

Oppdragsgjevar: Ådnesgård Panorama AS
 Oppdragsnamn: Skomrak utvidet næringsareal 41- 1-2. Reguleringsendring
 Oppdragsnummer: 635702-01
 Utarbeida av: Tonje Mek Eidset
 Oppdragsleiar: Torhild Hessevik Eikeland
 Dato: 26.09.2022
 Tilgjenge: Opent

Notat Vurdering av sikringstiltak Skomrak

Innhold

Notat Vurdering av sikringstiltak Skomrak	1
1 Innleiing	2
1.1. Tidlegare vurderingar	3
2 Terrengtilhøve og tenkt løysing.....	5
3 Modellering.....	7
3.1.1. Modelleringsresultat Rockyfor3d	8
3.1.2. Modelleringsresultat Rockyfor3d for simulering utført med «Nets»	9
4 Utforming.....	12
4.1. Plassering 1	12
4.2. Plassering 2	13
5 Oppdatert faresonekart.....	14
5.1. Plassering 1	14
5.2. Plassering 2	15
5.2.1. 3 meter høg voll	15
5.2.2. 4,5 meter høg voll.....	17
6 Alternativ.....	18
7 Andre forhold.....	18

Versjonslogg:

01	26.09.22	Nytt dokument	TME	LEF
VER.	DATO	BESKRIVING	AV	KS

Samandrag

Vurderinga gjeld Skomrak industriområde, lokalisert på gnr.41 bnr.1 i Lyngdal kommune. Rambøll har utarbeidd faresoner for skred i bratt terreng i samband med skredfarevurdering av tomta. Risikoreduserande tiltak er naudsynt ved plassering av tiltak innanfor faresonene. Notatet tek føre seg forslag til sikringstiltak.

Ein fangvoll vurderast som eigna til å sikre tomta for steinsprang med årleg nominelt sannsyn 1/100 og 1/1000. Modelleringar indikerer at ein voll med 3 meter høgde, utforma med bratt støtside (3:1), kronebreidde på min. 1 meter og slakare leside (helling avhengig av materiale) vil vere tilstrekkeleg ved føreslått plassering (nr. 1). Alternativ plassering (nr. 2) nærare skrent vil krevje ein høgare voll, høgde 4,5 meter. Vollen skal ha eit energiopptak på minst 1500 kJ i plassering 1, 2000 kJ i plassering 2.

Buffersona mellom terrenget og vollen skal vere dekkja av minst 50 cm lausmassar, ikkje vere bart berg. Det må vidare utførast ei risikovurdering for arbeidet med etablering av skredvollen.

Oppdaterte faresoner etter etablering av steinsprangvoll på hhv. 3 og 4,5 meters høgde er teikna.

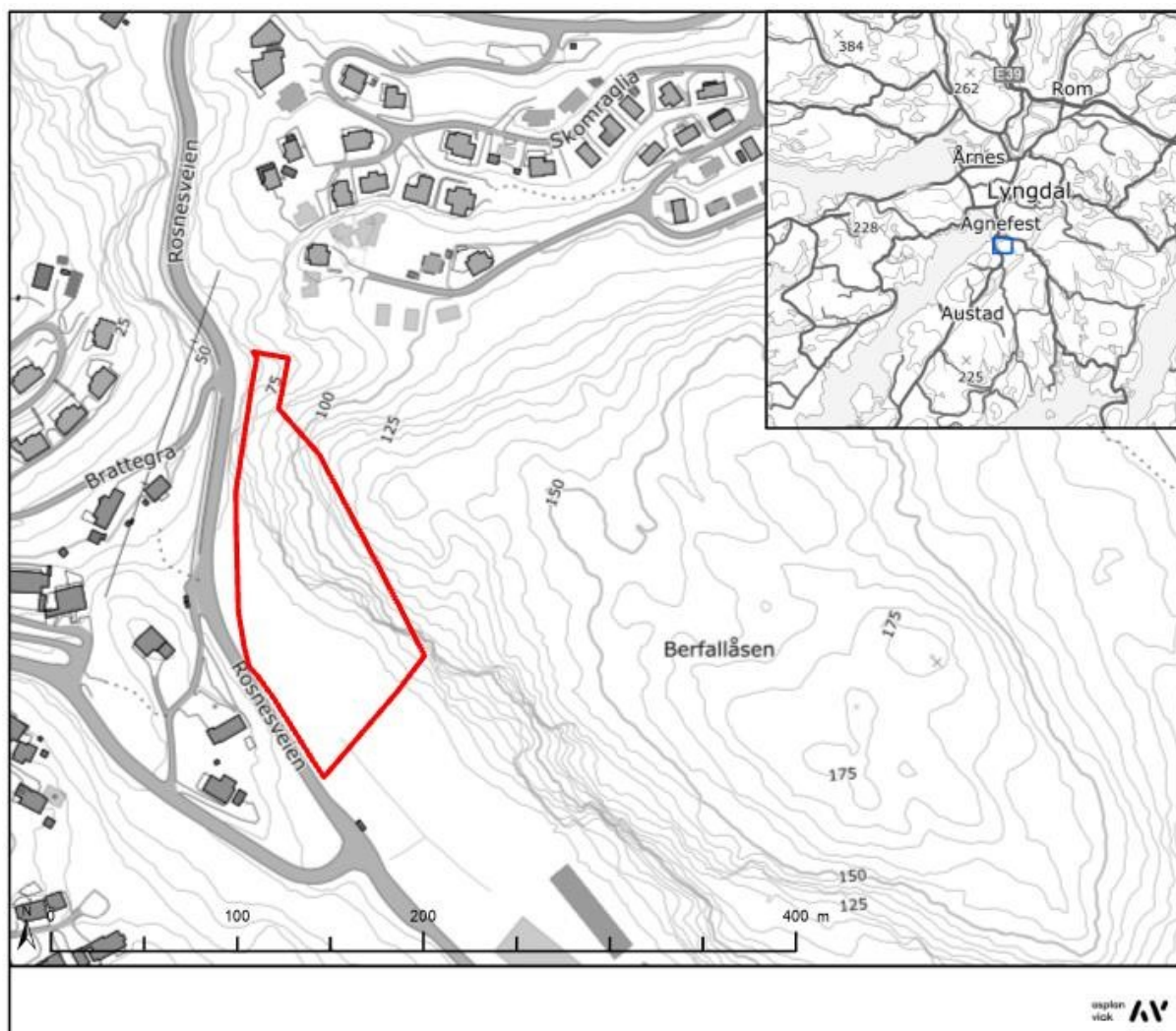
1 Innleiing

Aas & Høiland AS ønsker å utvikle Skomrak industriområde, lokalisert på gnr.41 bnr.1 i Lyngdal kommune. Den aktuelle tomta ligg mellom ein brattskrent mot Berfallåsen mot aust/nordaust og Rosnesveien mot sørvest.

Faresoner for skred i bratt terreng dekker delar av tomta. Risikoreduserande tiltak er naudsynt ved plassering av tiltak innanfor faresoner. Figur 1-1 syner plasseringa av tomta, med område skredfarevurdert av Rambøll markert som raudt polygon.

