

Oppdragsgiver: **Giske kommune**Oppdragsnr.: **52307211** Dokumentnr.: **NO-INGGEO-03**

Til: Giske kommune v/Svein Andre Johansen

Fra: Norconsult v/ Ole Håvard Barstad og Gunne Håland

Dato 2026-04-24

► Detaljprosjektering av fanggjerd

Innledning

Trollteam tok ned lokalisert blokk ved hjelp av pute 24. mai 2024. På forespørsel av Giske kommune har Norconsult gjort en vurdering av eventuelle tiltak basert på oppdatert modellering av steinsprang og studie av bilder og video av nedtakingen av blokken. Hastigheten til steinsprang påvirkes av fallhøyde, terrenghelning i skredbanen, størrelsen og form på steinsprangblokk og underlaget i skredbanen og eventuelt elementer som gir friksjon (skog eller store blokker osv.). Mindre steinsprangblokker har for eksempel kortere utløpslengde enn større blokker ettersom den kinetiske energien er mindre, og trær og ruhet i terrenget kan gi større oppbremsing på mindre blokker. Ved store høydeforskjeller vil oppknusing av blokker nedover skredbanen kunne gi høye spranghøyder og lengre utløp av mindre slyngblokker. Modelleringsverktøyene som anvendes i dag simulerer bevegelse til enkeltblokker over et tredimensjonalt terreng, og gir kun en forenkling av mulig blokkbevegelse. Bilder og video fra nedtakingen blokken har tilført et større kunnskapsgrunnlag for å vurdere mulige utløp og spranghøyder fra aktuell fjellside. Videoen viser at deler av den planlagte skredvullen trolig ikke vil fange opp de mest ekstreme slyngblokkene dersom en lignende hendelse skulle oppstå. Videre får noen av blokkene en større utbredelse mot kunstgressbanen enn det som tidligere var modellert.

Norconsult har derfor anbefalt at det ble etablert et fanggjerde/fanggjerde i overkant av bergskjæringen som ligger på østsiden av kunstgressbanen. I senere tid har det også blitt diskutert å etablere et fanggjerde langs idrettsbanens sørside (Figur 6 og Figur 7). I møte med Giske kommune og Nordplan er det bestemt at Giske kommune skal stå ansvarlige for sikring av kunstgressbanen, mens entreprenør Busengdal skal stå for sikring av løpebane/gressbane. Det er tidligere prosjektert en fangvoll som skal sikre deler av idrettsbanen [1]. Denne vollen må forkortes som følge av det nye fanggjerdet.

Dette notatet omhandler prosjektering av fanggjerdene med tilhørende krav og beskrivelser, og er revidert i forbindelse med etablering av det nye fanggjerdet på idrettsbanen.

Gjeldene retningslinjer og styrende dokumenter

Standarder og regelverk

Skredfaglig prosjektering, er i dag omtalt i et fåtall av lovverk, forskrifter, standarder og veiledere. Dette gjør at begrepet geoteknikk i stor grad blir benyttet selv om prosjekteringen i dette tilfelle stort sett er knyttet opp mot skredtekniske problemstillinger. Det er en rekke forskrifter, veiledninger, standarder som kan anvendes som hjelpemiddel for dimensjonering og prosjektering av skredsikring.

I tillegg er følgende dokumenter, regelverk/standarder benyttet i forbindelse med detaljprosjekteringen:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode 0 - Grunnlag for dimensjonering av Konstruksjoner [2]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler [3]
- Veiledning fra Statens vegvesen:
 - Erfaringsrapport om oppsett av fanggjerdar [4].
- Beregning av nødvendig forankringslengde i berg er utført etter SVV metode for stagforankringer gitt i Veileder V220 [5]
- EAD 340059-00-0106 - Falling rock protection kits [6]

Geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse og kontrollklasse

I dette tilfelle anbefales det at skredsikringstiltakene klassifiseres i geotekniske kategorier (1, 2 og 3) avhengig av prosjektets kompleksitet og risiko i henhold til anbefalingene til N200 [7]. Geotekniske kategorier bestemmes i henhold til Eurokode 7 [3], hvor valg av geoteknisk kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 *Krav til prosjekteringen*. Geoteknisk kategori gir føringer for prosjekteringsmetoder og krav til kontroll.

Fundamentering av fanggjerdar er generelt ikke en komplisert oppgave, men svikt (i stor skala) kan ha alvorlige konsekvenser. I dette tilfelle vil fundamenteringen bli utført på fast berg og løsmasser med antatt middels til god bergmassekvalitet og varierende løsmassemektinghet. Utarbeidelse av dimensjoneringskriterier for fanggjerdar i dette tilfelle krever kunnskap om størrelse på blokkenergi og spranghøyder for steinsprang. I dette tilfelle skal fanggjerdene kun sikre mot steinsprang for en nominell årlig sannsynlighet som ikke skal være høyere enn 1/1000 og hvor det aksepteres en viss restrisiko. Avvikende dimensjonsverdier kan imidlertid ha alvorlige konsekvenser. Design av gjerde blir utført av leverandør i henhold til standard konstruksjonsgeometri. I henhold til kapittel 2 i Eurokode 7 er det vurdert at det skal benyttes geoteknisk kategori 2 for fundamenteringen. Prosjekteringskontrollklassen og utførelseskontrollklassen velges på bakgrunn av pålitelighetsklasse (RC) og geoteknisk kategori (GK) i henhold til Tabell 1.2.1-2 og 1.2.2-2 i vegnormal N200 [7], gjengitt i Tabell 1 og Tabell 2.

Tabell 1. Valg av prosjekteringskontrollklasse [5].

	Pålitelighetsklasse:	Prosjekteringskontrollklasse:
Geoteknisk kategori 1	RC1	PKK1
Geoteknisk kategori 2	RC2	PKK2
Geoteknisk kategori 3	RC3	PKK3

Tabell 2. Valg av utførelseskontrollklasse [5].

	Pålitelighetsklasse:	Utførelseskontrollklasse:
Geoteknisk kategori 1	RC1	UKK1
Geoteknisk kategori 2	RC2	UKK2
Geoteknisk kategori 3	RC3	UKK3

I henhold til Eurokode 0 skal kontrollklasse velges etter tiltakets pålitelighetsklasse. Alle konstruksjoner inndeles i pålitelighetsklasser avhengig av konsekvensklasse og ønsket sikkerhet. I dette tilfelle er det valgt konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 2, i henhold til Eurokode 0, og kontrollklasse for prosjektering, PKK 2 og utførelse UKK 2. Basert på pålitelighetsklassen fastsettes kontrollklasse og kontrollform for prosjektering og utførelse etter tabell NA.A1 (902) og tabell NA.A1 (903) i Eurokode 0.

