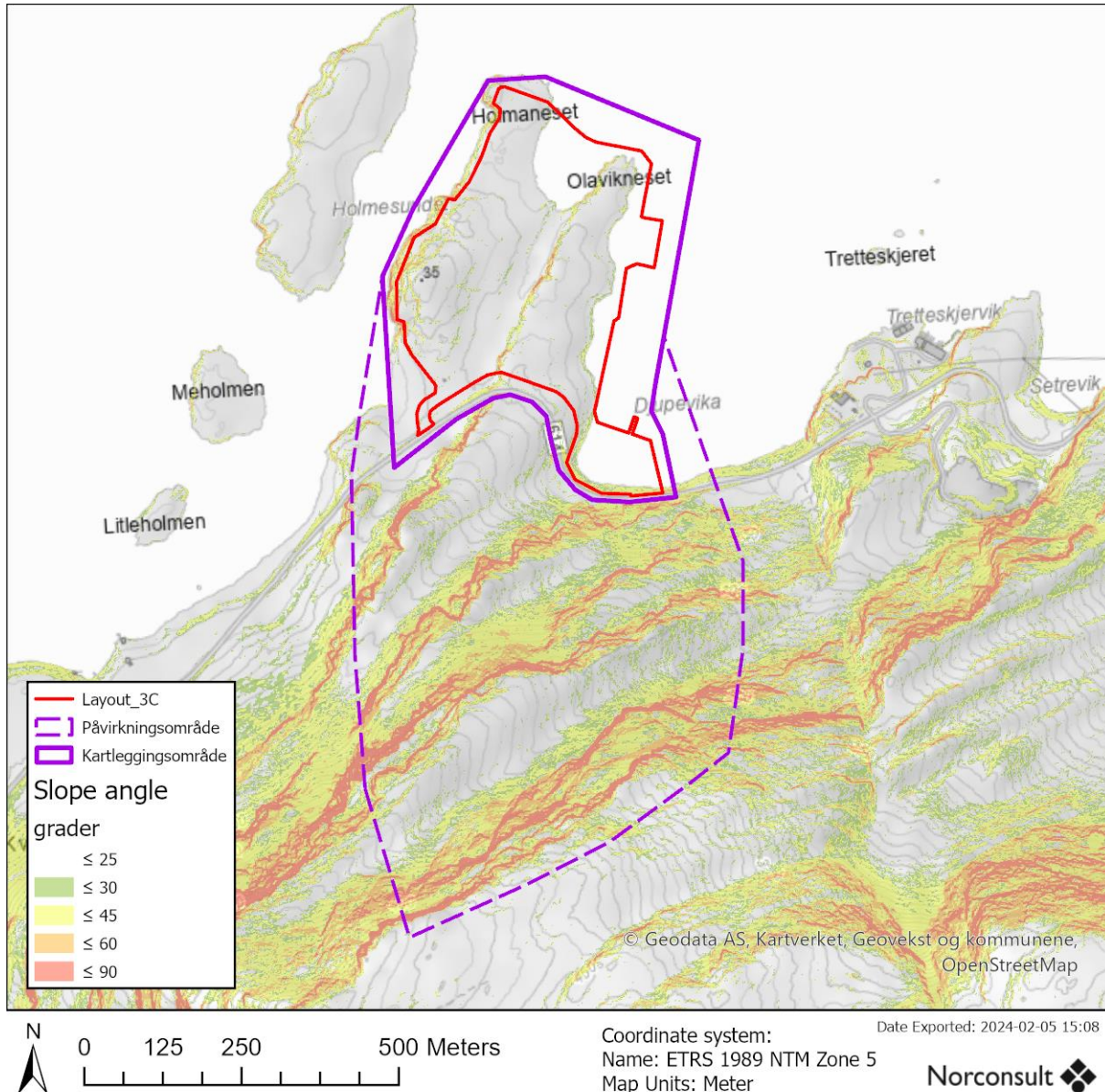
4.1 Områdebeskrivelse

Reguleringsområdet består av tre mindre øyer/holmer og en større halvøy, som vist i helningskart i Figur 4-2. Mellom halvøyen Holmaneset og øyene Storeholmen, Meholmen og Littleholmen går et sund, med vanddybder mellom 2-9 m. Avstanden mellom halvøyen og holmene er mellom 80-150 m. Holmene og Holmaneset har vestvendte, bratte sider og slakere helning mot øst. Holmaneset har høyde på 32 moh, mens høyeste punkt på holmene er på 14 moh, på Storeholmen. Lengde- og tverrprofil på Holmaneset er vist i Figur 4-3 og Figur 4-4. Omtrentlig planområde vist med lilla polygon i Figur 4-1 viser at området ligger innenfor aktsomhetskart for snøskred og steinsprang. Kartleggingsområdet ligger utenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred.

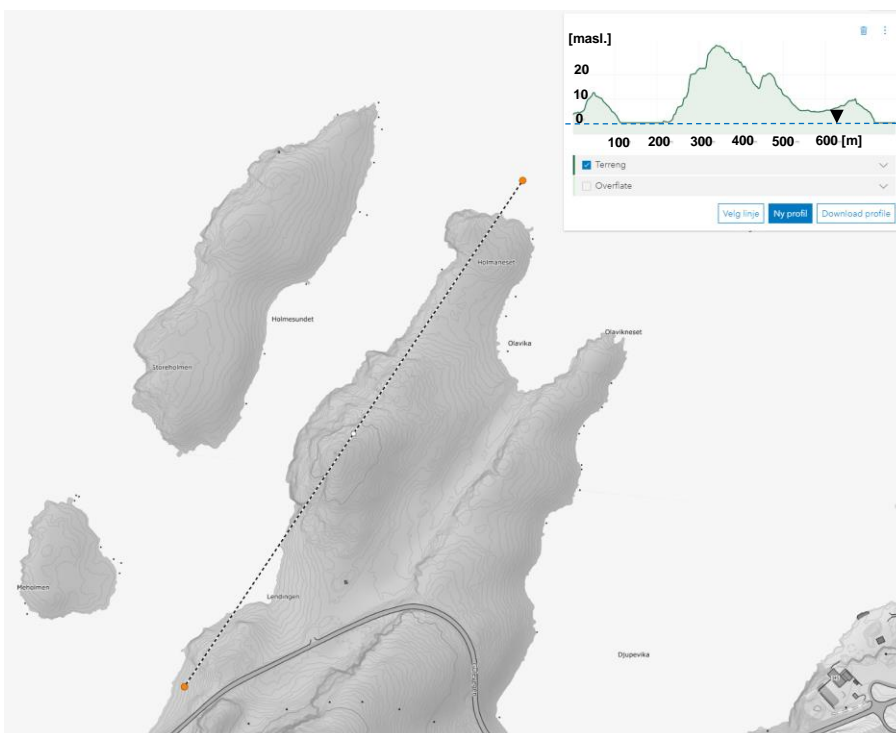
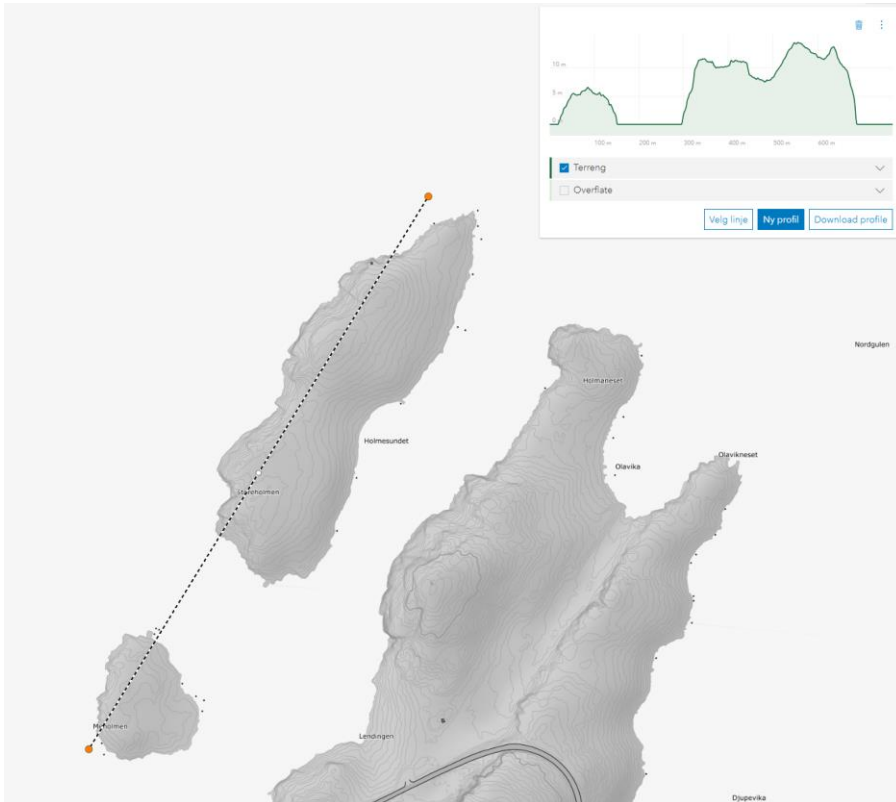


Figur 4-1 Aktsomhetsområder ved planområdet – snøskred (rød skravur er snøskred S3 og blått er snøskred S2) og steinsprang (svart skravur). NVE Atlas.

Sør for planområdet er et fjell, Gulebrystet, på 479 moh. Fjellsiden ved planområdet er nordvendt, bratt og har flere overheng og utstikkende partier, adskilt med flatere terreng vist i Figur 4-2. Generelt består fjellsiden av nordøst-sørvest-gående ryggformasjoner, som har stupbratt terreng i nordre deler av ryggene og slak helning på sørsiden av ryggene. Ryggene danner parallelt-gående søkk som har moderat helning på 15 – 30 grader og går ned mot fjorden.



Figur 4-2 Helningskart. Rødt polygon viser gammelt omriss av planområdet. Lille polygon viser nåværende planlagt planområde.