Dette notatet tek føre seg vurderingar knytt til risikoreduserande tiltak (skredsikring). Grunnlaget for vurderinga er skredfarevurderinga utført av Rambøll (2022), med

tilhørende faresoner (sjå kapittel 1.1 og Figur 1-2), samt terrengmodell for planlagt utforming av tomta etter masseuttak. Vurderinga inkluderer omtrentleg plassering av sikringstiltak, høgde og naudsynt energiopptak, prinsippsskisse skredvoll og oppdaterte faresoner etter etablering av sikringstiltak.

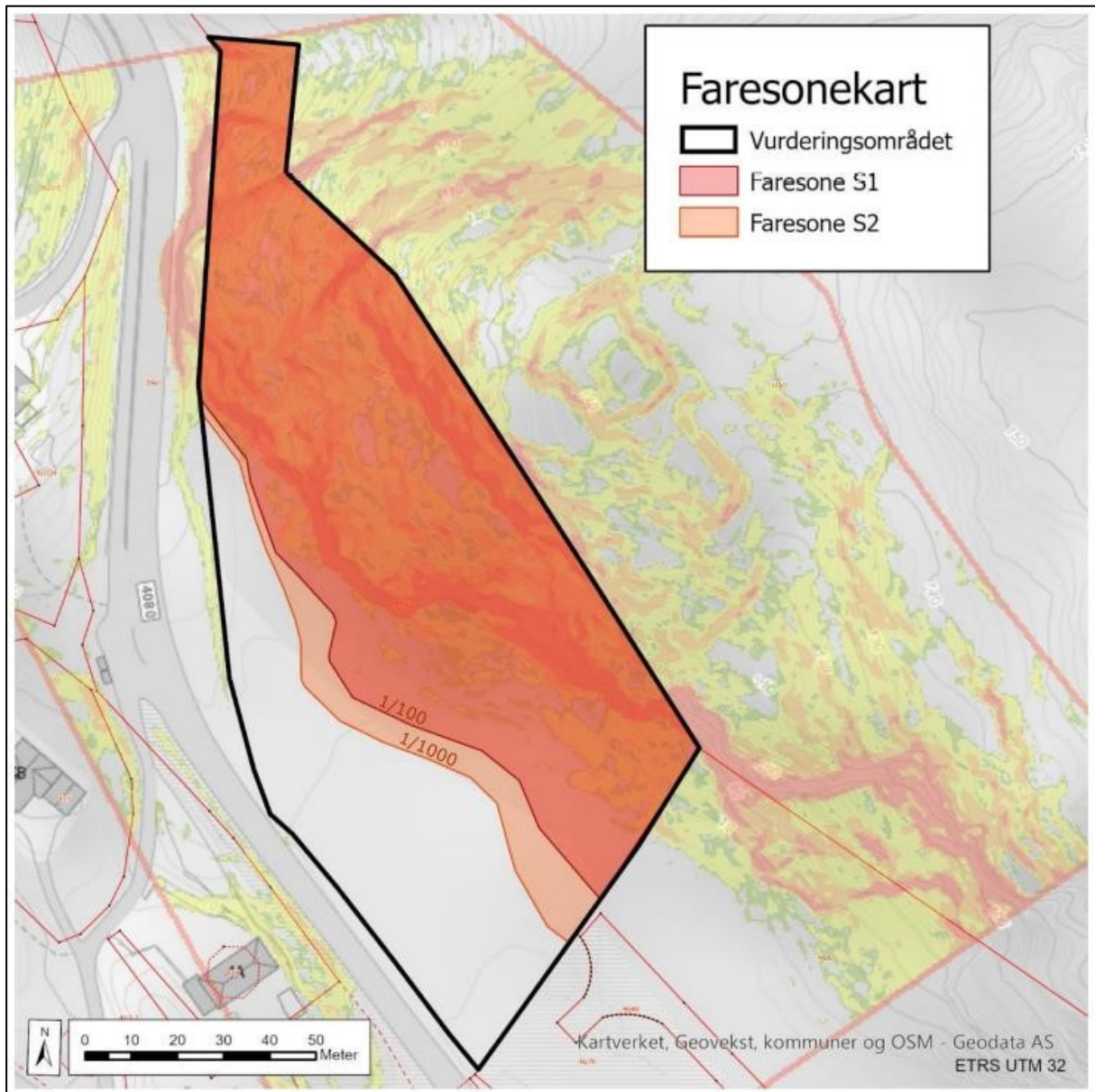


Figur 1-1: Oversiktskart som syner plassering av tomta i høve Rosnesveien og Berfallåsen, samt plasseringa av området i høve Lyngdal. Raudt polygon syner området som er vurdert i Rambøll si skredfarevurdering. Figuren viser eksisterande terreng.

1.1. Tidlegare vurderingar

Rambøll har utført ei skredfarevurdering av Skomrak industriområde. I vurderinga er planlagt tiltak vurdert til å ligge i tryggleiksklasse S2. På bakgrunn av synfaring, kartstudiar

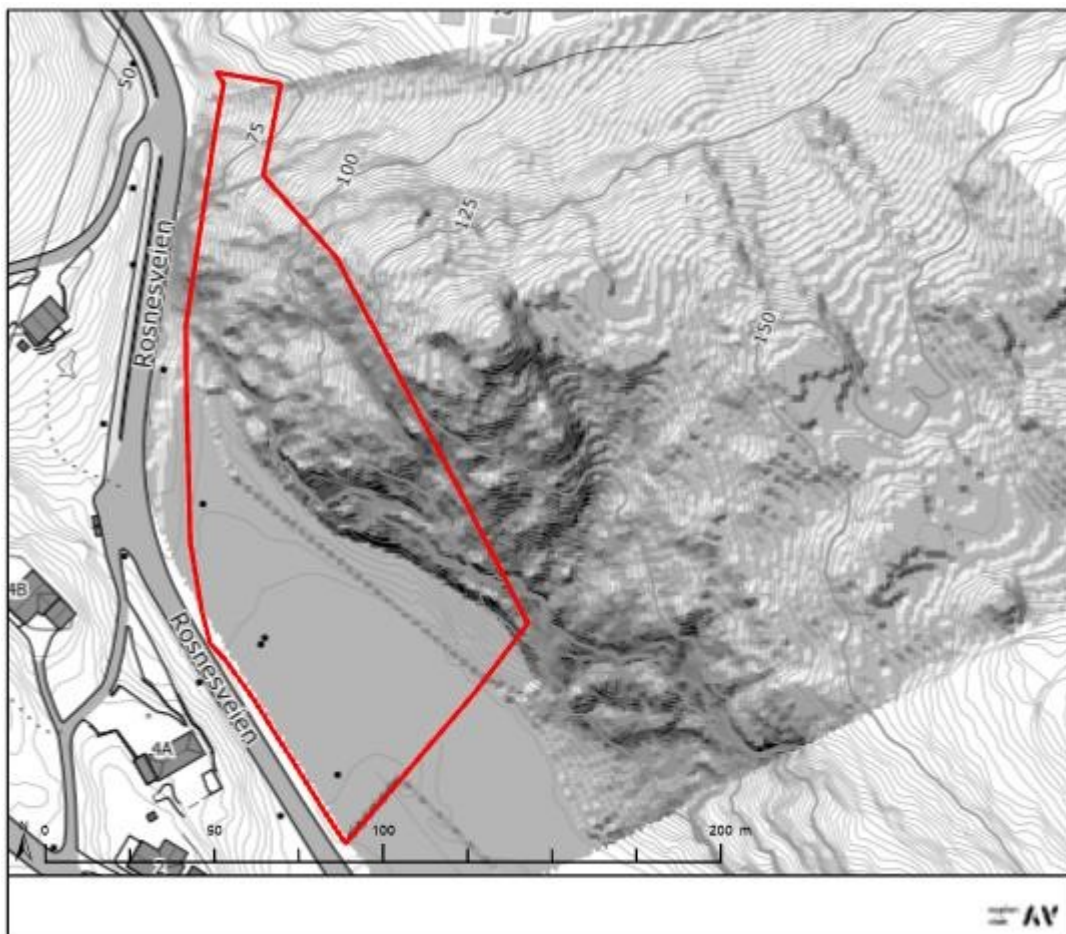
og modellering, er det vurdert at delar av området ikkje tilfredsstillir lovverket sitt krav til tryggleik mot skred for nybygg/påbygg i tryggleiksklassene S1 og S2, der årleg nominelt sannsyn for skred ikkje må overskride høvesvis 1/100 og 1/1000 (Rambøll, 2022). Steinsprang er dimensjonerande skredtype. Det er teikna faresoner (sjå Figur 1-2).