Utvidet kontroll i prosjekteringsklasse PKK2/UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert, og det er ikke krav om faglig kontroll [7].

For utvidet kontroll under PKK 2 skal det utføres kvalifisert undersøkelse for å vurdere om geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse, samt at datagrunnlaget er tilstrekkelig. Det skal ved stikkprøver være dokumentert at forutsetninger fra prosjektering er fulgt. Det skal også kontrolleres at prosjekterende har et kvalitetssystem. Entreprenørens utførelse i UKK2 vil være underlagt utvidet utførelseskontroll.

Grunnlag for dimensjonering

Grunnlag for dimensjonering er gitt ved tidligere rapporter og analyser, samt utførte befaringer i området (se punktliste under).

Tidligere arbeid av Norconsult

Det henvises til følgende rapporter for mer informasjon om skredfarevurderinger og terrengbeskrivelser.

- Skredfarevurdering av Valdervoll med detaljprosjektering av skredvoll [8].
- Lokalisering av sprekkeavløst blokk ovenfor friidrettsbane [9].
- Vurdering av skredfare etter nedtaking av blokk [10].
- Geoteknisk prosjekteringsrapport fangvoll [1]

Aktuelle områder ligger innenfor eksisterende faresoner utarbeidet av NVE i 2016. Det henvises til rapport [11] for mer inngående informasjon om denne skredfarevurderingen.

Modellering

Programvaren RAMMS – Rockfall (3D-modell) er benyttet som hjelpemiddel for dimensjonering av nødvendig styrke og høyde for fanggjerdene. 3D simuleringen gir et godt bilde av hvordan topografiske forhold påvirker strømming og utbredelse av steinsprang, men resultatene må anvendes sammen med andre grunnlagsdata.

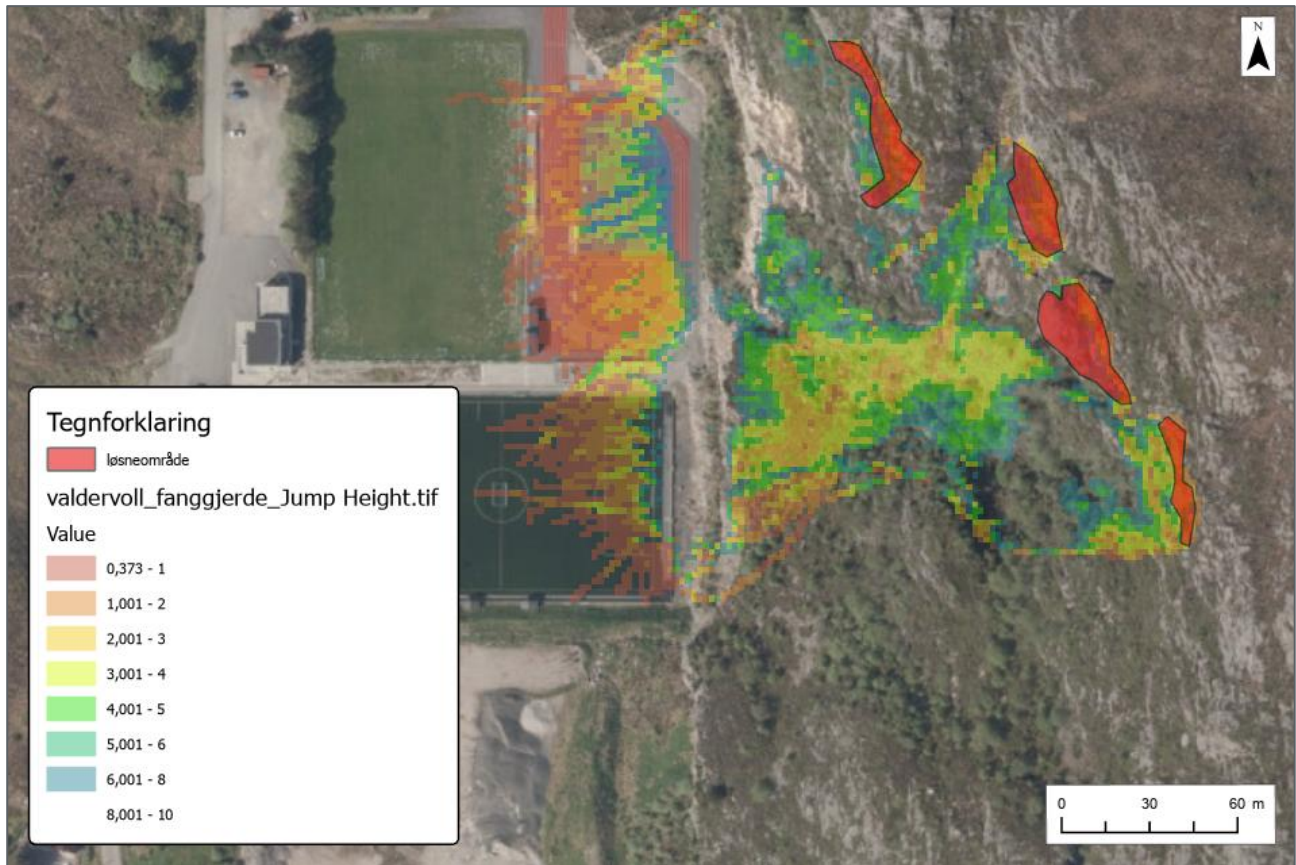
Basert på tidligere modellering i RAMMS Rockfall [8] og en oppdatert modellering [12] [9], ble det beregnet utløpslengde og spranghøyde (Figur 1 og Figur 2) i tillegg til kinetisk energi (Figur 3). Det henvises til vedlegg 1 for parametervalg. Modelleringen er brukt som en støtte i kombinasjon med feltobservasjoner for å vurdere dimensjonene av sikringstiltakene.