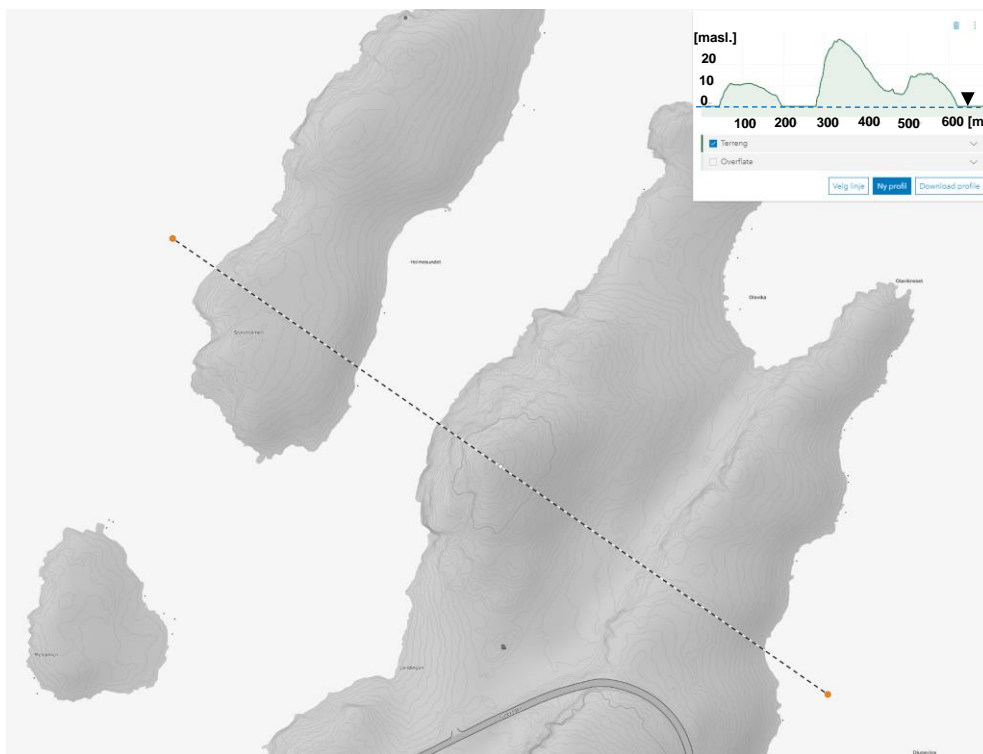
Figur 4-3 Langsgående profil

Holmaneset Green Ammonia Project

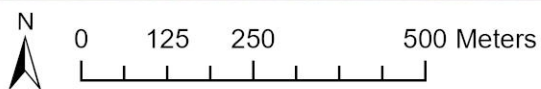
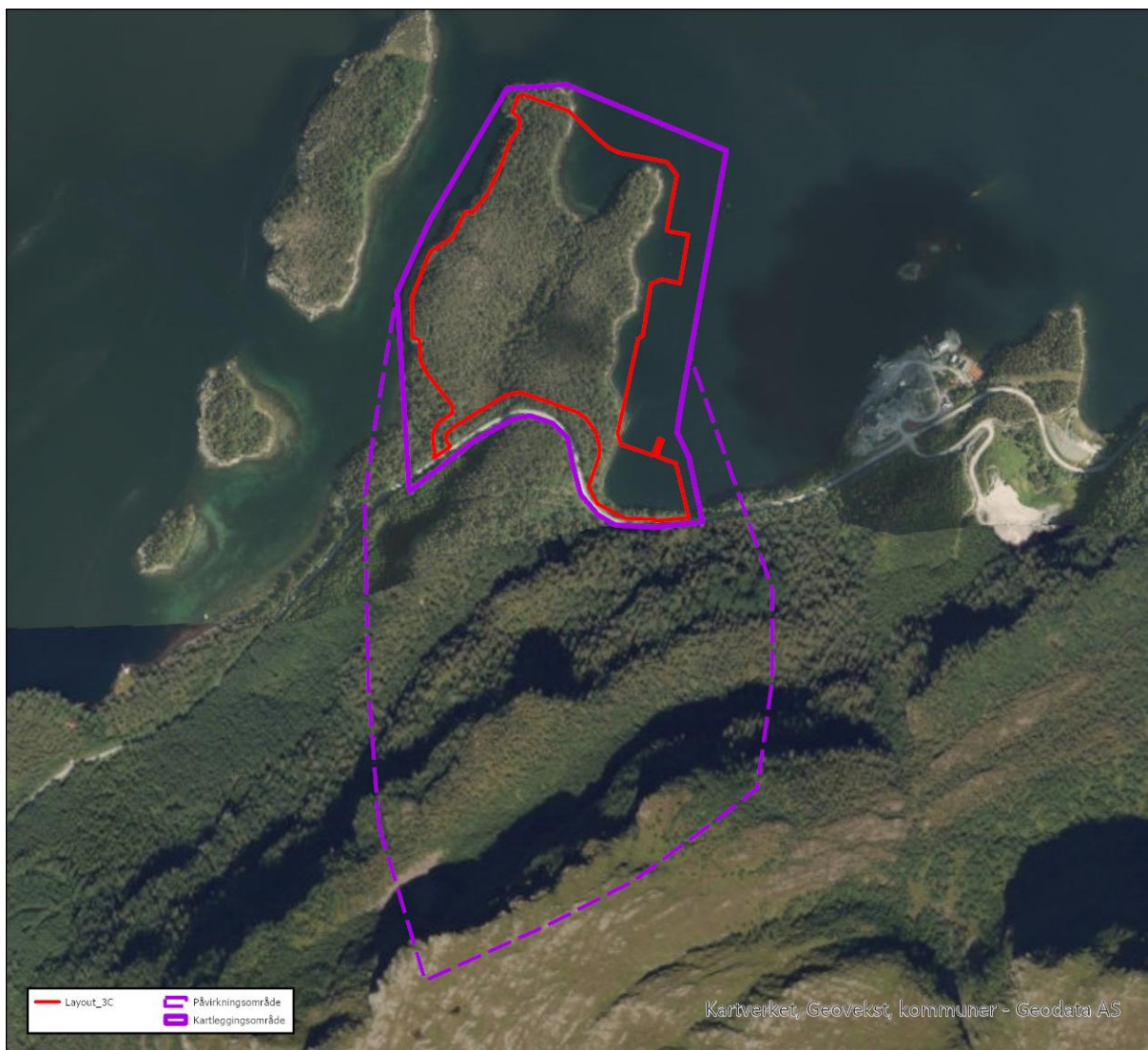
Geoteknisk rammeplan (Geotechnical report for zoning)

Assignment no.: 52209997 Document no.: 52209997-NO-G-RA-0010 Version: 1





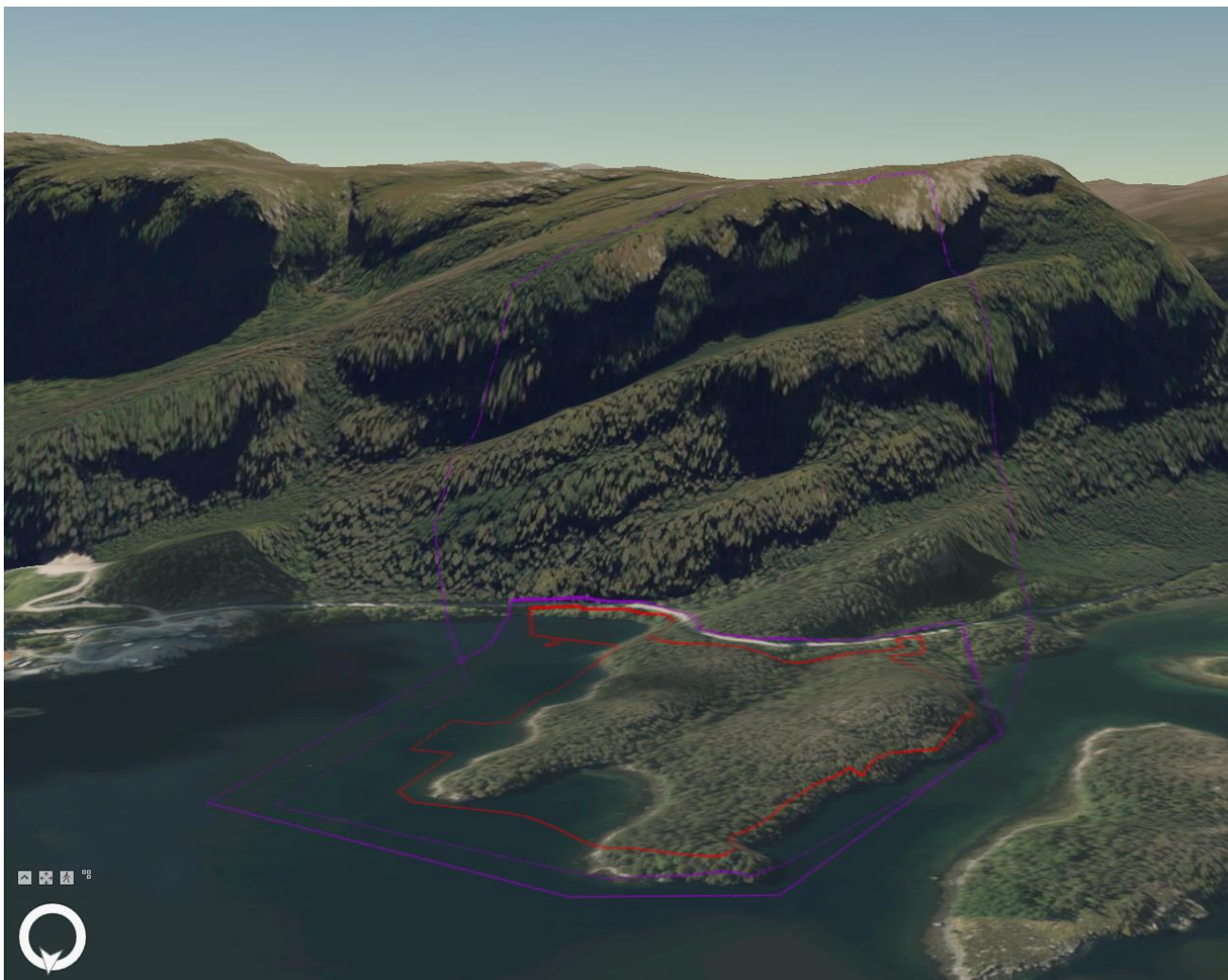
Figur 4-4 Tverrprofil Planområdet og fjellsiden er hovedsakelig dekket av tett skog (se Figur 4-5 og Figur 4-6). Kun de bratteste delene av fjellsiden er ikke skogkledd. I henhold til NIBIOs kart Skogsressurskart SR16 beta [7] er kronedekningen mellom 80-100% mellom 0-350 moh. Over denne høyden er kronedekningen 0-10%. Hovedtretypen i området er furu, samt noe plantet gran i lavereliggende områder.



Coordinate system:
Name: ETRS 1989 NTM Zone 5
Map Units: Meter

Date Exported: 2024-02-05 15:05

Figur 4-5 Flybilde – skogleddt fjellside. Planområdet er vist med rødt polygon.