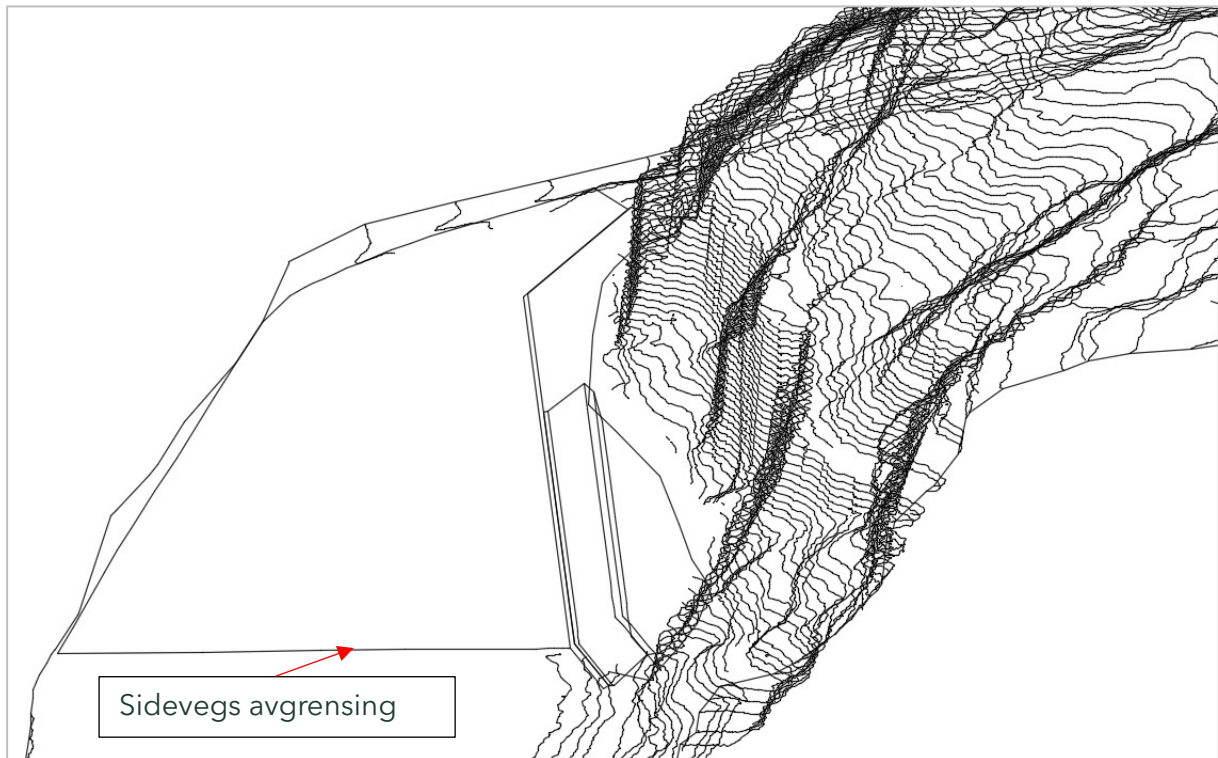
Figur 1-2: Utsnitt frå Rambøll si skredfarevurdering for Skomrak industriområde

2 Terrengtilhøve og tenkt løysing

Oppdragsgjevar ønsker å kunne «utnytte tomten bedre og i større grad enn det gjeldene skredvurdering tillater.». Ønska utføring er å grave ut heile røysa/ura og etablere ein steinsprangvoll. Eksisterande terrengtilhøve går fram av topografisk kart i Figur 1-1, medan Figur 2-1 viser tenkt utforming etter masseuttak, med høgdekoter for eksisterande terreng overlagt. Figur 2-2 viser utsnitt frå terrengmodell med ein tre meter høg voll teikna inn.



Figur 2-1: Oversiktsfigur som syner tenkt tomt etter masseuttak i form av skuggerelieff. Eksisterande terreng på den framtidige tomteflata framgår av høgdekoter.



Figur 2-2: Utsnitt fra 3d-visning av terrengmodell som viser oppdragsgjevar si ønska plassering av voll (plassering 2), med ein 3-meter høg voll innteikna. Ikkje vurdert justering av faresoner søraust for sidevegs avgrensing markert i utsnittet.

3 Modellering

Beregningsverktøyet Rockyfor3D er nytta som et supplement i vurderinga av naudsynt sikring. Rockyfor3D er ein deterministisk, stokastisk modell som reknar ut utløp av steinsprang og sannsynlege baner for individuelle steinsprangblokker. Føremålet med modelleringa har vore å vurdere storleik på vollen i høve forventa utløpslengde og retning på steinsprang, spretthøgde på steinsprangblokker og energi i blokker når dei treff vollen.

Simuleringane er køyrt på ein terrengmodell med 1x1m oppløysing. Merk at høgdemodellen er justert av oppdragsgjevar til å spegle tenkt terreng og såleis skil seg frå høgdemodellen nytta for eksisterande terreng av Rambøll, sjå **Feil! Fant ikke referanse kilden.**

Tabell 1 samanfatar inngangsparameterar nytta i steinsprangsimuleringane.