Resultater

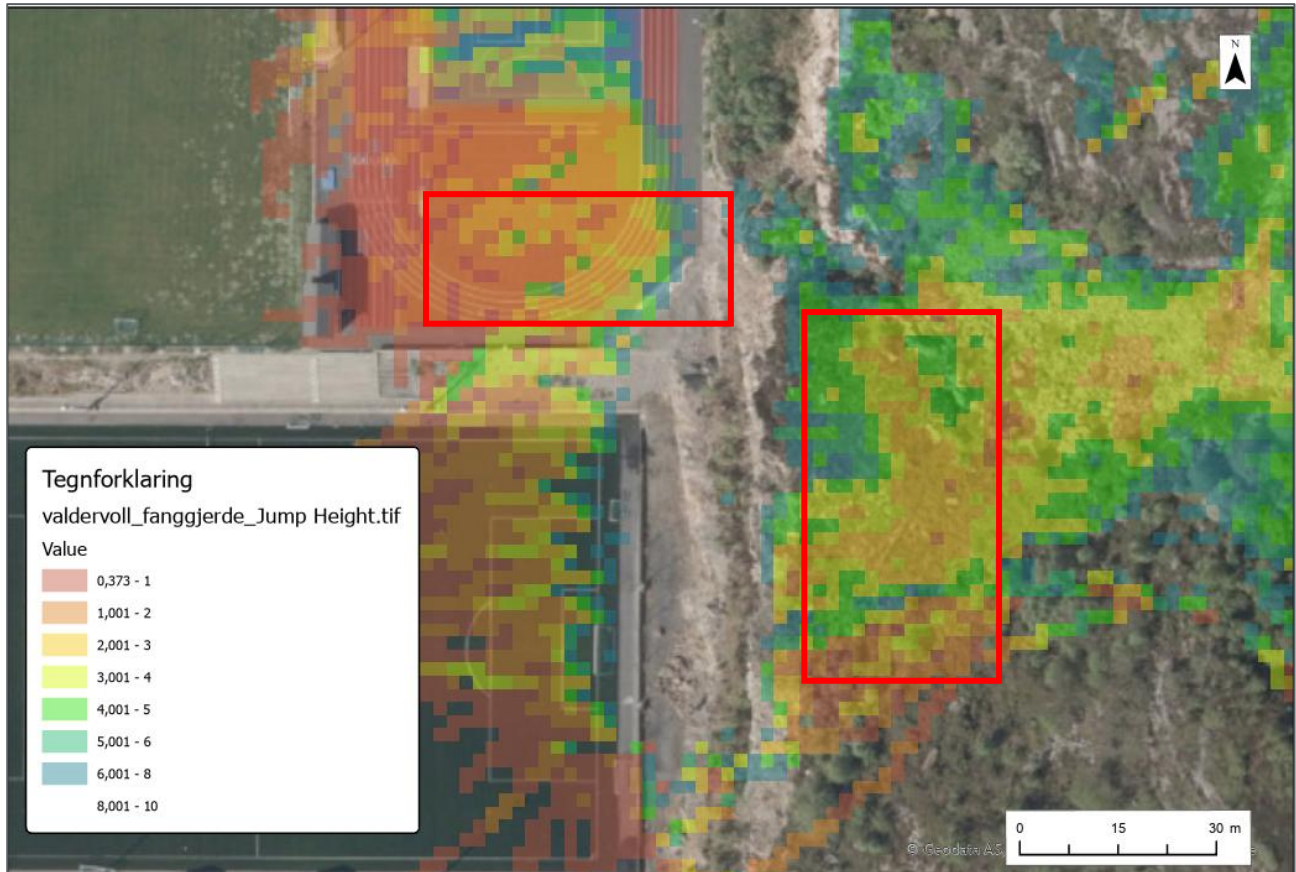
Nedenfor det sørligste løsneområdet (Figur 1) er det tett skog og noe utflating av terreng. Det er ikke observert spor etter tidligere steinsprang i dette området. Tidligere vurderinger konkluderte med at det er lite sannsynlig at steinsprang vil ramme sørlige deler av kunstgressbanen selv om modelleringsresultater indikerer at enkelte blokker kan nå frem [13].

For de to nordlige løsneområdene viser oppdatert modellering og foto/video fra nedtaking av blokken at deler av den planlagte skredvollen på idrettsbanen ikke vil fange opp alle nedfall mot kunstgressbanen på grunn av stor spranghøyde. Det er vurdert at steinsprang kan få en spranghøyde på opptil 5 meter hvor fanggjerdene er planlagt plassert dersom det løsner ut et større objekt i øvre deler av fjellsiden (Figur 2). Videre viser resultatene at noen blokker som kommer fra nordlige løsneområder kan rulle over skjæringskant og inn på kunstgressbanen.

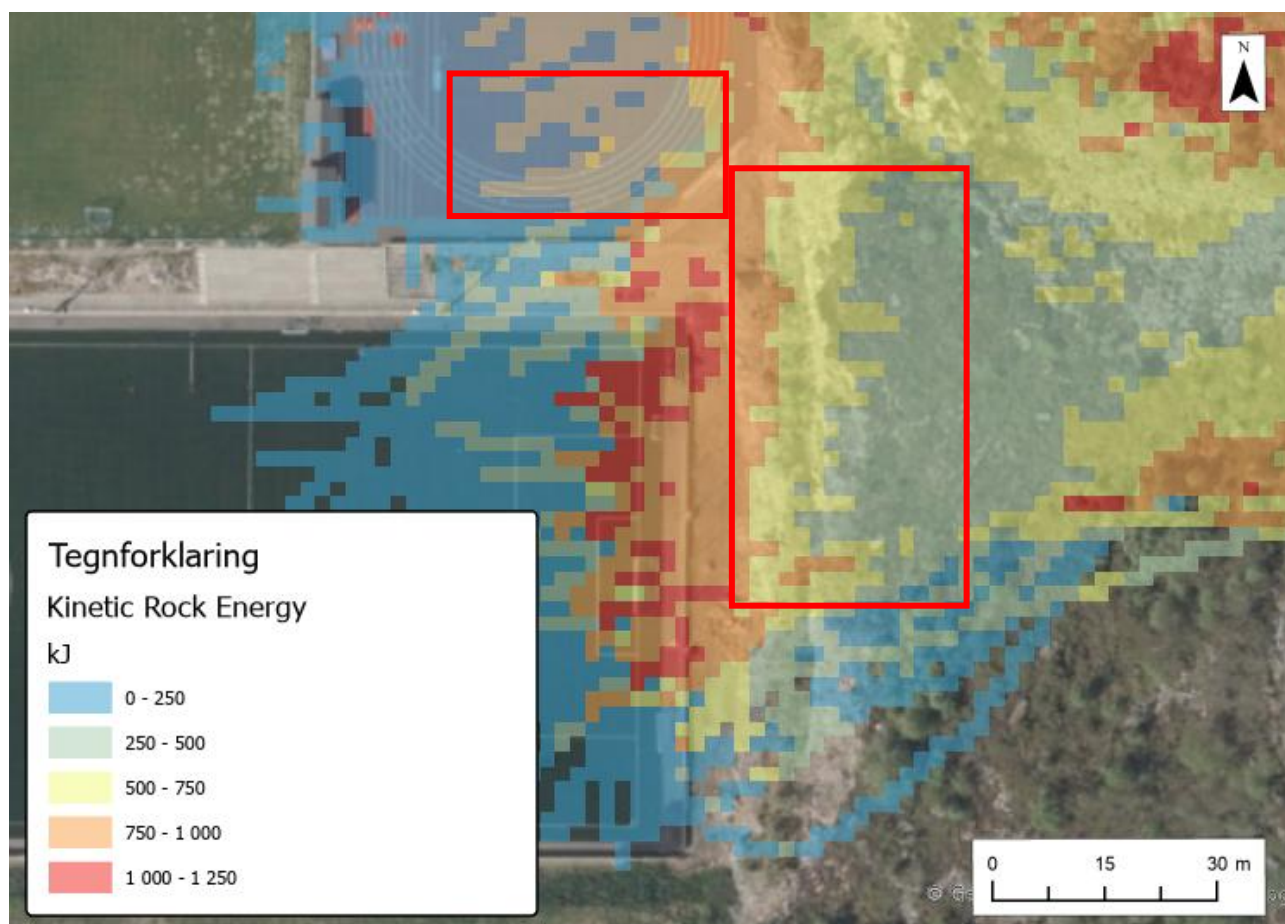
Den beregnede kinetisk energien i området hvor det er planlagt fanggjerder er i størrelsesorden 250 – 1000 kJ (Figur 3) og en spranghøyde på opptil 5 meter (Figur 2).