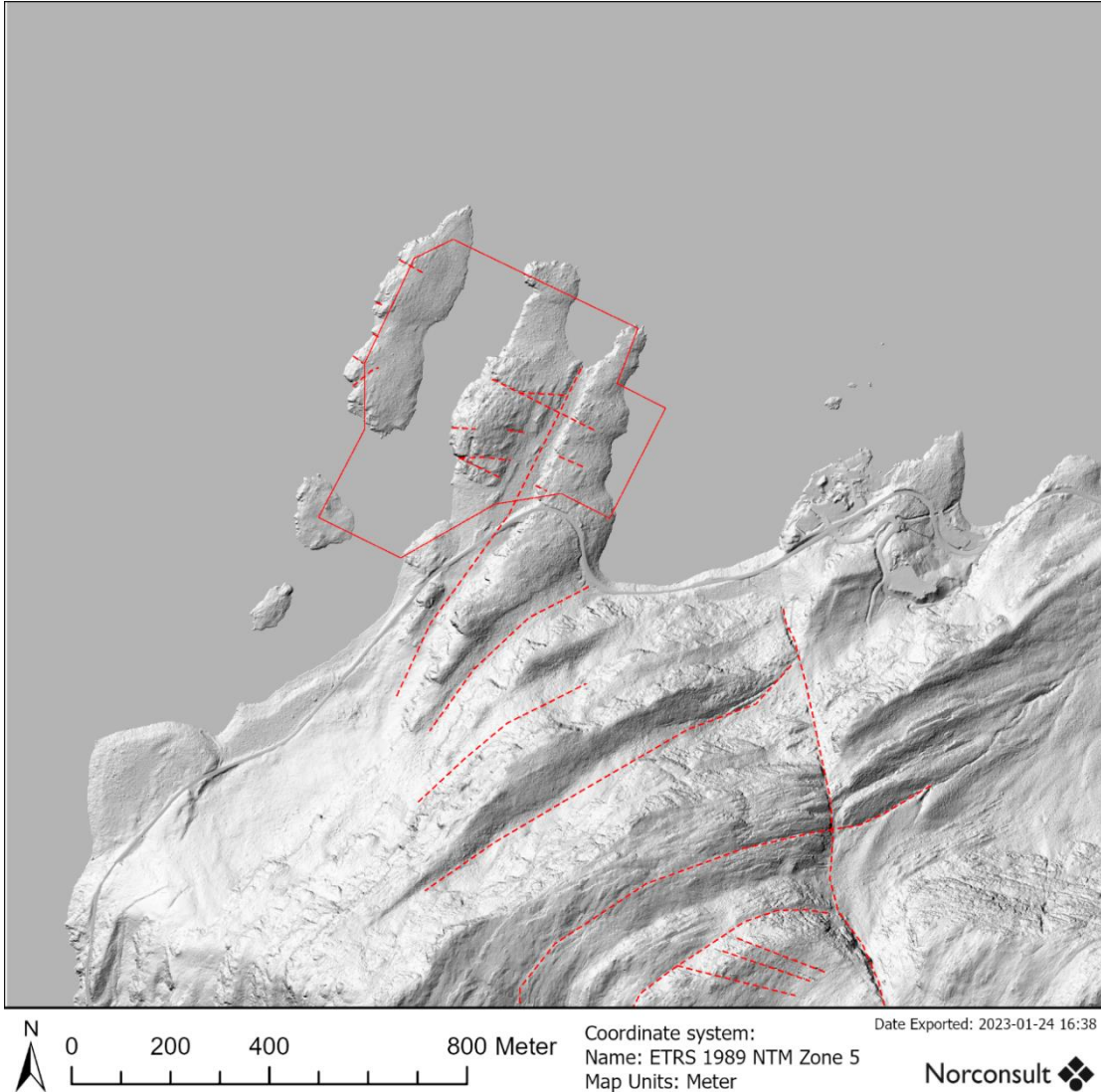
Figur 4-6 Skråbilde – skogkledt fjellside. Planområdet er vist med rødt polygon. Kartleggings- og påvirkningsområdet er vist med lilla og stiplet lilla polygon.

4.2 Kvartærgeologi og geomorfologi/landformer

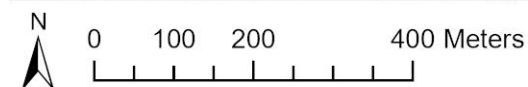
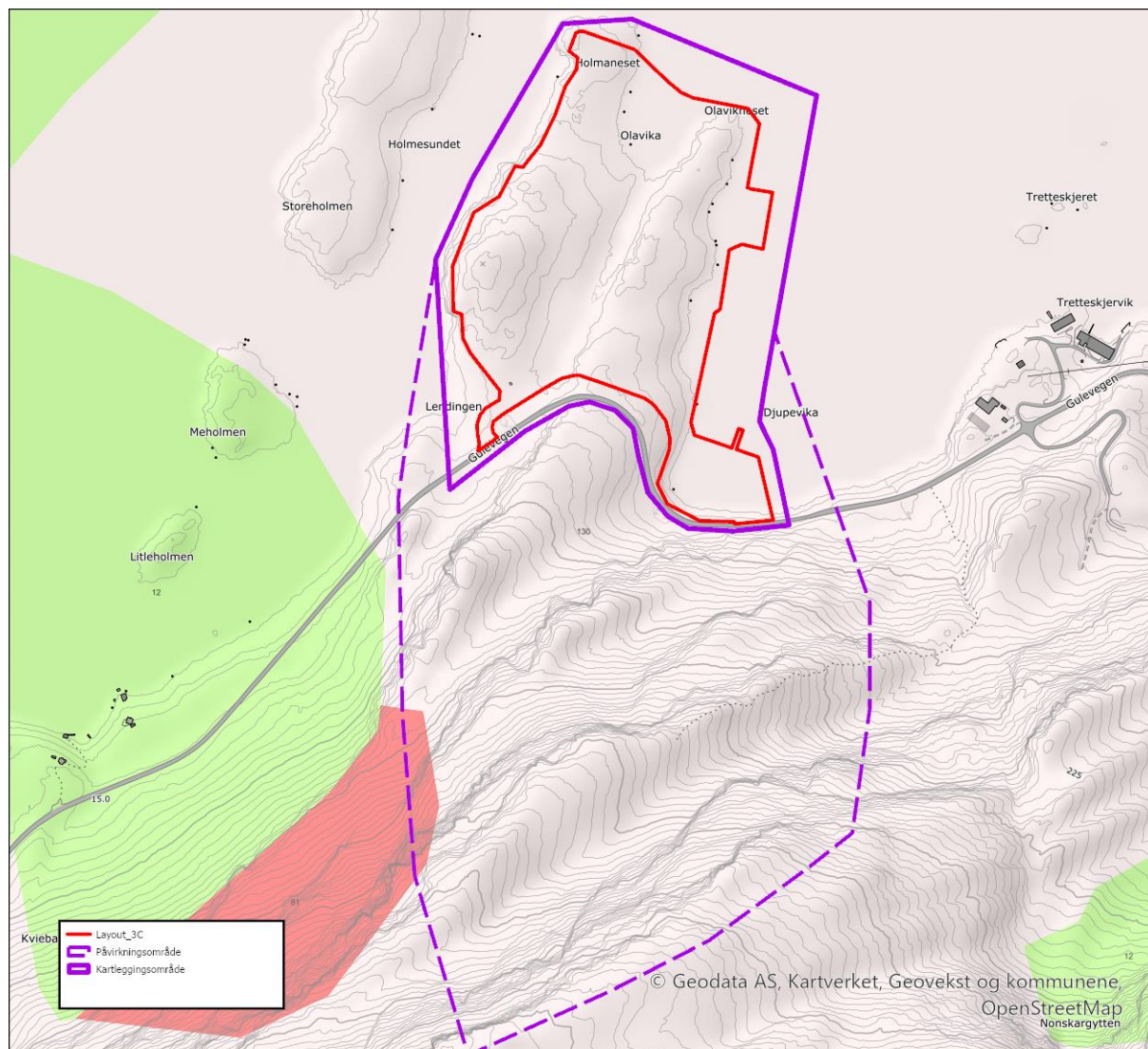
Planområdet består av en større forsenkning i den sørøstlige delen av området. Flere tverrgående lineamenter går nordvest-sørøst både på holmene og halvøyen. 4-5 platåer/forsenkninger er repetert oppover langs fjellsiden på Gulebrystet.

Det er ingen tegn til raviner eller andre landformer som typisk ses i områder med mye overflatesedimenter. Overflatevann har dermed antageligvis hatt liten effekt i masseforflytning, og overflatevannet infiltrerer sannsynligvis berggrunnen.

NGUs kvartærgeologiske kart over området (1:250 000) (Figur 4-8) viser at løsmassene stort sett består av bart berg/tynt vegetasjonsdekke, samt enkelte områder med morene og skredmateriale. Befaring og feltundersøkelser viser humus/myr i et parti på Holmaneset (Figur 2-2).



Figur 4-7 Helningskart med inntegnede lineamenter og antatte forkastninger/glideplan. Rødt polygon viser gammel layout.



Coordinate system:
Name: ETRS 1989 NTM Zone 5
Map Units: Meter

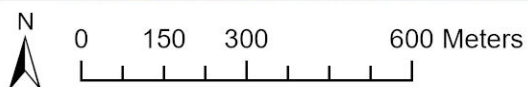
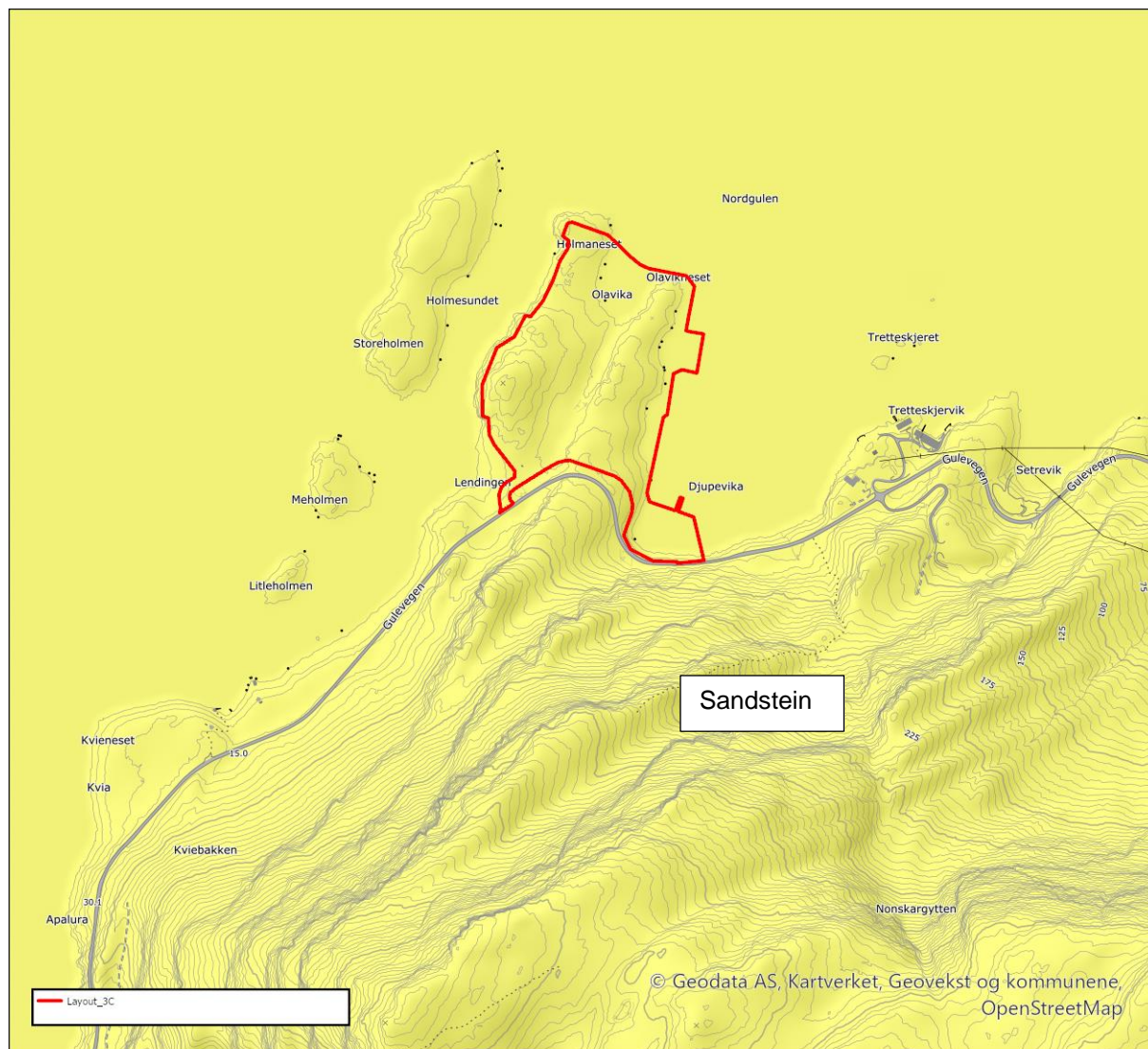
Date Exported: 2024-02-05 20:52

Norconsult

Figur 4-8 Kvartærgeologisk kart, NGU løsmasse [8]. Planområdet er markert med rødt polygon. Grønt indikerer morene, rødt skredavsetninger og rosa bart fjell med tynt dekke.