Tabell 1: Oppsummering av inngangsparameter i Rockyfor3d

Parameter	Skildring
Massetettleik	2700 kg/m ³ .
Starthøgde per blokk	0 meter.
Variasjon i primær blokkstorleik	0%.
Skog	Ikkje teke omsyn til då den ventast å ha lita til ingen bremsande effekt der det er skog.
Blokkform	Ellipsiode.
Blokkstorleik	4 m ³ (2,0 x 2,0 x 2,0 m), $V=(4/3)*\pi*(1*1*1)=4,189$ Blokkvolumet er valt på bakgrunn av Rambøll si modellering. 4 m ³ er den største simulerte blokkstorleiken, og også den det er presentert resultat for.
Bakkeegenskapar	Automatisk modellering gjennom bruk av «Rapid Automatic Simulation» i Rockyfor3D utgjør modelleringmetoden. Programmet set då automatisk bakketypen og overflateruheit for terrengoverflata, med konservative verdiar basert på terrenghelling. Med ein celle-storleik på 1 meter vil terreng brattare enn 55 grader utgjere losneområder i skråninga. Desse cellene vert automatisk tilskrive jordtype 6 og ruheitsverdiane 0, 0, 0 (rg70, rg20, rg10). Terreng over 35 grader tilskrive jordtype 4 og ruheitsverdiane 0.05, 0.05, 0.1 (rg70, rg20, rg10).

Det er køyrt 100 blokkutløysingar frå kvar enkelt celle. Modellen reknar ut losneområde for steinsprang automatisk, basert på terrenghelling og oppløysing på nytta terrengmodell.

3.1.1. Modelleringsresultat Rockyfor3d

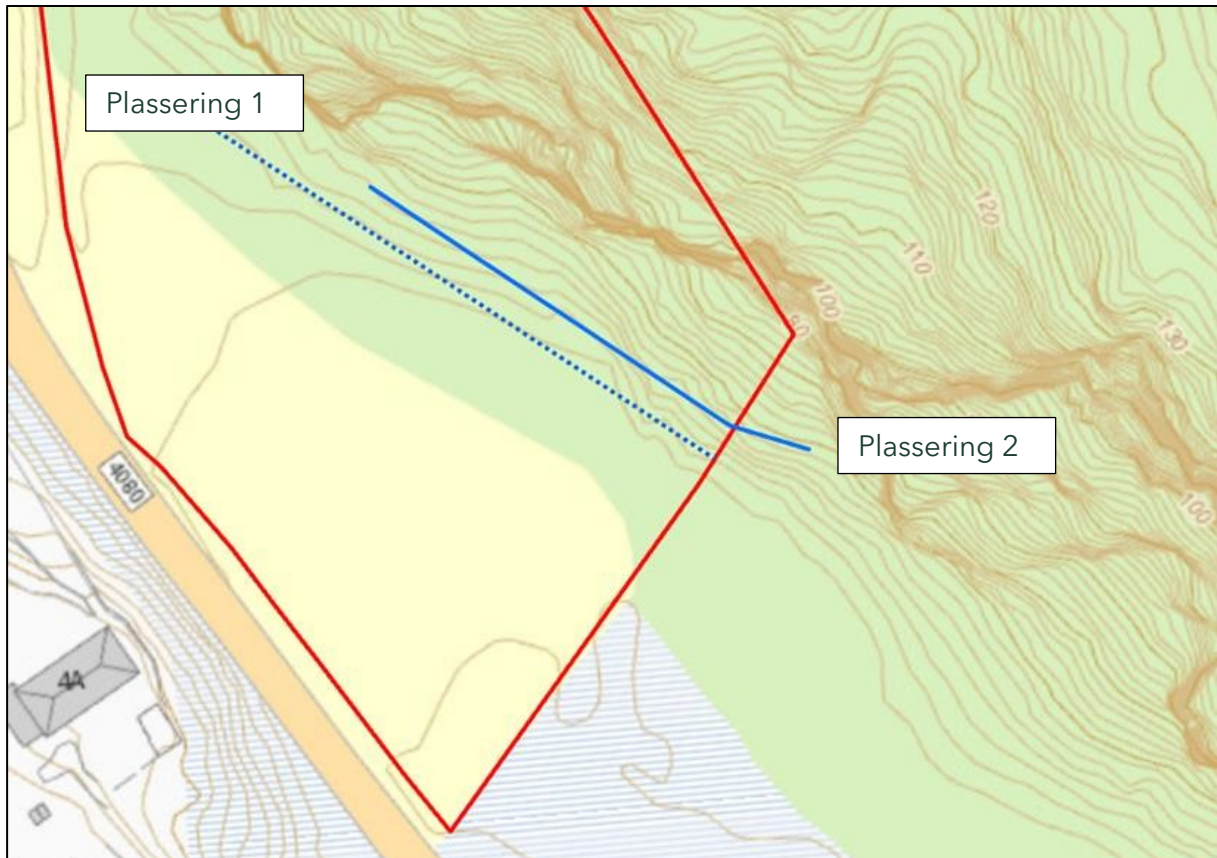
Resultat frå simuleringane i Rockyfor3d er presentert som rekkjeviddesannsyn (reach probability) i **Feil! Fant ikke referanse kilden.** I den stokastiske Rockyfor3d-modellen er det vanleg at rekkjeviddesannsyn med verdiar lågare enn 1-1,5 % representerer statistiske uteliggjarar (NVE, 2020). Den reelle terskelverdien for statistiske uteliggjarar må vurderast etter lokale tilhøve. Verdien 1,5% er nytta i denne vurderinga.

Modelleringsresultata viser at på storparten av tomta ligg rekkjeviddesannsynet (reach probability) mellom 1-5 %. Nærast skråninga, der terrenget vert endra, er rekkjeviddesannsynet større med 5-10%, særskilt lokalt oppmot 15%.

Feil! Fant ikke referanse kilden. syner spretthøgder på 1-2 meter lengst ute på tomta. Ved det planlagte masseuttaket er spretthøgden klart høgare.

3.1.2. Modelleringsresultat Rockyfor3d for simulering utført med «Nets»

Det er kjørt simuleringar for to vollplasseringar i terrenget. Stipla blå linje, lengst frå terrenget omtalast som plassering 1 og kontinuerleg blå linje som plassering 2.



Figur 3-1: Illustrasjonsbilete som syner modellerte vollplasseringar.

Plassering 1

Det er utført modellering med ei 3 meter høg barriere (net) langs skråninga. Resultat er presentert i Tabell 2 og **Feil! Fant ikke referansekilden..**

Tabell 2: Oppsummering av statistikk for barriere/nett som det er modellert med.

Parameter	Verdi
E_95 [kJ]	1050
Ph_95 [m]	1,5
V_95 [m/s]	9,5

Basert på modelleringsresultata vert det vurdert at ein 3 meter høg voll vil ha god effekt på å stoppe steinsprangblokker.