Figur 1: Modelleringsresultat med løsneområder, utløpslengde og spranghøyde.



Figur 2: Aktuell område for fanggjerd er markert i rød firkant.



Figur 3: Kinetisk energi.

Vurdering av dimensjoner til fanggjerdet

Modelleringsresultater viser kinetisk energi opp mot 1000 kJ, men som sikkerhetsmargin og for å øke robustheten til sikringstiltaket forslår Norconsult å benytte fanggjerdet med kapasitet på 2000 kJ.

Tabell 3 angir energiklasser i henhold til EAD 340059-00-0106. SEL («Service Energi Level») gjenspeiler energimengden et fanggjerdet kan ta opp, og fortsatt kunne ta opp et nytt steinsprang. MEL («Maximum Energi Level») gjenspeiler energimengden det kreves for å dra bremseelementene til fullt utslag.

Ved en energi inntil 2000 kJ vil en havne i energiklasse 5 i henhold til EAD 340059-00-0106:

- Energiklasse 5
- SEL ≥ 660 kJ
- MEL ≥ 2000 kJ

Tabell 3. Energiklasser i henhold til EAD 340059-00-0106 [16]. $MEL \geq 3 \times SEL$.

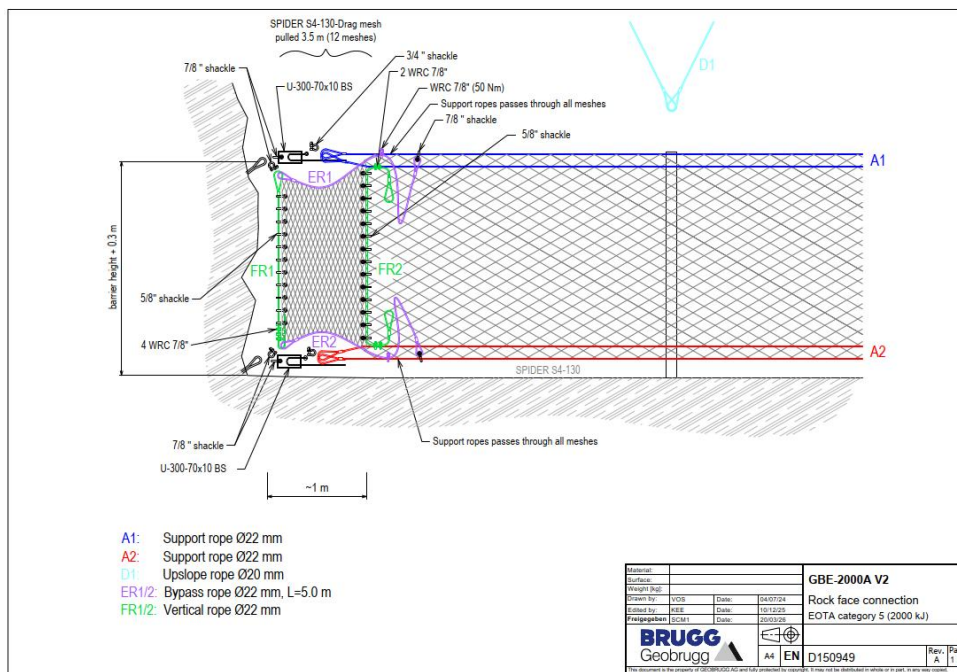
Energiklasse:	0:	1:	2:	3:	4:	5:	6:	7:	8:
SEL (kJ)	-	85	170	330	550	660	1000	1500	>1500
MEL (kJ)	100	250	500	1000	1500	2000	3000	4500	>4500

I samarbeid med Giske kommune og Nordplan foreslår Norconsult å sette opp to fanggjerdar som vist på Figur 6 og Figur 7.