4.3 Berggrunn

Berggrunnen i området er i følge NGUs berggrunnskart en sandstein (Figur 4-9), noe som stemmer med observasjoner på befaring. Det er registrert 5 sprekkesett totalt i området, hvorav som regel 3-4 opptrer samtidig. Sprekkesettene er oppsummert i Tabell 4-1.



Coordinate system: ETRS 1989 NTM Zone 5
 Name: ETRS 1989 NTM Zone 5
 Map Units: Meter
 Date Exported: 2024-02-02 14:55

Figur 4-9: Berggrunnskart fra NGU over området [9].

Tabell 4-1: Oversikt over sprekkesett i området.

Sprekkesett	Fall	Fallretning	Kommentar
S1/F	20-30°	110-130°	Sprekkesett parallelt foliasjon. Sprekkeavstand typisk 20-60 cm. Plan, bølgete sprekkeoverflate. Gjennomsettende over 10 meter.
S2	90°	290-300°	Sprekkeavstand typisk 50-100 cm. Ru/Plan, bølgete sprekkeoverflate. Gjennomsettende over 10 meter.

S3	80-90°	10-20°	Sprekkeavstand typisk 30-60 cm. Ru, og plan til bølgete sprekkeoverflate. Gjennomsettende over 10 meter.
S4	20-30°	300°	Sprekkeavstand typisk 100-200 cm. Ru, og plan til bølgete sprekkeoverflate. Gjennomsettende 2-10 meter, noen steder over 10 meter.
S5	70°	280°	Sprekkeavstand typisk 50-100 cm. Ru, og bølgete sprekkeoverflate. Gjennomsettende over 10 meter.

4.4 Klima

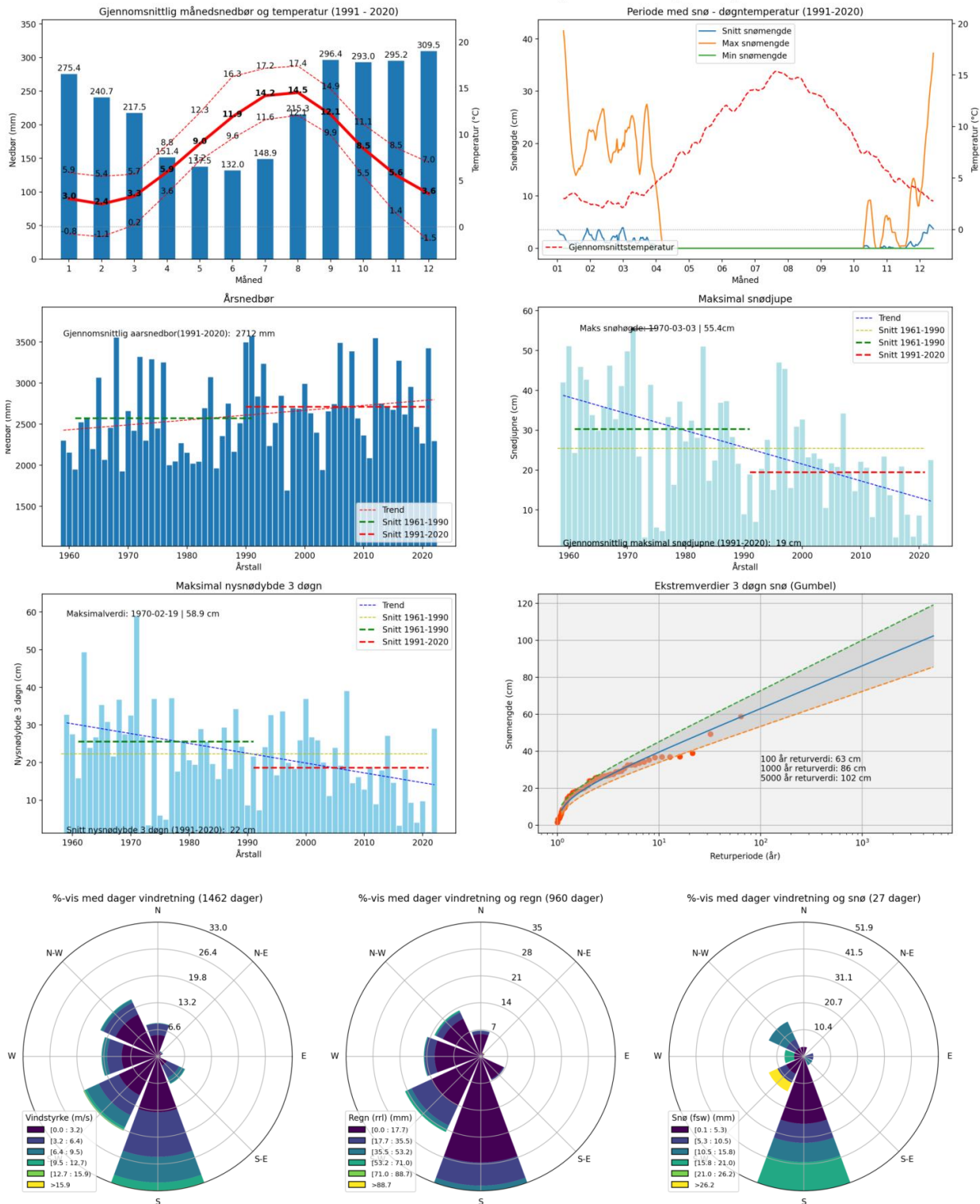
Klimaanalyse ved hjelp av AV-klimascrip er vist i Figur 4-10 og Figur 4-11 for koordinatene 82 713,42E 1 417 839,16N (Gulebrystet 474 moh) and 81 602,44E 1 419 451,78N (Nordgulen 0 moh). Dataene er hentet fra NVE sitt Grid Time Series API, som er visualisert på xgeo.no [10]. Dataene er interpolert over 1 km² i kartet, og er ikke målinger fra målestasjoner. Data er hentet fra 1991-2000.

Klimaoversikt for Gulebrystet (474 masl.)



Figur 4-10 Klimaoversikt Gulebrystet

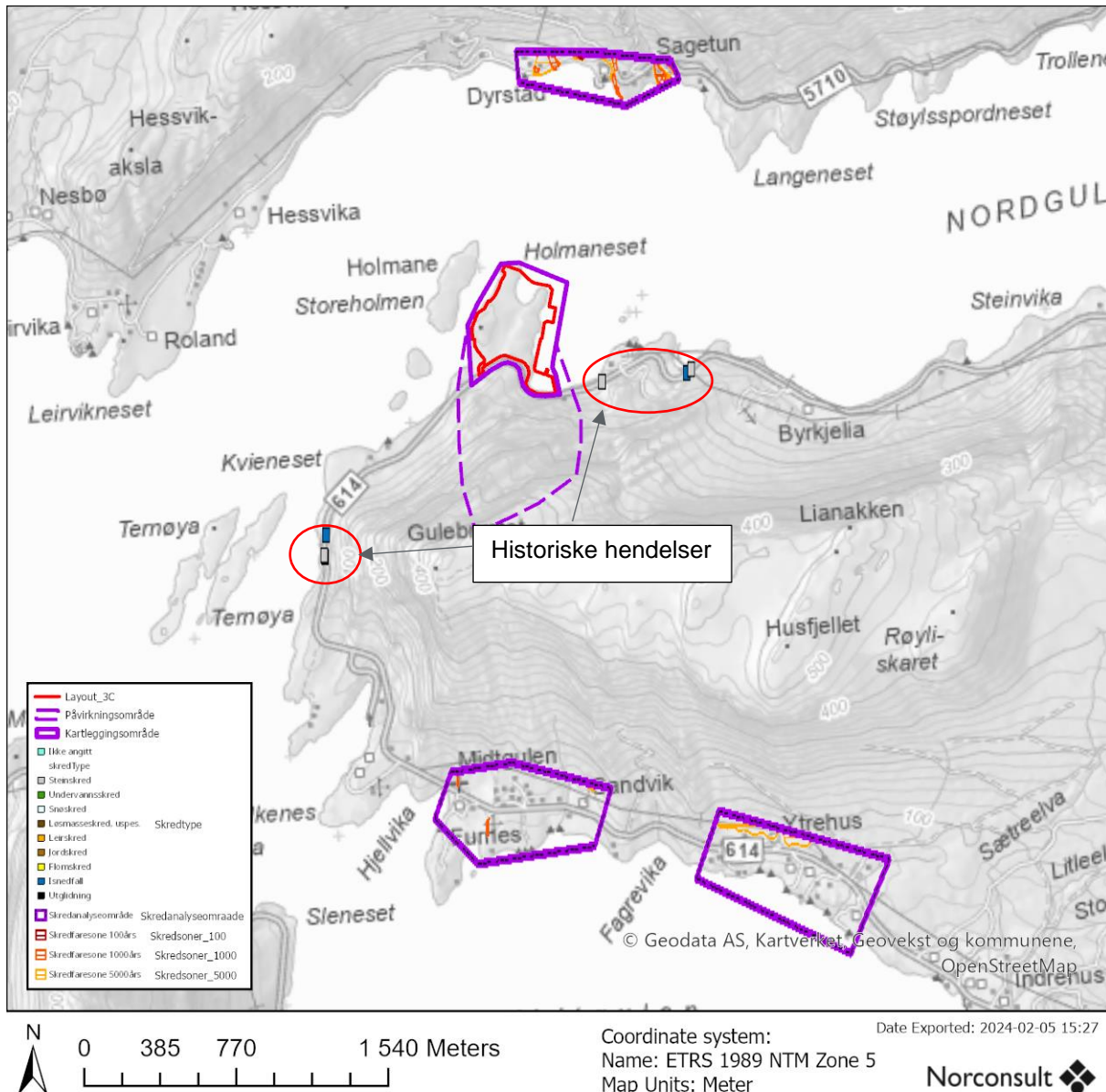
Klimaoversikt for Hessviknesgrunnen lysbøye



Figur 4-11 Klimaoversikt Hessviknesgrunnen lysbøye.