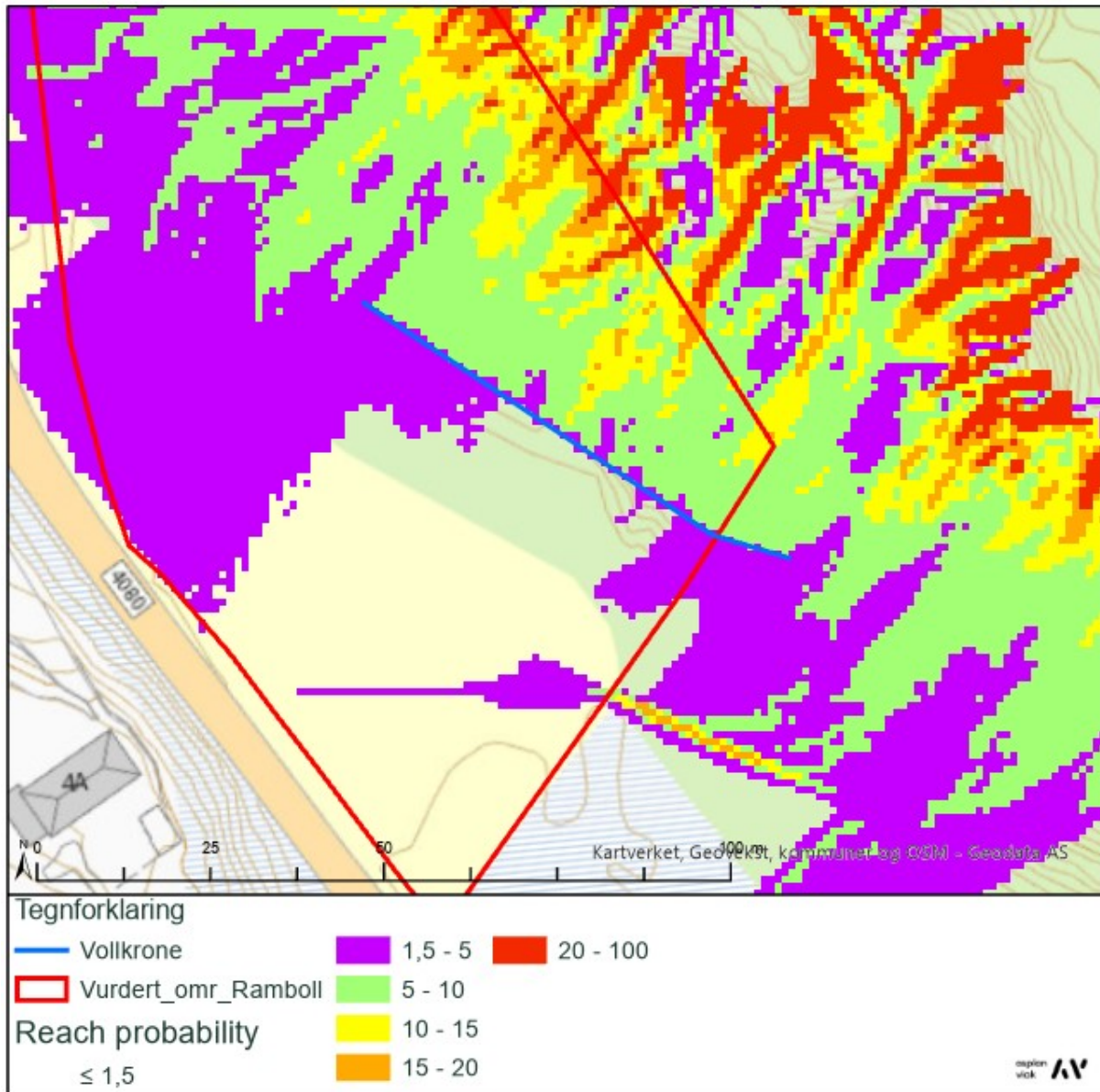
Plassering 2

Ein 3 meter høg voll vil ikkje vere tilstrekkeleg ved plassering av vollen nær terrenget (plassering 2). Modellering viser at blokker vil gå over vollen. Ein 4,5 meter høg voll er eigna.

Tabell 3: Oppsummering av statistikk for barriere/nett som det er modellert med.

Parameter	Verdi
E_95 [kJ]	2300
Ph_95 [m]	3
V_95 [m/s]	17,1

Det er utført ei simulering med ein 3 meter høg voll i plassering 2 med skissert voll inkludert i terrengmodellen. Merk at hyllnivået er noko justert med omsyn til tenkt utføring. Resultata viser at blokker har eit rekkjeviddesannsyn på >1,5% framføren vollen i nordvest og søraust. Vollen fangar ikkje opp alle blokkene i dette området.



Figur 3-2: Modelleringsresultat for terreng med 3 meter høg voll i plassering 2. Blokker går over vollen langs delar av vollen.

Simulering med Rockyfor3D med Nets, viser at ein 4,5 meter høg voll er eigna.

4 Utforming

Ein skredvoll byggast opp med ei støt- og ei leside, åtskilt av ei kronebreidde på toppen av vollen. Vollen bør dimensjoneras slik at steinblokker treff opp mot 2/3 av total vollhøgde. Ei slik utforming gjev vollen ein tilstrekkeleg margin på høgde, slik at ei nedfallsblokk med attverande rotasjonsenergi vert fanga opp og ikkje går forbi vollen.

I Statens vegvesen sin rettleiande rapport «Sikring av veger mot steinskred» vert det anbefalt at støtsida på skredvollar vert bygd med ein brattheit på 3:1, eller så bratt som mogleg. Fangvollar byggast ofte av stadlege massar dersom dei er eigna, men ein bratt natursteinsmur vil vere mest effektiv for å bremse blokker og stoppe rotasjonsenergi. Natursteinsmurar har typisk ei helling på 3:1.

Lesida treng ikkje å vere like bratt som støtsida. Hellinga på vollen til skal likevel ikkje overskride råd gjeve i V221 (Statens vegvesen, 2014). Det visast i denne samanheng til Figur 3-1-2 i handboka.

Knekkpunkt i lengderetning bør unngåast langs vollen for å hindre svakare punkt i vollkroppen.

Godt drenerande massar bør nyttast i vollkroppen. Breidda til toppen av vollen skal vere minst 1 m (kronebreidde).