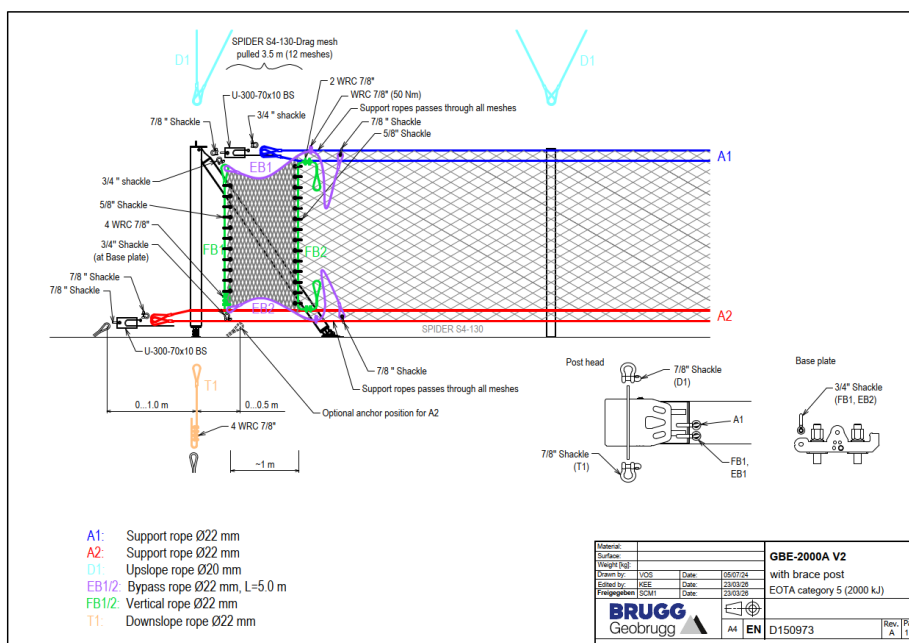
1. Et fanggjerde på 5 meter høyde og ca. 55 meter lengde øst for fotballbanen. Omtrentlige start og slutt punkt er vist under:
 - a. 32V 351014 6934704
 - b. 32V 351014 6934650
2. Et fanggjerde på 7 meter høyde og ca. 50 meter sør for friidrettsbanen. Omtrentlige start og slutt punkt er vist under:
 - a. 32V 350949 6934718
 - b. 32V 350995 6934698

Omtrentlig plassering av gjerdene er vist i Figur 6 og Figur 7. Start og slutt punkt er ikke endelig koordinatfestet da det må utføres en befaring sammen med entreprenør for endelig plassering. Utstikningen må skje før gjerde blir bestilt da justeringer av plassering kan ha innvirkning på endelig lengde, antall stolper og antall forankringer.

Fanggjerdene festes med bl.a. forankringswire og barduner og bolter. Det er spesielt viktig at fanggjerdet nr. 2 trekkes så langt inn mot fjellveggen i øst som mulig, slik at det ikke oppstår åpne områder hvor fanggjerdet ikke dekker. Eksempel på hvordan dette kan utformes er vist i Figur 4. Det vil trolig være mest aktuelt å montere endeavslutningen direkte i skjæringen. Det er ikke planlagt sidebarduner ved vestre endestolpe for å unngå konflikt med løpebane. Norconsult har fått bekreftet fra leverandør at sidebardunen kan erstattes med en skråbjelke fra endestolpen som boltes fast i bakken. Eksempel på skisse er vist i Figur 5.



Figur 4. Eksempel på endeavslutning mot en steil bergvegg. [14]



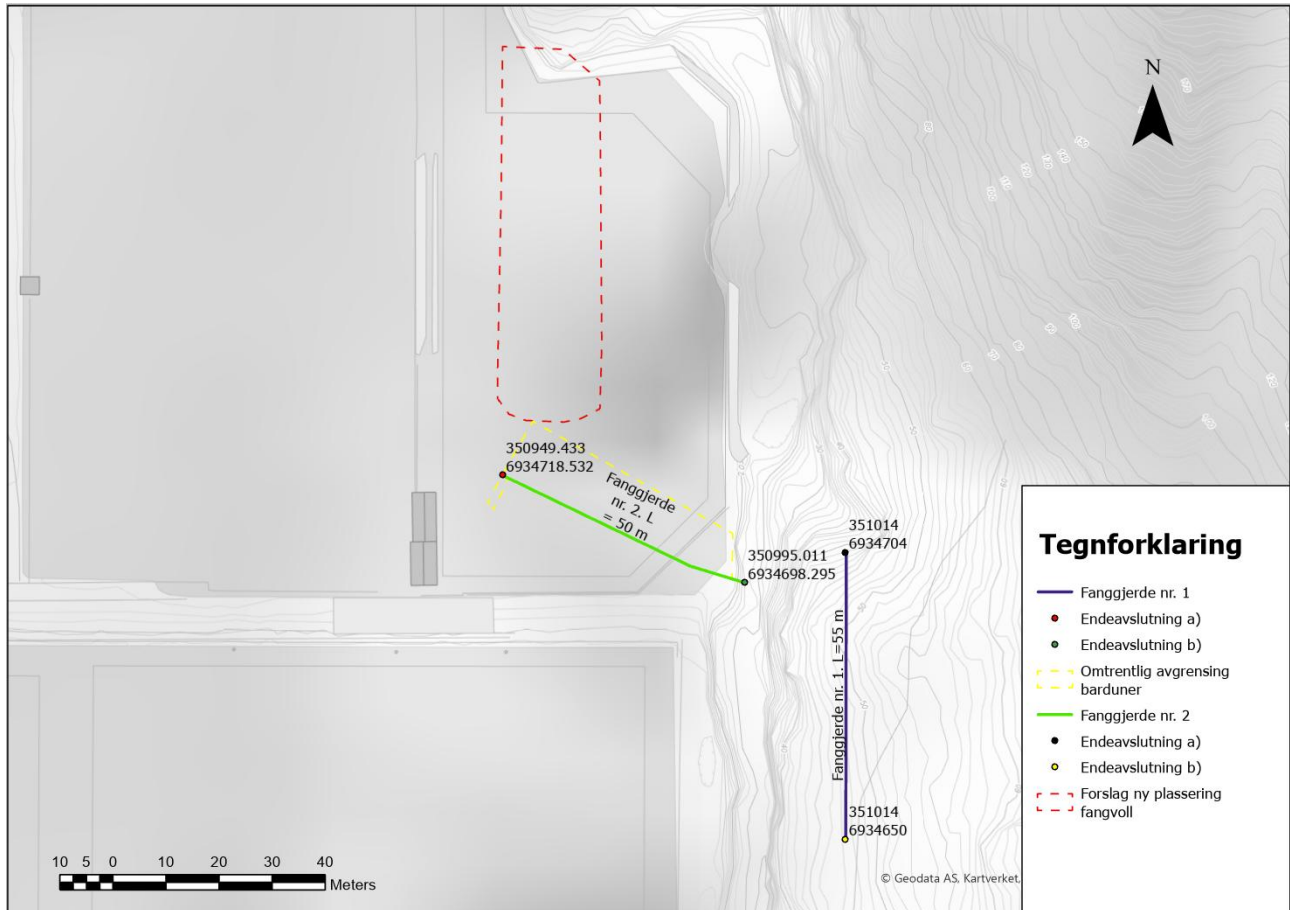
Figur 5. Eksempel på endeavslutning med bruk av skråbjelke for å unngå endebarduner [15].