4.5 Historiske skred

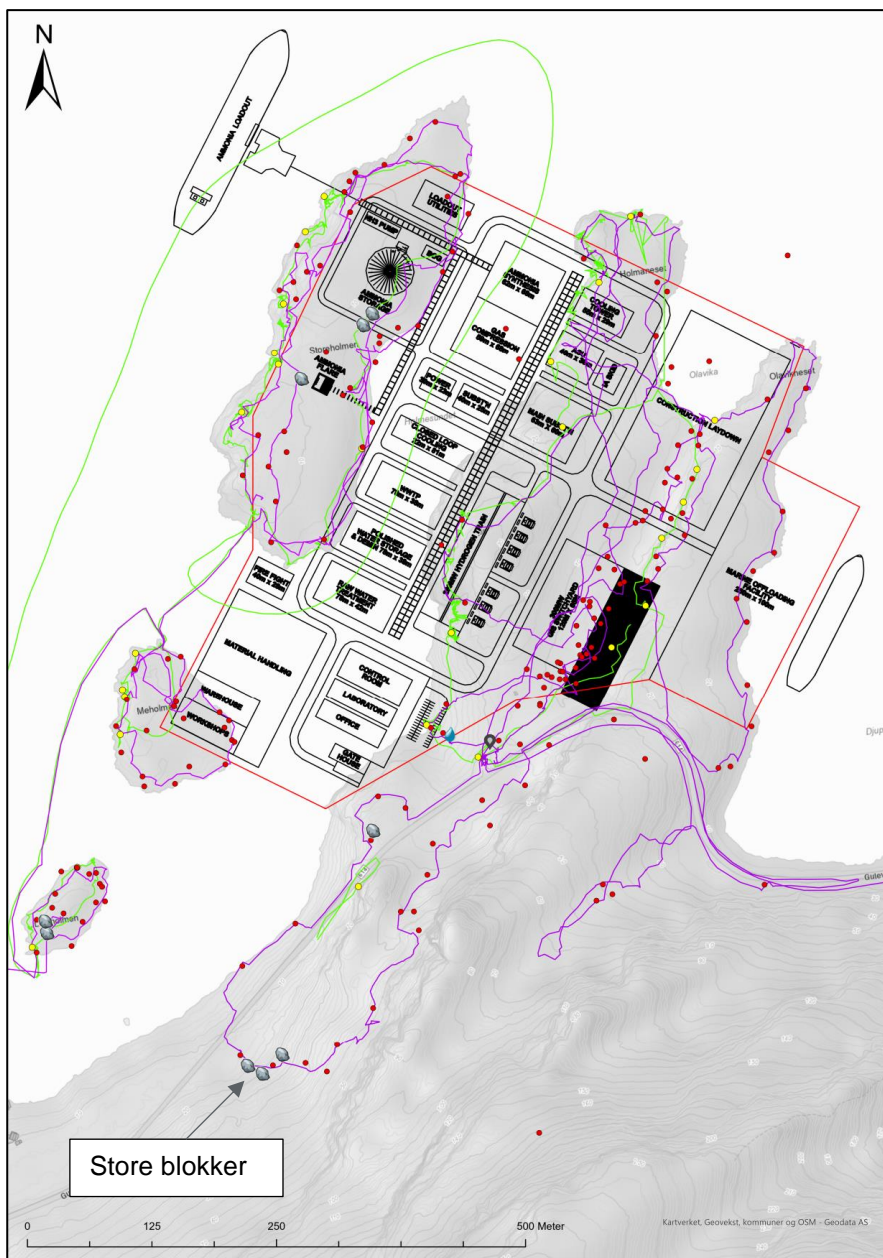
Tidligere skredhendelser er vist i Figur 4-12. Det er registrert hendelser 500 m øst for planområdet, bestående av isnedfall og steinsprang. Det er ikke registrert skredhendelser innenfor kartleggingsområdet. I tidligere skredfarevurderinger i nærheten er det stort sett kun steinsprang som er dimensjonerende skredtype.



Figur 4-12 Skredhendelser og tidligere kartlagte områder (lilla polygoner) (NVE Atlas, <http://atlas.nve.no>).

4.6 Feltbefaring

Det ble utført befaring til området av ingeniørgeologer fra Norconsult 28.2.-1.3.2023. Været på befaringen var delvis skyet, sol og lett regn og 3-6°C. Se Figur 4-13 for sporlogg fra befaring.



Figur 4-13: Sporlogg av rute som ble befart. Lilla linje og røde punkt representerer fokusområder for geoteknikk og skredfare, grønn linje og gule punkt er geologiske fokusområder. Rødt polygon viser gammel layout som befaringen ble utført med hensyn på.

5 Farevurderinger – bratt terreng

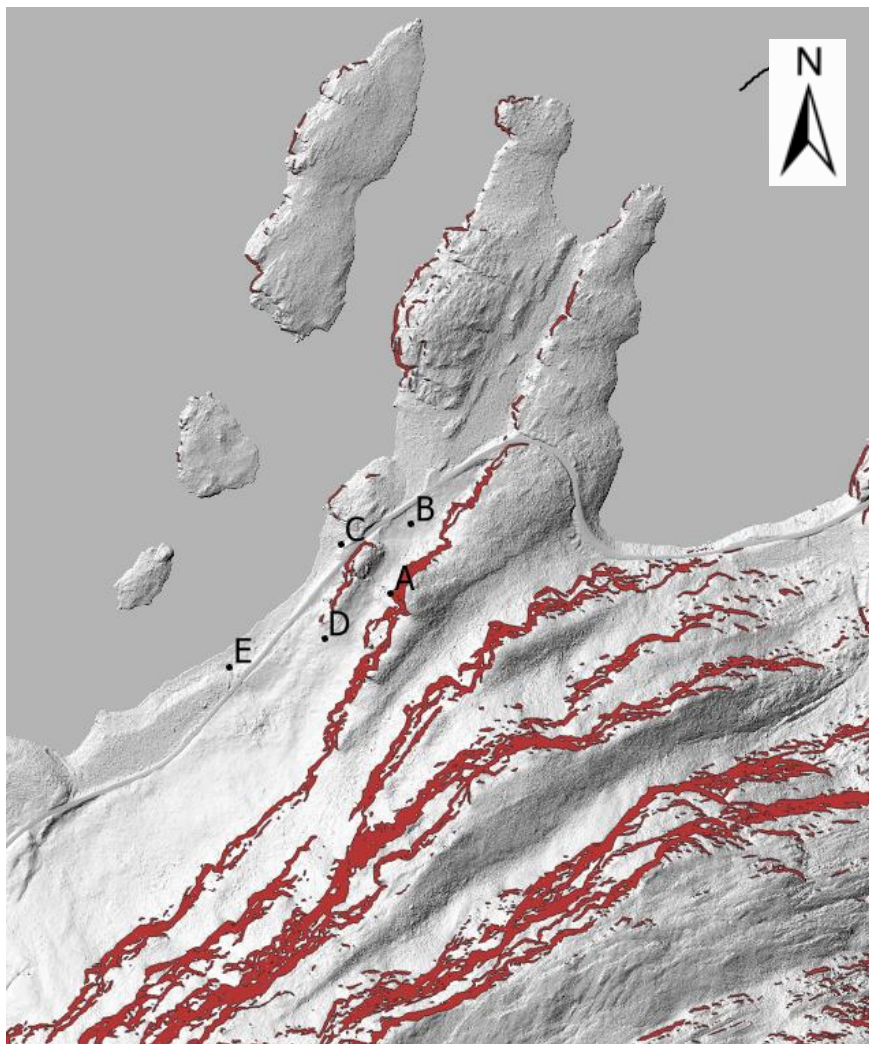
To skredfaretyper er vurdert:

1. Steinsprang
2. Snøskred

Sørpeskred, jord- og flomskred er ikke vurdert som relevante skredtyper for planområdet. Eventuelt reaktivering av blokker eller andre masser vurderes sammen med steinsprang. Se Figur 5-9 og Figur 5-10 for opptegning av faresoner for stein- og snøskred.

5.1 Steinsprang

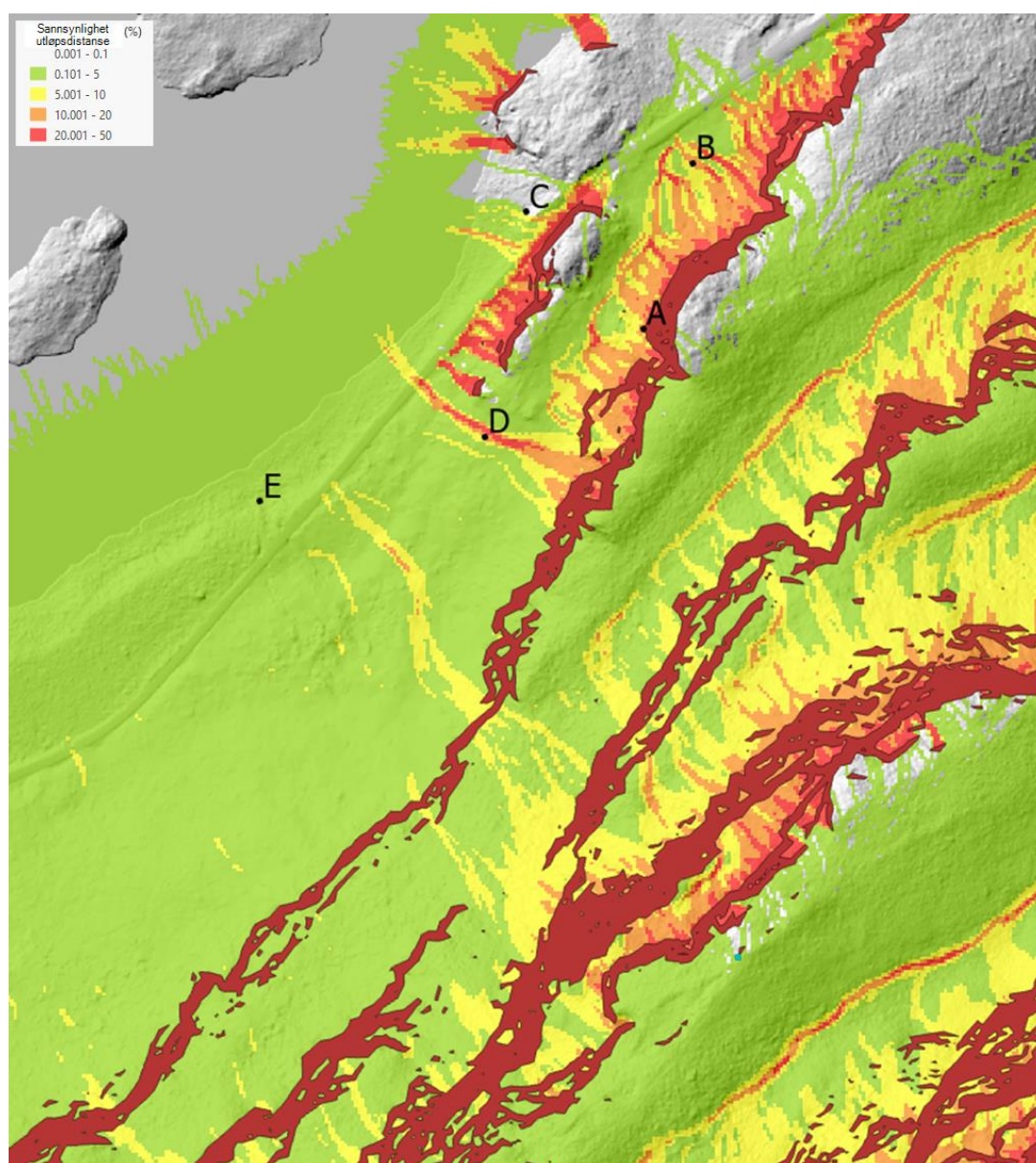
Mulige løsneområder for steinsprang er vist i Figur 5-1. Steinsprang løsner hovedsakelig fra brattkanter med helninger mellom 50 og 90 grader. Terrengblokker som remobiliseres ved eksempelvis rotvelt eller tinefrostprosesser vil kunne oppføre seg som steinsprangblokker bare de settes i fart.