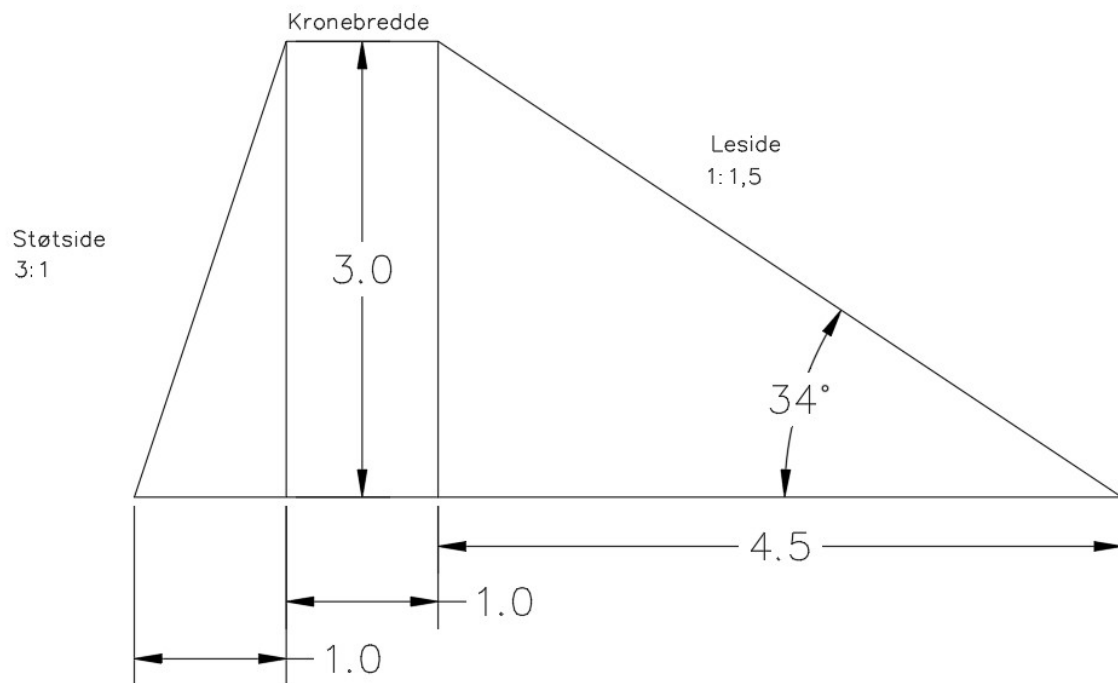
Det må leggjast opp til ein ca. 3 meter brei driftsveg på støtsida av vollen for reinsking av grøfta, samt vedlikehald av skredvollen.

4.1. Plassering 1

Resultat frå modellering, viser at 95% av blokkene treff vollen opptil 1,5 meter over bakken, medan 98% av blokkene treff vollen på mindre enn 2 meters høgde. Ein 3 meter høg voll er eigna. Vollen bør vere dimensjonert for ein treffenergi på 1500 kJ.

Tabell 4: Oppsummering av eigenskapar for steinsprangvoll

Parameter	Verdi
Helling støtside	3:1 (dvs. ca. 71,5 grader)
Helling leside	Avhengig av nytta material
Høgde voll	3 meter
Kronebreidde	1 meter
Sidehelling/avslutting	Til dømes 1:1,5. Sjå V221.



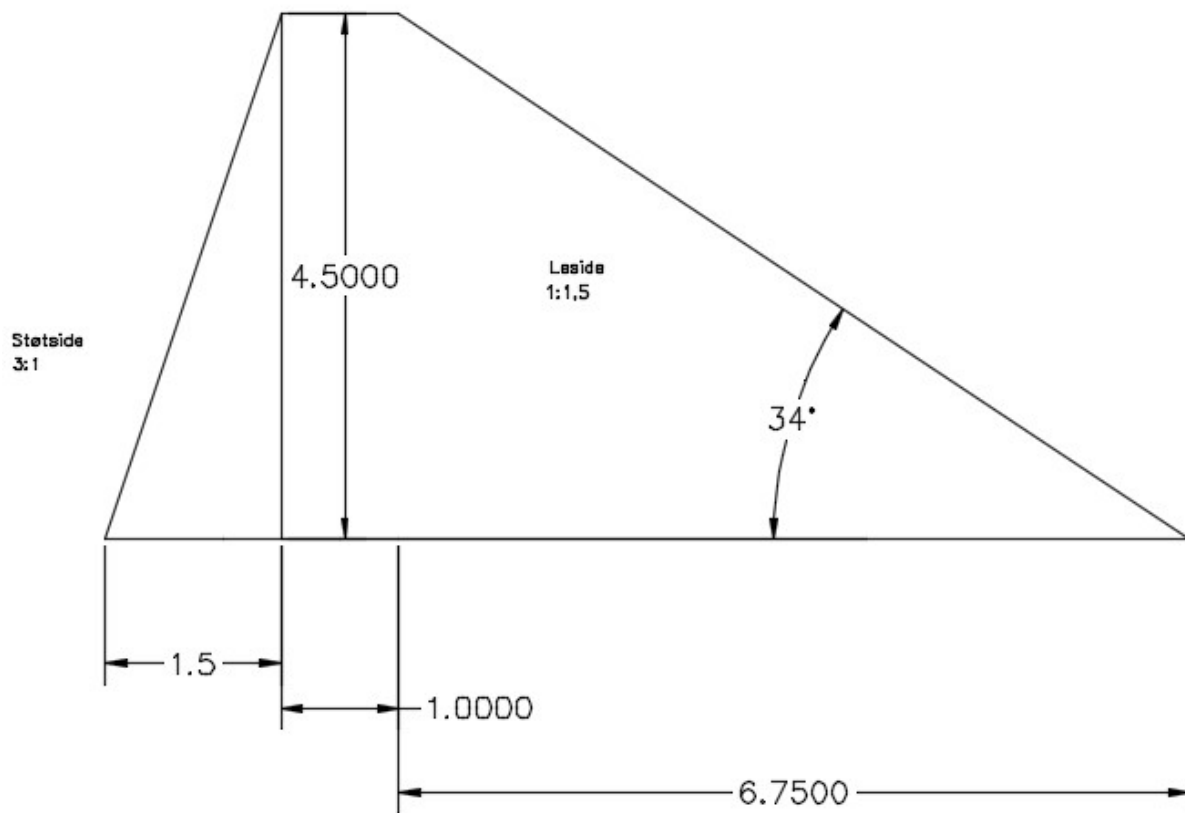
Figur 4-1: Skisse utforming av voll.

4.2. Plassering 2

Ein 4,5 meter høg voll er eigna. Vollen bør vere dimensjonert for ein treffenergi på 2000 kJ.

Tabell 5: Oppsummering av eigenskapar for steinsprangvoll

Parameter	Verdi
Helling støtside	3:1 (dvs. ca. 71,5 grader)
Helling leside	Avhengig av nytta material
Høgde voll	4,5 meter
Kronebreidde	1 meter
Sidehelling/avslutting	Til dømes 1:1,5. Sjå V221.