I utgangspunktet var det planlagt en lengre fangvoll med avslutning inn mot fjellveggen (samme sted som fanggjerdet 2 avsluttes). Detaljplassering av ny fangvoll må sees i sammenheng med plasseringen av fanggjerdet, og må skje sammen med geoteknisk prosjekterende, samt utførende entreprenør under

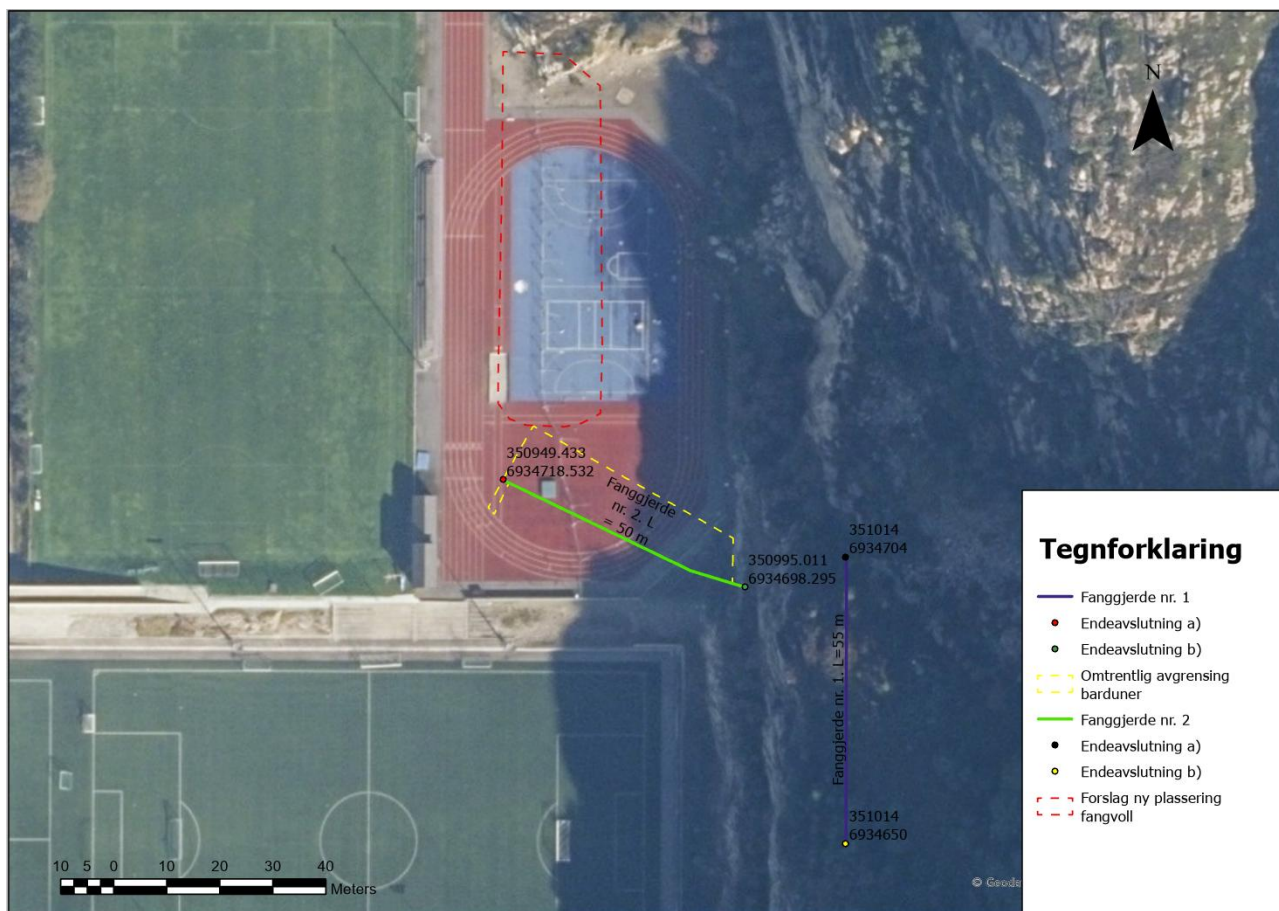
utstikningen. Det er viktig at det blir tilstrekkelig overlapp mellom fanggjerdet og fangvollen for å hindre at stein kan sprette mellom.

Følgende bør tas høyde for ved endelig fastsettelse av plassering av fanggjerdene:

- Fanggjerdet bør plasseres langs linjer i terrenget med så lite høydeforskjell som mulig. Dette vil gi enklere montering, vedlikehold og tømning av fanggjerdet ved treff. Leverandører har toleransegrenser for høydeforskjeller. Nordre deler av fanggjerd 1 går i hellende terreng, og det må avklares med leverandør om det er mulig å plassere gjerdet her. Alternativt må gjerde trekkes noe sørover.
- Det bør, så langt det er mulig, unngås for brå retningsforandringer av gjerdetraseen, men forsøke å ha jevne overganger og retningsforandringer. Ulike fanggjerd har ulike toleransegrenser for retningsforandringer.
- Fanggjerdet bør plasseres slik at en unngår større forhøyninger i terrenget like over gjerdet, som gjør at gjerdets effektive høyde reduseres. Reduksjon av gjerdets effektive høyde vil øke sannsynligheten for at steinsprang går over. Østre deler av fanggjerd 2 vil bli liggende i nærheten av overliggende skrent.
- En bør, så langt det er mulig, unngå at gjerdestolper plasseres i kanaliserende terreng, søkk eller forsenkninger hvor det kan være økt potensiale for erosjon og økt sannsynlighet for at steinsprang kanaliseres og at gjerdestolpene treffes av steinsprang. Rygger vil ofte ha bedre bergmassekvalitet, lavere løsmassemektighet og bedre forankringsankringsforhold. Det blir sannsynligvis behov for underretting langs mindre søkk som krysser traséen til fanggjerdet 1.



Figur 6. Plassering av fanggjerdar.



Figur 7. Plassering av fanggjerder.

Grunnforhold

Bergmassekvalitet

Berggrunnen i området består av granittisk gneis. Berget er mange steder forholdsvis grovblokkig, massivt og med lav forvitningsgrad. Det er observert noe variasjon i bergmassen, men få områder med dårlig bergmassekvalitet (tett oppsprukket og med høy forvitningsgrad). Det er ikke observert større svakhetssoner i området. Bergmassekvaliteten i området vurderes som middels god til god.