Figur 5-1 Brattkanter i og ved planområdet som kan være potensielle løsneområder for steinsprang dvs. helning 50-90°.

Under brattkantene er det forsenkninger som faller mot nordøst og sørvest, omtrent perpendikulært til steinspranghendelsene. I disse forsenkningene vil eventuelle steinsprangblokker miste mye av farten og dels skifte retning. Bratte områder innenfor planområdet (Holmaneset og holmene) er ikke av interesse da disse kommer til å endres ved planlagt sprengning og terrengforming.

Figur 5-2 viser detaljer fra steinsprangsimuleringene. Utløp i sjø er overestimert i modelleringen, fordi sjø og sjøbunn har større dempingseffekt enn modellen kan presentere. Figuren viser også at utløp fra skrenten ved A stopper i forsenkningen under, men når de passerer punkt D er det ikke noen naturlige stoppermekanismer. I tillegg er det skrenter i flere nivå som bidrar til steinsprangfaren. Ved punkt E er det to store blokker, tolket som steinsprangblokker, der kilden i prinsipp kan være flere av de ulike skrentene i fjellsiden.



Figur 5-2 Steinsprangsimuleringer fra Rockyfor3D, feltobservasjoner bokstaver A-E. Røde polygoner er potensielle løseområder, resterende farger er utløpsdistanse for simuleringen.

Steinsprangsimuleringene er gjort med 100 blokker per punkt, og sannsynlighet for en hendelse per år er ikke inkludert. En av hensiktene med feltarbeid er å tilpasse sannsynligheten med basis i observasjoner.



Figur 5-3 Aktiv skrent på punkt A i Figur 5-1.



Figur 5-4 Steinsprang, antatt gammelt, i sitkagranskog mellom D og A.

Ved B ligger en svært stor blokk, den eneste av sitt slag i området. Slike blokker har lenger utløpsdistanse, statistisk, enn mindre blokker. Mosedekte, mindre blokker i området ved B har antageligvis samme opprinnelsessted som blokken ved E. Ved denne lokasjonen er det antatt at faresonen på 1/1000 ligger, innenfor veien.

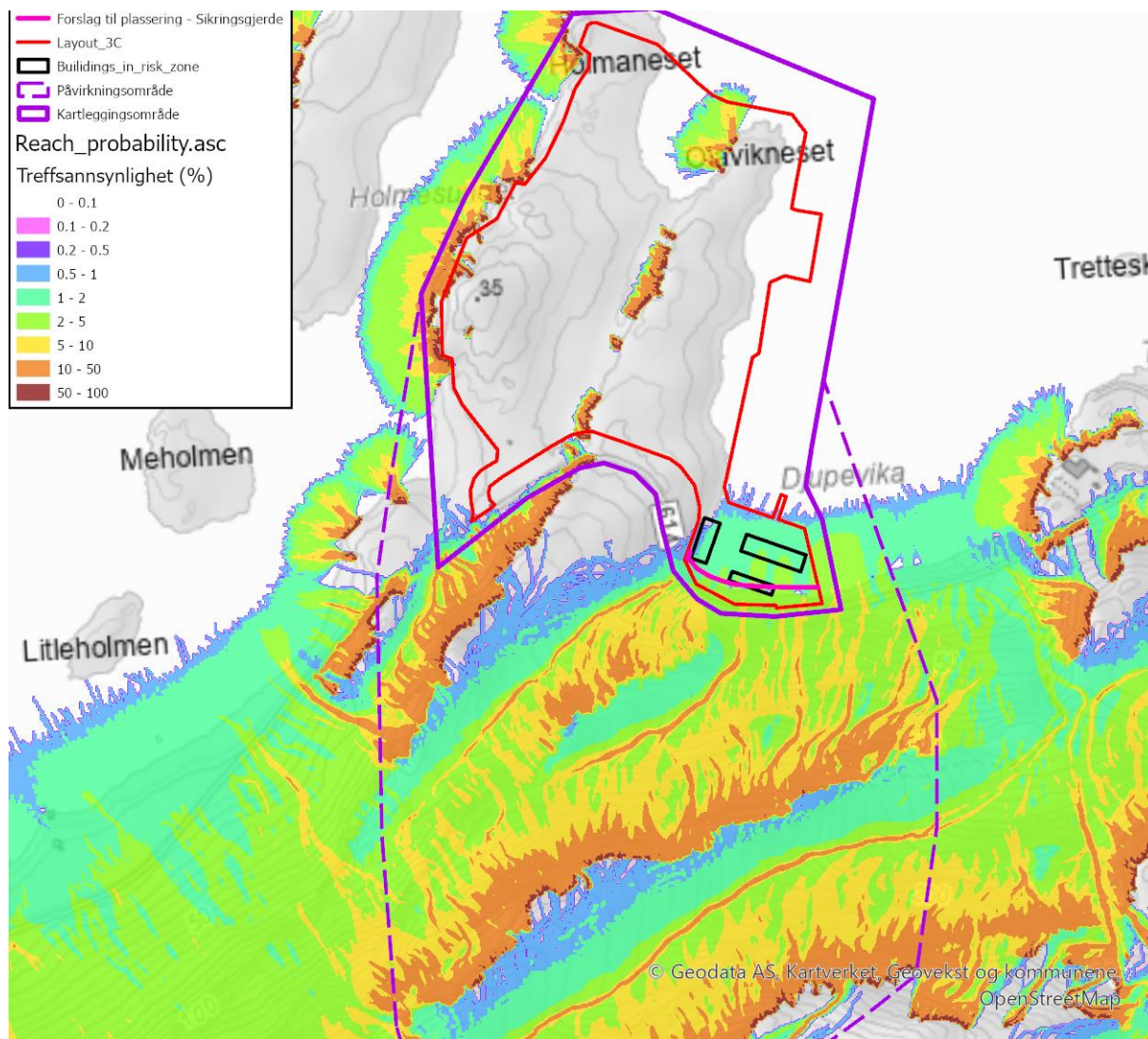
Lenger sør, ved C, er det en skjæring ved veien, og sør for denne en naturlig bergvegg. Sikkerheten for bergskjæringen er ikke evaluert, men steinsprang fra den sørligste bergveggen kan potensielt nå sjøen. En grovsprengt bergskjæring utenfor veien vil kunne redusere utløpsdistansen her. Faresonen for 1/5000 går i dette området. Langs strandkanten, mellom C og E, er sannsynlighet for å treffes av et steinsprang større enn 1/1000. Her bør det sikres mot steinsprang, enten med nett eller en voll/annen barriere.



Figur 5-5 Stor skredblokk ved veien (punkt B), ca. 25-30m³.

Steinsprangsimuleringer vist i Figur 5-6, viser at steinsprang har utløp ned i Djupevika innenfor det planlagte planområdet vist med lilla polygon. Det er simulert med 100 blokker per grid-celle på 2x2 m fra teoretiske løsneområder med helning over 52 grader. Av disse simulerte blokkene er det 5 – 10 % sannsynlig at noen av blokkene når ned til fjorden. Det er 2-5 % sannsynlig at blokker går omtrent 50 m ut i Djupevika. Modellen er nokså konservativ. I dag vil vannet bremse mer enn hva som ligger til grunn i modellen, men når området fylles opp vil utløp være nokså representativt. Det er basert på befariingsobservasjoner og modelleringene tegnet faresoner for steinsprang vist i Figur 5-9. Faresone for 1/1000 med og uten skog er trukket opptil 41 m på nedsiden av fylkesvegen, mens faresone 1/5000 er trukket 80 – 90 m nedenfor fylkesvegen med skog og 90 – 100 m uten skog. Faresone 1/100 med og uten skog er vurdert å gå ned til og med fylkesvegen.

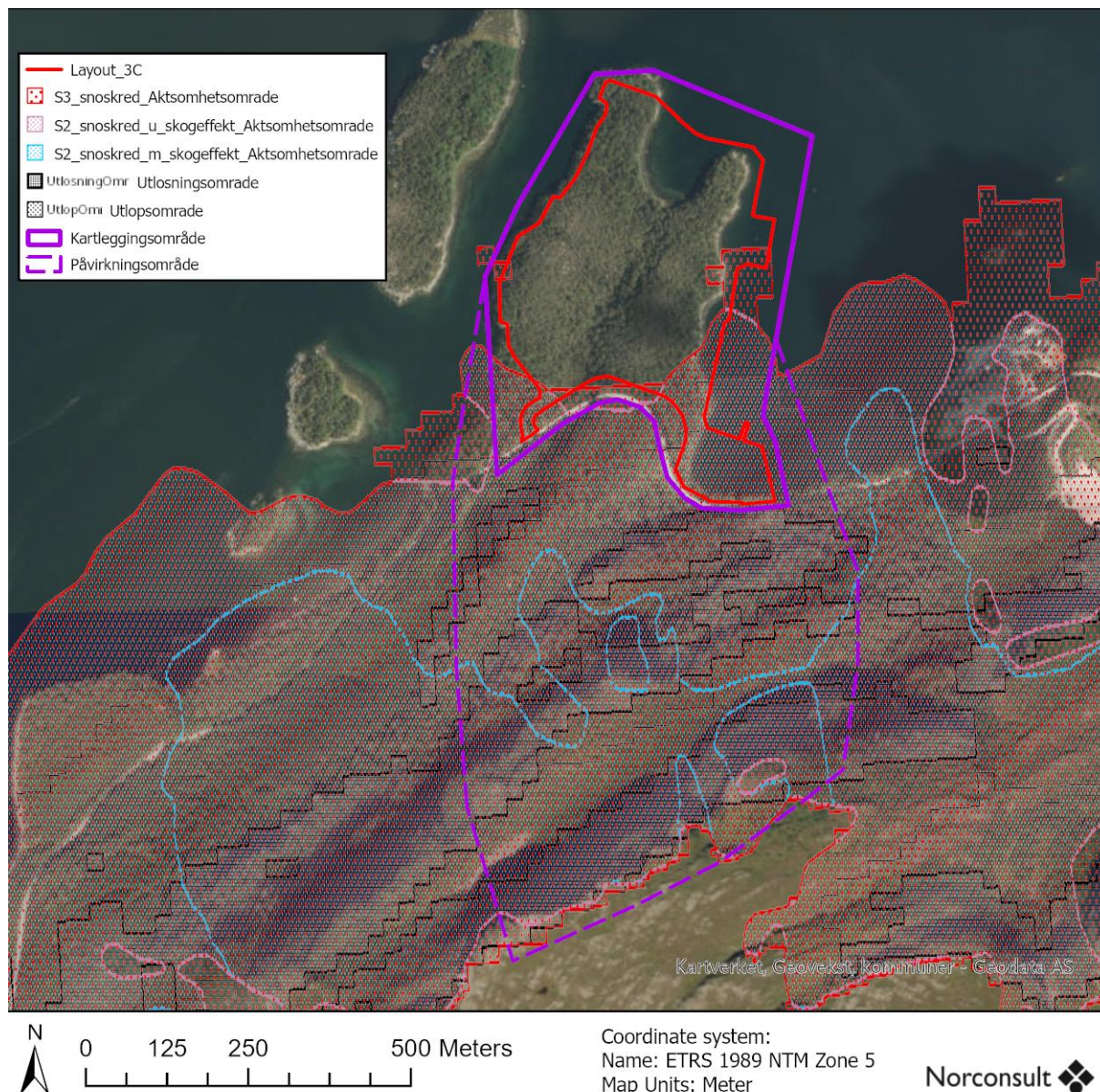
Det er vurdert at skogen vil ha bremsende effekt på steinsprang kun for 5000-årsscenario. Faresone S3 uten skog er tegnet 10 m lengre ut enn faresone S3 med skog for steinsprang.