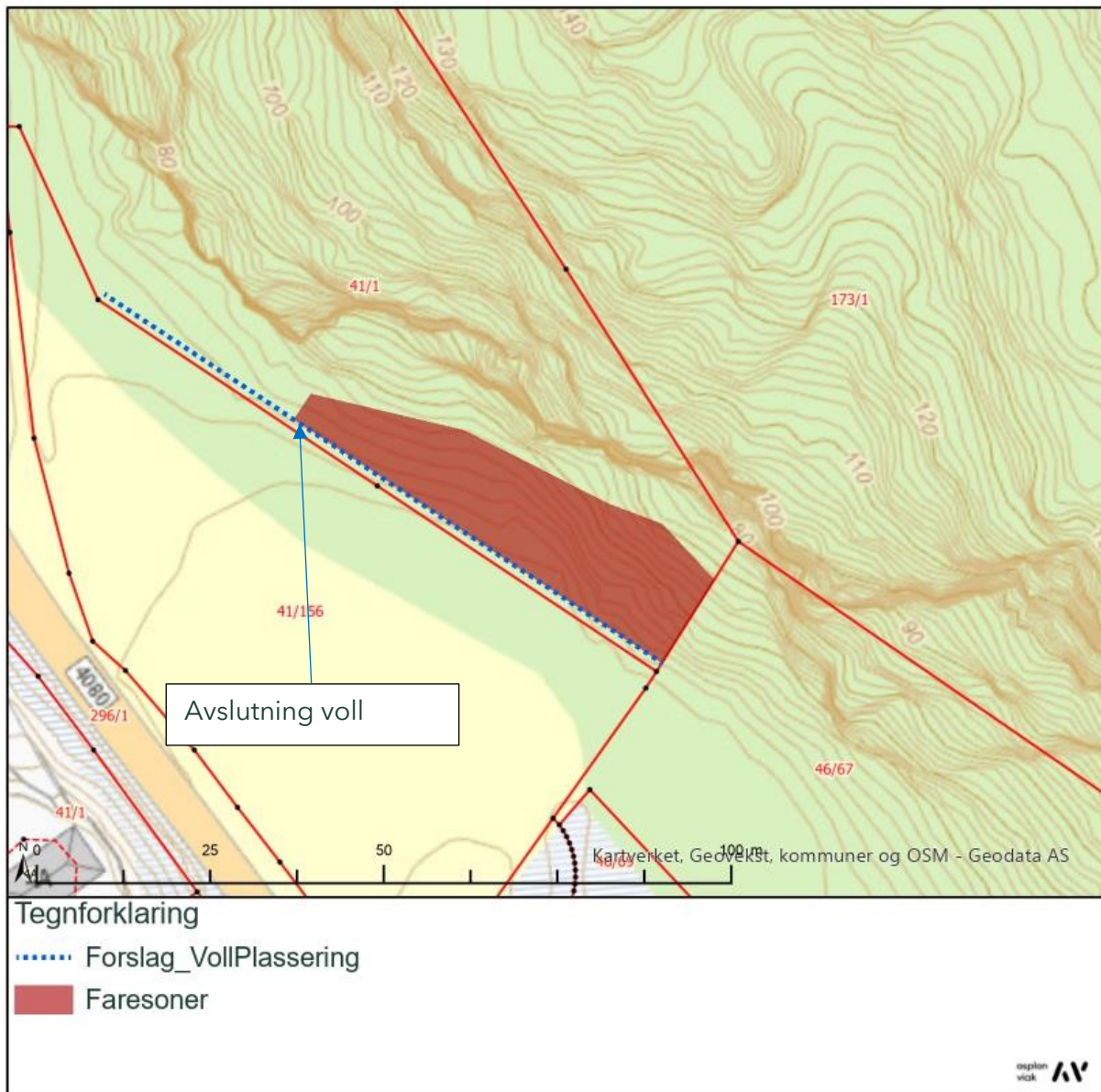


5 Oppdatert faresonekart

Oppdaterte faresonekart tek utgangspunkt i ein 3 meter høg voll for begge plasseringar. Ved etablering av ein 4,5 meter høg voll i plassering 2 vil 1/1000 sona ikkje gå forbi vollkrona.

5.1. Plassering 1

Figur 5-1 viser at faresonen er oppdatert i bakkant av vollen.

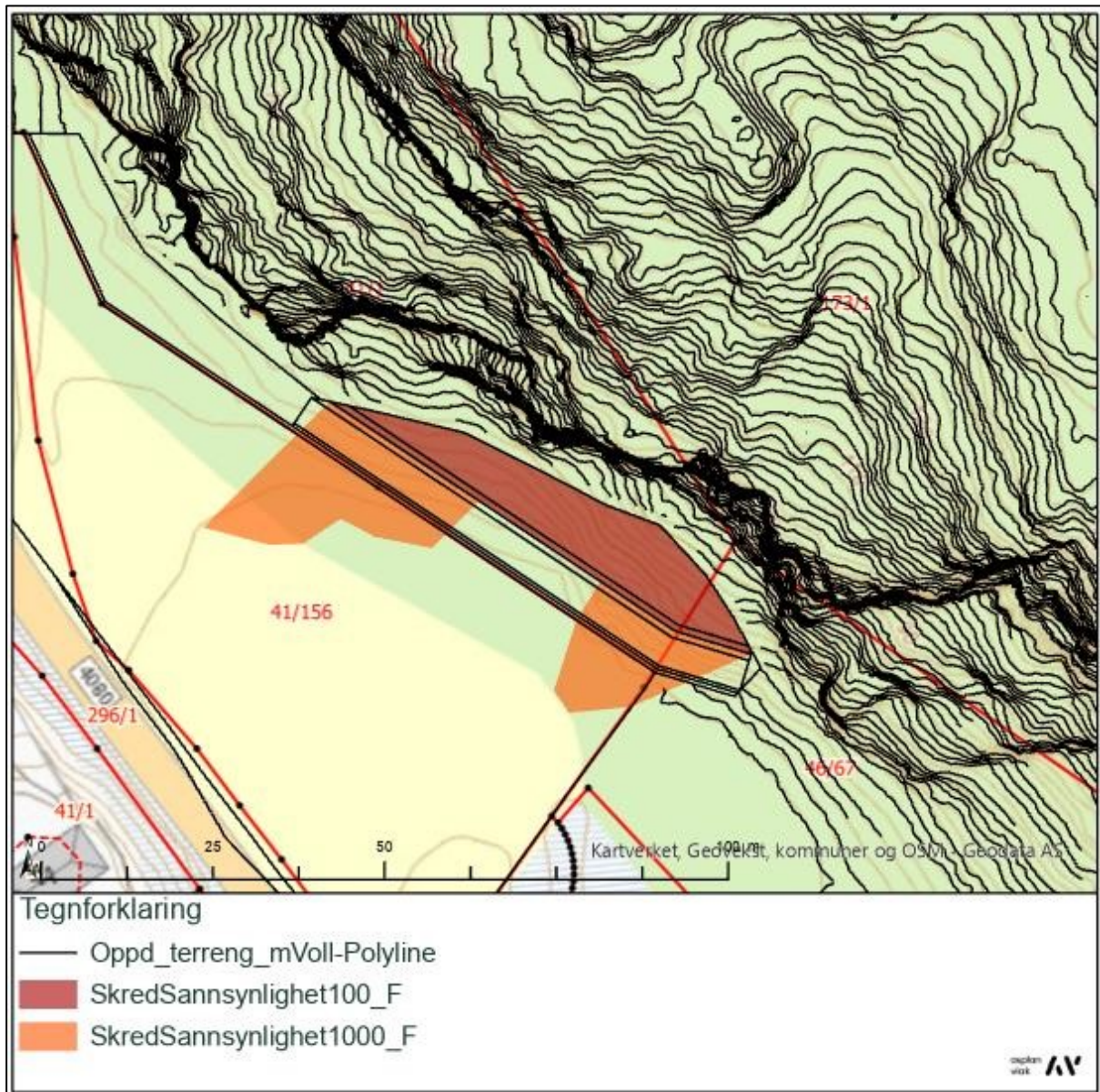


Figur 5-1: Faresone voll i plassering 1. På strekningar der det ikkje er teikna ny faresone er faresoner i Rambøll (2022) framleis gjeldande. Dette gjeld der vollen ikkje har utstrekning i terrenget forbi punkt merka «avslutning voll».