Løsmasser

Det er generelt skrint med løsmasser og vegetasjon over berg i fjellsiden ovenfor kunstgressbanen og idrettsbanen. Ved fanggjerd 1 er det områder med grovblokkig ur med mektighet på over 0,5 meter, men dybden ned til berg forventes å være begrenset. Fanggjerd 2 ligger delvis på eldre tilkjørte fyllmasser. Omtrentlig plassering for bunn av bergskjæring er vist med blå linje på historiske flyfoto (Figur 8 og Figur 9). Flyfoto fra 2009 viser etableringen av friidrettsbanen, mens bildene fra 2006, 1980 og 1957 viser at området før etablering av banen bestod av en bergkoll med svært lite løsmasser over. Norconsult er ikke kjent med at det er utført noen geotekniske grunnundersøkelser i nærområdet. Basert på tilgjengelig grunnlag er det aktuelle området sprengt ned og planert. Basert på dette antas grunnforholdene å bestå av et avrettingslag av grus/sprengstein over berg tett oppunder terreng. Ifølge informasjon fra lokale øker mektigheten av fyllmassene ut fra fjellterskelder det er indikert at mektigheten av fyllmasser kan være opp mot 10 meter.

Notat

Oppdragsgiver: **Giske kommune**

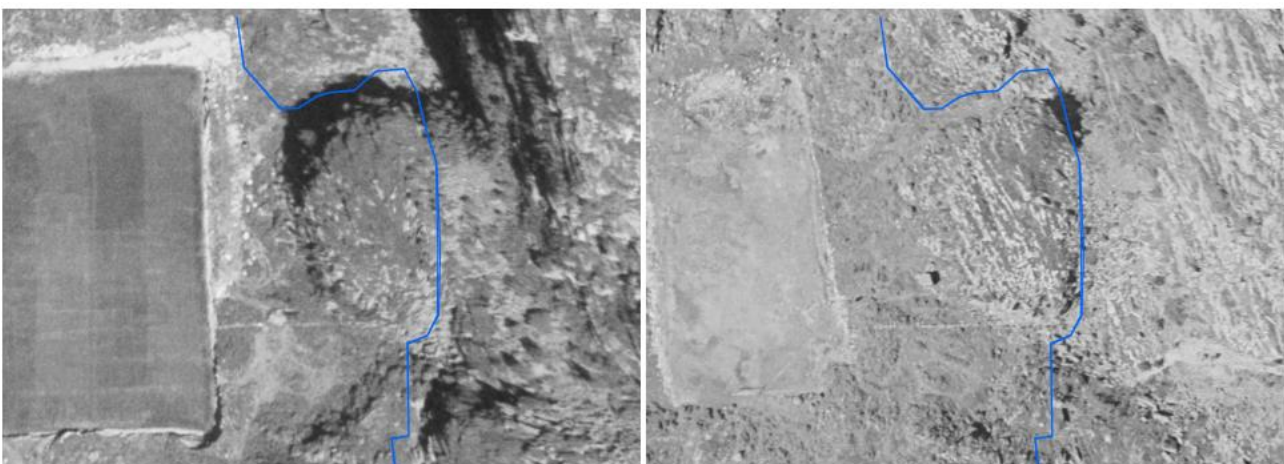
Oppdragsnr.: **52102516** Dokumentnr.: **NO-INGGEO-03**



Figur 2: Flyfoto fra 2024 og 2012 [2].



Figur 8. Flyfoto fra 1980 og 1957. Hentet fra [1].



Figur 9. Flyfoto fra 1980 og 1957. Hentet fra [1].

Prosjektering

Funksjonskrav

Levetid

Alle løsninger og konstruksjoner skal planlegges og dimensjoneres for en levetid på 50 år, noe som er i tråd med dimensjonerende brukstidskategori 4 i tabell 2.1 i kapittel 2.3 i Eurokode 0.

Kapittel 2.4 i Eurocode 0 informerer om krav til bestandighet. For fanggjerdar stiller EAD 340059-00-0106 krav til minimum levetid på 25 år ved korrosivitetsklasse C2 (iht. EN ISO 9223), gitt at fanggjerdene ikke utsettes for skred. Mange områder i Norge har miljø tilsvarende korrosivitetsklassene C3 eller C4, som vil begrense levetiden til et fanggjerd. I miljø med korrosivitetsklassene C3, vil enkelte leverandører kunne levere hyllevarer med levetid på 50 år [16]. I dette tilfelle anbefaler vi å benytte korrosivitetsklasse C3 på grunn av kystklima og nærheten til sjøen.

Kvalitetssikring

Eurocode 0 krever at kvalitetssystem skal være tilgjengelig. Norconsult er sertifisert av BSI i henhold til Kvalitetssystem ISO 9001:2015 og Miljøsystem ISO 14001:2015 for rådgivning og tjenester innen geofagene.

Forankring

For fanggjerd 1 antas det at alle forankringer kan settes i fast fjell, med middels til god bergmassekvalitet. Det må påregnes boring gjennom løsmasser/urmasser til berg. For fanggjerd 2 må det påregnes rene løsmasseforankringer i fyllmasser for vestre deler av gjerdet, eller boring gjennom fyllmasser for forankring i berg. For østre deler av gjerdet kan trolig forankringene settes i fast fjell, men dette er usikkert.

Beregninger av nødvendig forankringslengde i berg er utført etter Statens vegvesens metode for stagforankringer gitt i Veileder V220 Geoteknikk i vegbygging, Kapittel 11.6.4.5 [17]. Det er forutsatt verdier for bergarten gneis, med bergmasse bestående av to sprekkesett og sporadiske sprekker. Det er antatt en karakteristisk heftfasthet på 1,5 MPa, trykkfasthet ≥ 50 MPa på bruddplan og en bruddvinkel for bergmassen ≤ 40 grader. Største dimensjonerende strekkraft i forankringsstag settes til 300 kN, som er vanlige laster gjerdeleverandører oppgir for fanggjerd mot steinsprang i denne energiklassen. Det presiseres imidlertid at dimensjonerende strekkraft kan variere noe for ulike gjerdeleverandører. Beregningene antyder behov for minimum 2,2 m innboringslengde for forankring av enkeltstag i berg, se vedlegg 2.

Forankringslengder i berg skal derfor være minimum 2,4 m i godt berg (gyst lengde). Dersom produsenten leverer generelle anbefalinger for forankringslengder og den er lengre enn 2,4 m skal produsentens forankringslengder benyttes. Dersom det gjennombores i eksempelvis 2 m med løsmasse til berg, skal total forankringslengde være 4,4 m, derav 2 m i løsmasse og 2,4 m i godt berg.