Figur 5-6 Kart fra Rockyfor3D som viser simulering av utløpsdistanse (reach probability).

5.2 Snøskred

Snøskred må også vurderes da området ligger innenfor de oppdaterte aktsomhetsområdene fra NGIs simuleringsverktøy NAKSIN (Figur 5-7). I NAKSIN ligger kartleggingsområdet utenfor S2 med dagens skog, og innenfor aktsomhetskart for S2 uten skog og S3. Det er registrert få løснеområder for snøskred, med svært lav løsnesannsynlighet innenfor påvirkningsområdet.



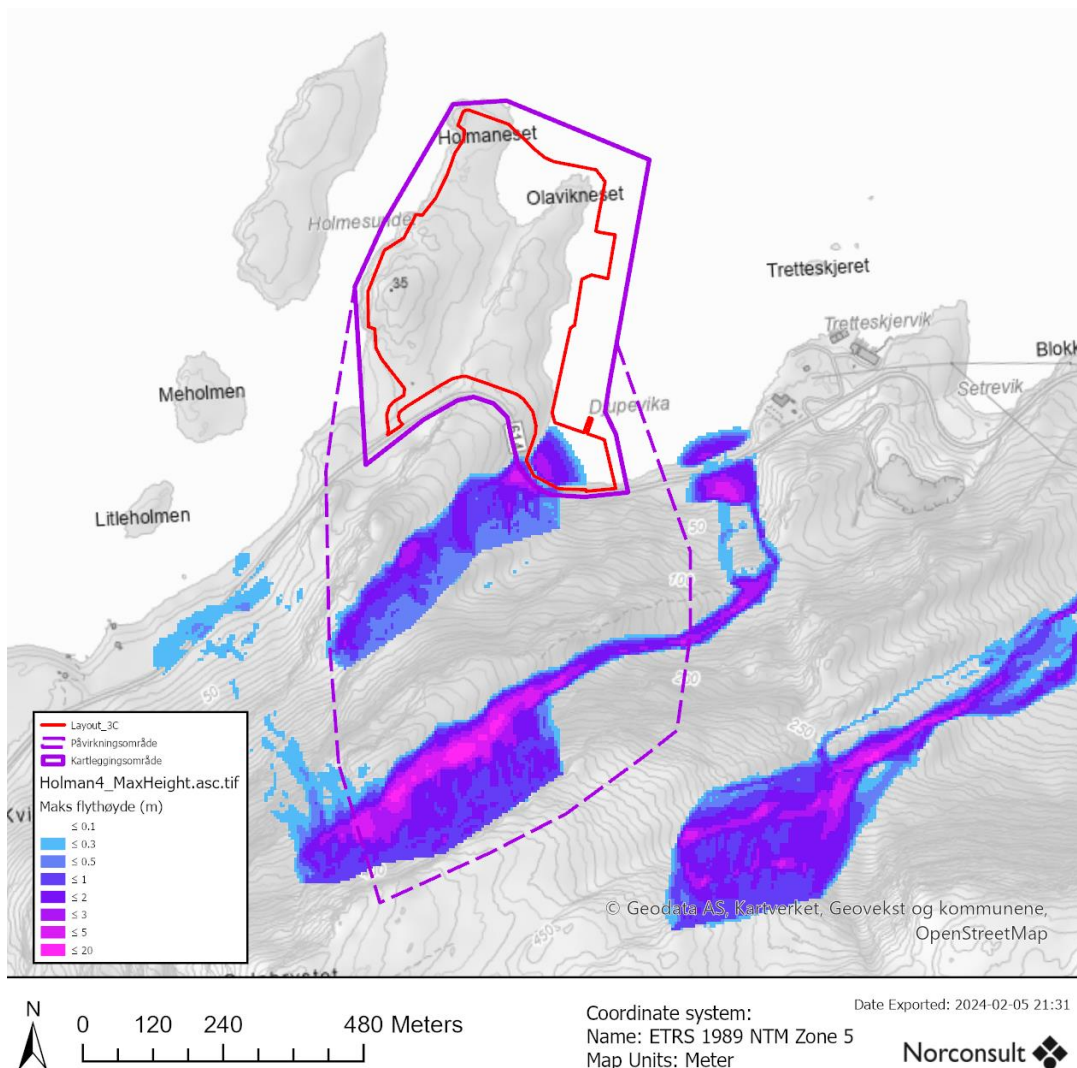
Figur 5-7: Aktsomhetsområde for snøskred (rødt skravert område) fra NVE Atlas, S3 og S2 uten skog (rødt) og S2 med skog (blått).

Det er ingen kjente snøskredhendelser ved eller nær kartleggingsområdet. Topografien er ujevn (høy ruhet), med bratte bergskrefter og mindre forsenkninger i nordøst/sørvestlig retning. Forsenkningene vil i det alle fleste tilfeller bidra til å frakte eventuelle snøskredmasser bort fra planområdet. Helningen i fjellsiden er stort sett enten for slak eller for bratt i forhold til typisk helning for snøskredløsneområder. Potensielle løsneområder som faller innenfor 30-45° er svært avgrenset og små, og stort sett i bunnen av drenerende forsenkninger. Løsneområder med dagens skog er vurdert til å ikke ha løsnesannsynlighet større enn 1/5000. Det er heller ikke identifisert løsneområder med løsnesannsynlighet større enn 1/100 eller 1/1000 med og uten dagens skog. Figur 5-8 viser modellerte snøskred fra løsneområder vurdert som S3-scenarior uten dagens skog.

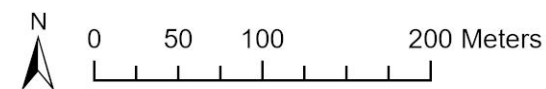
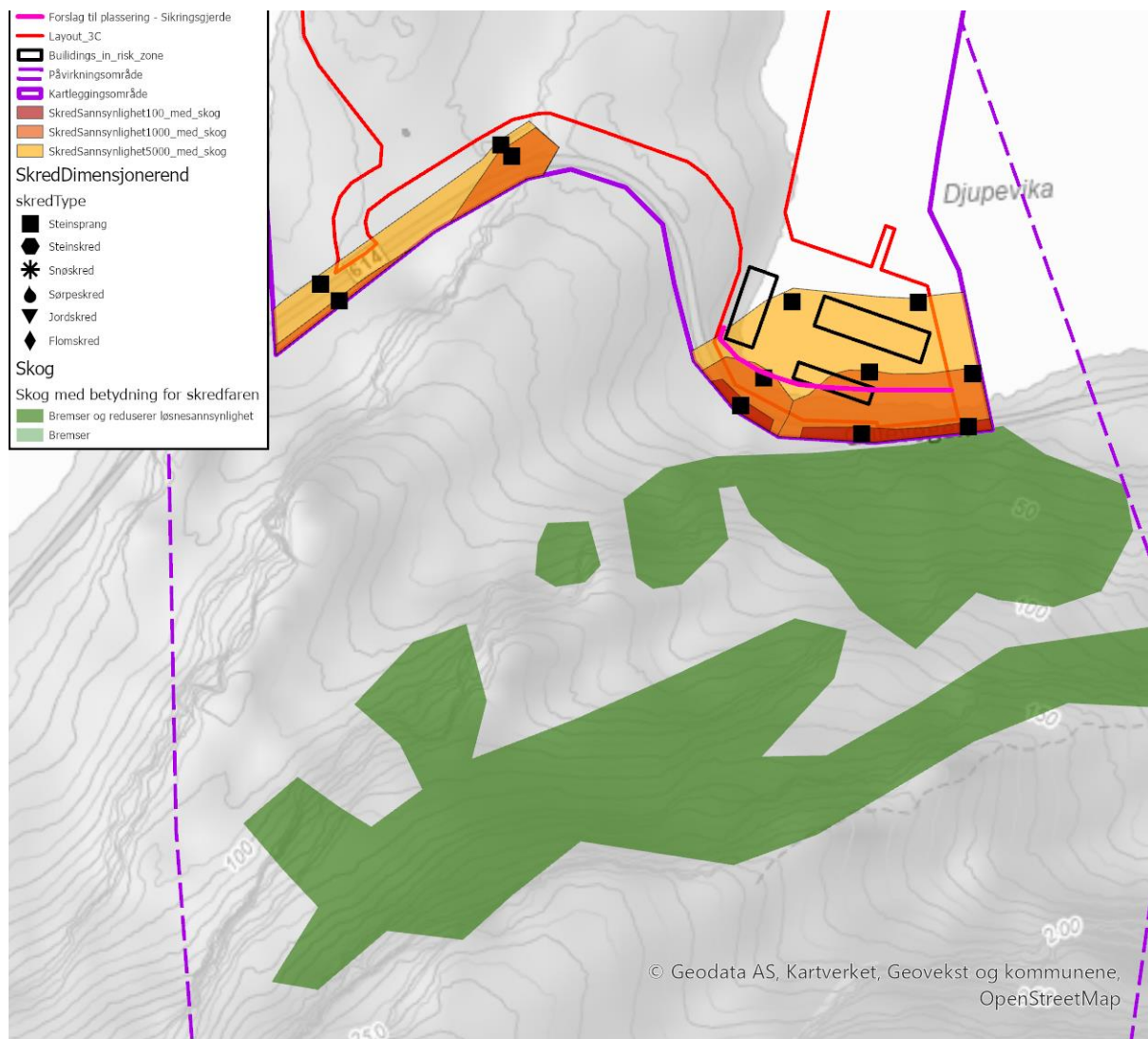
Løsneområder uten dagens skog med løsnesannsynlighet større enn 1/5000 er vurdert til å kunne ha utløp ned til fjorden, basert på terrengobservasjoner og modellerte snøskredløp.

Klimaanalysene fra kapittel 4.4 viser at desember-mars kan ha snøfall, totalt 1090 mm nedbør. Vindrosene for Gulebrystet indikerer at vind og samtidig snø har vindretning nordvest og vest, noe som ikke gir snødrift inn i den nordvendte fjellsiden. Enkelte hendelser med sørvestlig og vestavind forekommer, noe som kan medføre snødrift. Dersom det skulle akkumuleres snø i fjellveggen vil allikevel en skredhendelse kanaliseres vest for planområdet. Dette, sett sammen med det bratte og oppstykkede terrenget, gjør at eventuelle skred med utløpssannsynlighet større enn 1/100 og 1/1000, samt 1/5000 med dagens skog, vil være for små til å kunne nå planområdet. Skogens effekt på løsnesannsynligheten og bremsende effekt til snøskred er stor, og det vurderes at faresone 1/100, 1/1000 og 1/5000 med skog ikke vil ha utløp inn i kartleggingsområdet. Uten skog er det noen få løsneområder med løsnesannsynlighet større enn 1/5000 som kan ha utløp inn i kartleggingsområdet. Faresone 1/5000 uten skog er vurdert å ha utløp ned til fjorden.

Det ble ikke observert skog med antatte skader fra tidligere snøskredhendelser ved befaring våren 2023.



Figur 5-8: Simuleringer av snøskred ved planområdet for S3-scenario uten dagens skog.