5.2. Plassering 2

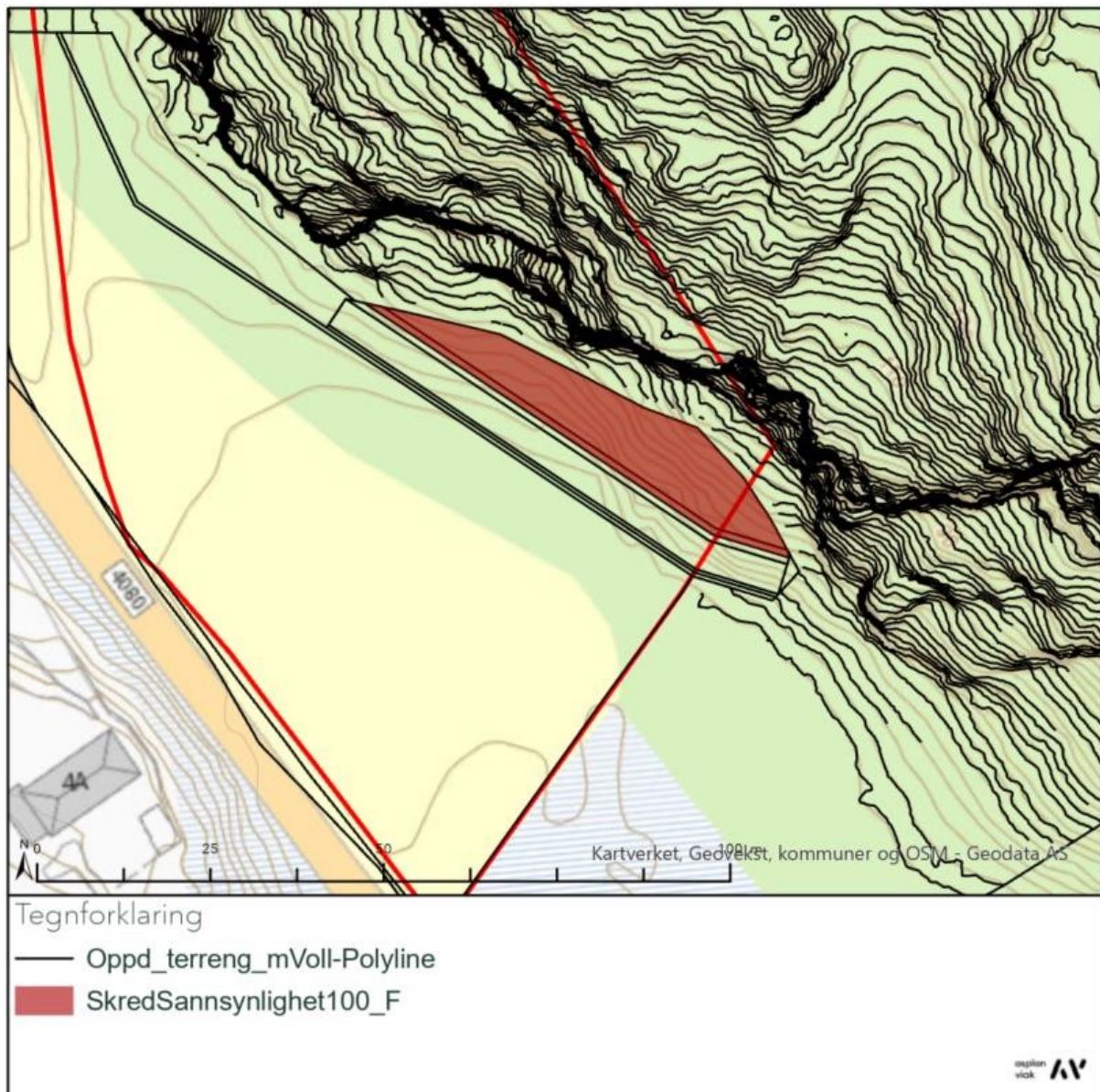
5.2.1. 3 meter høg voll

Figur 5-2 viser at faresonen er oppdatert i bakkant av vollen, samt framføre vollen. Ein 3 meter høg voll i plassering to ligg til grunn for faresona. Sjå Figur 1-2 for tidlegare faresoner på strekninga



Figur 5-2: Faresonekart. På strekningar der det ikkje er teikna ny faresone er faresoner i Rambøll (2022) framleis gjeldande. Dette gjeld der vollen ikkje har utstrekning.

5.2.2. 4,5 meter høg voll



Figur 5-3: Faresonekart gjeldande for 4,5 meter høg voll i plassering alt. 2, nærast fjellsida. På strekningar der det ikkje er teikna ny faresone er faresoner i Rambøll (2022) framleis gjeldande. Dette gjeld der vollen ikkje har utstrekning.

6 Alternativ

Bruk av steinspranggjerde i staden for voll vil vere eit plass-sparande alternativ. Avhengig av plassering, må gjerdet tole 1500 til 2000 kJ og ha tilsvarande høgde som voll.

7 Andre forhold

Buffersone for steinsprangblokker

Dersom det vert naudsynt å sprengje ut berget for å oppnå tenkt utforming av tomta, vil det vere viktig å oppretthalda buffersona for nedfall som tek imot steinsprang på støtsida av vollen.

Bakgrunnen for dette er at samanlikna med ei lausmassedekka overflate vil ei rein bergoverflate medføre at steinblokker beheld mykje meir av energien sin, både normalt og tangentialt på terrenget. Dette vil kunne medføre mykje større spretthøgder og meir energi i møte med vollen.

Arbeidstryggleik

Det må utførast ei risikovurdering for arbeidet med etablering av skredvollen.

Kjelder

Rambøll (2022) 1350049191 G-not-01 Skredfarevurdering av Skomrak industriområde
Statens vegvesen (2014) Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråningar

Vedlegg

Voll plassering 1:

scr_nr	n	E_50	E_90	E_95	E_98	Ph_50	Ph_90	Ph_95	Ph_98	V_50	V_95	Vrot_50	Vrot_95	Imp_a50	Imp_a95
1	94182	99.4	236.4	1048.4	2537.4	1.0	1.4	1.5	2.0	3.9	9.5	3.4	10.4	-36.3	-5.3

Voll plassering 2:

scr_nr	n	E_50	E_90	E_95	E_98	Ph_50	Ph_90	Ph_95	Ph_98	V_50	V_95	Vrot_50	Vrot_95	Imp_a50	Imp_a95
1	107188	590.5	2322.5	2845.5	3509.5	1.0	2.1	3.0	3.9	5.8	18.6	7.7	15.7	-11.0	40.0