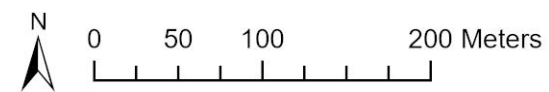
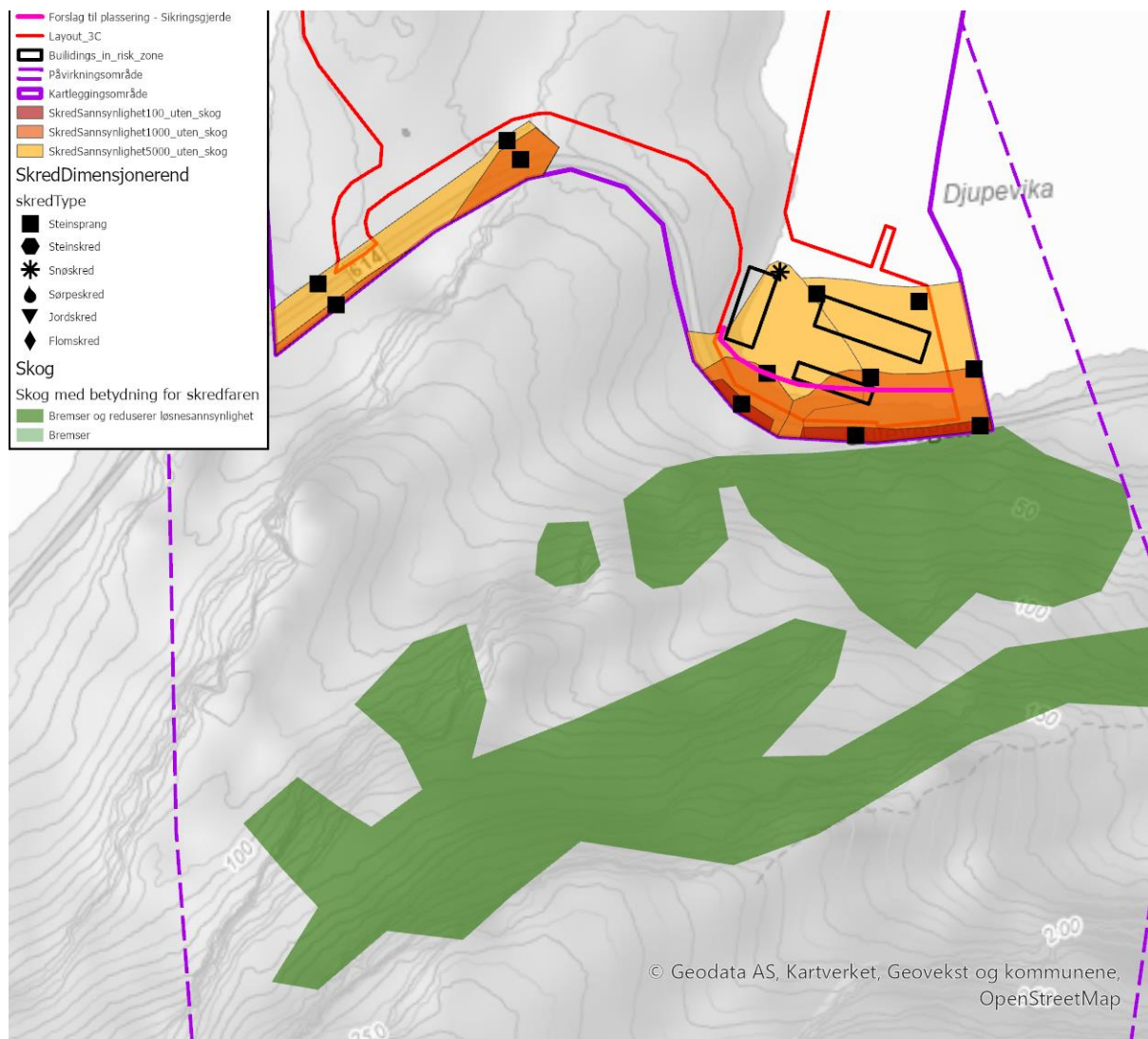


Coordinate system:
Name: ETRS 1989 NTM Zone 5
Map Units: Meter

Date Exported: 2024-02-06 12:12

Norconsult 

Figur 5-9 Faresoner med skog ved planområdet basert på befaring og modellering av snø- og steinsprang. To av de sørligste byggene er planlagt innenfor S3-sone. Dersom det skal etableres for personopphold over 25 personer her, må det utføres sikringstiltak. Lilla polygon viser området som er kartlagt for skredfare, og stiplet lilla polygon viser påvirkningsområde som kan generere skred inn i kartleggingsområdet. Forslag til sikringsgjerde er lagt inn med rosa polyline.



Coordinate system: ETRS 1989 NTM Zone 5
 Map Units: Meter
 Date Exported: 2024-02-06 12:16
 Norconsult

Figur 5-10: Faresonekart uten skog som viser at de to sørligste bygningene er planlagt innenfor faresone S3. Dersom det skal være varig personopphold på over 25 personer i disse bygningene, må det utføres sikringstiltak. I så tilfelle er det lagt inn et forslag til plassering av steinspranggjerde basert på modellerte utløp, energi og spretthøyde til simulerte steinsprangblokker.

6 Konklusjon og anbefaling av sikringstiltak

I forbindelse med detaljregulering av nytt hydrogenanlegg på Holmaneset, Svelgen, Bremanger kommune, er det nødvendig med en vurdering av områdestabilitet og skredfare i bratt terreng. Foreliggende rapport inneholder en vurdering av både områdestabilitet og skredfare i bratt terreng.

Planområdet ligger ikke innenfor et område med fare for områdeskred (kvikkleireskred). Det er ikke påvist kvikkleire på land, men ett borpunkt til sjøs har påvist kvikkleire, to har sprøbruddmateriale. Sprøbruddmaterialet/kvikkleiren ligger ikke innenfor et område med helning som tilsier at det skal vurderes som aktsomhetsområde. Helning i det aktuelle området er mellom 1:30-1:60.

Skred i bratt terreng er også vurdert basert på gjennomgang av grunnlagsmateriale, modelleringer og utført befarings. Skredfaren er størst på sørsiden av fylkesvegen lengst mot vest og øst, hvor steinsprang stort sett er dimensjonerende skredtype. På nordsiden av fylkesvegen er det også vurdert skredfare både for steinsprang og snøskred. Ved Djupevika er det vurdert faresone S3 for snøskred uten skog, og steinsprang (S1, S2 og S3) med og uten skog ned til fjorden. Faresone 1/1000 har steinsprang som dimensjonerende skredtype (opptil 41 m nedenfor fylkesvegen). For faresone 1/5000 er steinsprang stort sett dimensjonerende (80-90 m nedenfor fylkesveg), og en mindre faresone for snøskred uten skog innerst i bukta ved Djupevika. Faresone 1/100 er vurdert å gå ned til og med fylkesvegen, med steinsprang som dimensjonerende skredtype.

Dersom det planlegges bebyggelse hvor permanent personopphold skal være større enn 25 personer vil bygget tilhøre sikkerhetsklasse S3 (faresone 1/5000), og utløse krav til sikringstiltak dersom bygget plasseres inni faresone S5000 i Figur 5-9 og Figur 5-10. Det er to bygninger som ligger plassert innenfor faresone S3.

For bygninger under 25 personer med varig opphold vil bygget tilhøre sikkerhetsklasse S2 (faresone 1/1000), og utløse krav til sikringstiltak dersom bygget plasseres innenfor faresone S1000 i Figur 5-9. Ingen av byggene er plassert innenfor faresone S2. Den planlagte parkeringsplassen havner innenfor faresone 1/1000.

Eksempler på sikringstiltak i dette tilfellet er etablering av steinspranggjerd (eksempel på plassering vist i Figur 5-10) eller mindre fangvoller ovenfor eventuelle bygg som utløser krav til sikringstiltak.

Steinspranggjerdene bør i dette tilfellet være 4 – 5 m høye, og tåle energi opptil 2000 kJ dersom det skal være varig personopphold på over 25 personer i byggene innenfor faresone S3. Alternativt sikringstiltak er rensk og boltesikring i løseområdene i fjellsiden ovenfor planområdet.

Dersom skog med betydning for skredfaren fjernes må det etableres sikringstiltak som i tillegg til steinsprang, kan hindre utløp av snøskred inn i bygninger med planlagt personopphold på over 25 personer. Skog med betydning for skredfaren er vist i Figur 5-9 og Figur 5-10.

Basert på faresonekartet i Figur 5-9 og Figur 5-10 er samlet summert skredsannsynligheten på fylkesvegen på en strekning på ca. 500 m høyere enn 1/50 når en summerer beregnede sannsynligheter i skredpunkter $(2/100 + 5/1000) = (1/50 + 1/200) > 1/50$.

I henhold til håndbok N200 er sikkerhetskravet mot skred i bratt terreng opptil 1/50 per kilometer veg dersom ÅDT er 500 – 3999 (Figur 6-1). ÅDT på fylkesvegen er 750 per 2023. Det vil si at samlet skredsannsynlighet på fylkesvegen er høyere enn sikkerhetskravet i N200. Etter foreliggende vurdering og målt ÅDT per 2023 [11], er skredsannsynligheten på vegen dermed ikke tilfredsstillt.

Dimensjonerende trafikkmengde	Samlet skredsannsynlighet per km og år
< 500	1/20
500 - 3999	1/50
4000 - 5999	1/100
6000-11 999	1/300
≥ 12 000	1/1000

Figur 6-1: Tillatt skredsannsynlighet på veg i henhold til håndbok N200.

7 Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet (DIBK), «Veiledning om tekniske krav til byggverk. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. Ikrafttredelse 1. juli 2017. Versjon oppdatert 05.09.2017.,» DIBK, Oslo, 2017.
- [2] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Veileder 1/2019,» NVE, Oslo, 2020.
- [3] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar.,» NVE, Oslo, 2014.
- [4] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng,» NVE, Oslo, 2022.
- [5] Norconsult, «Site Reconnaissance and Geological Mapping Report - Site visit to Holmaneset. Pre-Feasibility. FFI doc. no. NOR1101-0000-GE-REP-0002. Dokument nr. 52209997-NO-G-RA-0006,» Norconsult, Sandvika, 2023.
- [6] Norconsult, «Holmaneset Green Ammonia Project. Factual Report – Geotechnical Field- and Laboratory Investigations. NOR1101-0000-GE-REP-0007. Dokument nr. 52209997-NO-G-RA-008,» Norconsult, Sandvika, 2023.
- [7] NIBIO, «NIBIO WMS - SRRKRONEDEKbeta.,» 2023. [Internett]. Available: https://wms.nibio.no/cgi-bin/sr16_beta?VERSION=1.3.0&SERVICE=WMS&REQUEST=GetCapabilities..
- [8] NGU, «Løsmasser-Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 2023].
- [9] NGU, «Berggrunnskart,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 2023].
- [10] AsplanViak, «AV-Klima Script,» 2022. [Internett]. Available: <https://app-avtools-klima-dev.azurewebsites.net/>.
- [11] Statens vegvesen, «ÅDT-telling,» 2023. [Internett]. Available: [https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@-15105,6885827,12/hva:!\(id~540\)~/-valgt:1018711865:540.](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@-15105,6885827,12/hva:!(id~540)~/-valgt:1018711865:540.)