Dersom selvborende stag skal benyttes bør det dokumenteres om skjærkapasiteten til staget er tilstrekkelig. Materialet i staget skal tilfredsstille krav iht. NS-EN 1537:2013, og følgelig være av typen S460NH iht. NS-EN 10210-1.

Vertikale stag til fotplatene skal ha en innboringslengde på minimum 1 m i godt berg.

Dersom det blir behov for rene løsmasseankere (kan være aktuelt for fanggjerd nr. 2) viser erfaringer fra bransjen for lignende prosjekter med tilsvarende laststørrelser at forankringslengder på 6-8 meter er tilstrekkelig [4]. Det er ikke utført beregning av forankringslengder etter veileder V220 da disse erfaringsvis gir svært usikre resultater for forankringer til fanggjerd. Det må i henhold til EN 1537 utføres tester av stagforankringen for å verifisere at forankringslengden er tilstrekkelig. Dersom det er godt berg, kan dette utgå. Det settes derfor ikke egne prøvestag på fanggjerd 1. I henhold til Eurokode 7 del 1 skal det, dersom

stag avsluttes i løsmasser eller dårlig berg, utføres egnethetsprøve på minst 3 ankere i representative grunnforhold, men utenfor konstruksjonen. Egnethetsprøving utføres iht. prøvemethode beskrevet i [4]. Metodikken baserer seg på beskrivelsen i EN ISO22477-5, men er tilpasset fanggjerdar der ankere utsettes for impulslaster med kort varighet. Norconsult anbefaler at det settes et prøveanker med lengde på 6, 9 og 12 meter i representativt område i forhold til der forankringen i konstruksjonen blir stående. Retningen på ankrene bores i samme retning som spesifisert fra gjerdeleverandør. Dersom prøvetrekkingen av 6 meter ankeret gir positive resultater kan 6 meter forankringslengder i løsmasser benyttes. Plassering av prøvestagene avklares mellom byggherrens geolog og entreprenør under utstikningen. Forankringslengden vil kunne bli justert etter at forankringsarbeidene har kommet i gang. Utførelse skal være iht. anbefalinger av leverandør av forankringssystem.

Kvalitetskrav og utførelsesbeskrivelser

Fra 2009 har European Technical Approval Guidelines (ETAG 027) vært en standardisert testmetode for fanggjerdar, og gjerder har tidligere blitt godkjent etter denne. I januar 2019 ble denne standarden erstattet av EAD 340059-00-0106 - Falling rock protection kits [13]. Fanggjerdar som tilfredsstilte ETAG 027 fikk automatisk videreført godkjenning iht. EAD 340059-00-0106.

Gjerdet skal være produsert for å tilfredsstille krav til energiklasse 5 (MEL 2000 kJ), kategori A (minimum resthøyde etter treff 50 %) i henhold til EAD 340059-00-0106.

Systemet skal være motstandsdyktig mot korrosjon, UV-stråling og termisk nedbrytning. Vaier og hovednett skal være korrosjonsbeskyttet med Zink 95% / Aluminium 5% klasse A iht. UNI EN 10244-2-2009.

Stolper, fotplater etc. skal varmforsinkes iht. NS-EN ISO 1461 / EN ISO 14713 med minimum 0,085 mm (85my). Forankringer og tilbehør skal ha stålqualität B500NC, være varmforsinket i henhold til NS-EN1461 og pulverlakkert med minst 60 mikrometer epoxy i henhold til NS-EN 14438. Åpninger i nettet skal ha største diameter maksimalt 80 mm. Gysemasse i forankringene skal tilfredsstille fasthetsklasse B45. Mørtelen som benyttes til eventuelle betongfundamenter og faststøping av forankringer skal ha fasthetsklasse minimum B35 (trykkfasthet terning 45 MPa).

Vegetasjonsrydding og montering

Trær, busker og annen vegetasjon som kommer i konflikt med fanggjerdene og anleggsarbeidet skal fjernes før igangsetting av montering av fanggjerdene. Det kan også være aktuelt å fjerne tynne lag med urmasser for å kunne forankre rett på berg. Det må tas høyde for fanggjerdets sideforankringer (typisk ca. 5-7 m ut på sidene) og bak-barduneringer (typisk ca. 12 m bak) i tillegg til tilstrekkelig arbeidsrom, dette kan variere noe fra leverandør til leverandør.

Fundamentering både for nettstolper, forankringswire og bolter vil stort sett være på fyllmasser med varierende mektighet på > 0,5 meter for fanggjerdar 2. Langs fanggjerdet 1 kan det være stedvis urmasser med mektighet på > 0,5 meter. Eventuelle betongfundament til fotplater skal etableres der gjerdeprodusenten krever det. Normalt etableres betongfundament på løsmasser eller ved undulerende terrengoverflate for å få god innfesting av stolpene. Det må påregnes betongfundament på alle fotplatene for fanggjerdar 2.

Alle forankringer skal som hovedregel etableres i godt berg. Som tidligere beskrevet skal forankringslengden skal være minimum 2,4 meter i godt berg. Vertikale stag til fotplatene skal ha en innboringslengde på minimum 1 m i godt berg. Ved rene løsmasseforankringer skal forankringslengden være minimum 6 meter dersom positive resultater fra prøvetrekking.

Det anbefales ikke gysing ved temperaturer under 5 °C. Ved eventuell gysing i temperaturer lavere enn 5°C er entreprenør (og eventuelle produktleverandører) selv ansvarlige for at egne prosedyrer for gysing i kaldt klima blir fulgt og fungerer slik at mørtelen oppnår tilstrekkelig strekkfasthet før prøvetrekking.

Dokumentasjon og sjekklister

Leverandørtegninger, monteringsanvisning og arbeidsprosedyrer skal fremlegges byggherren. Monteringsanvisning fra leverandør skal følges ved oppføring av gjerdet. Det skal føres logg for boring av hver enkelt forankring. Loggen skal overleveres byggherren og minimum inneholde: tidspunkt, vær, dybde til berg, bergkvalitet, evt. borevansker, type forankring, stikning, hvem som har utført boring mv.

Produktdatablader for stag og mørtel skal oversendes til byggherre ved oppstart. Dokumentasjon på materialer som benyttes til undertetting skal forelegges byggherren. Det skal foreligge sjekklister fra prøvetrekkingen som dokumenterer at prosedyren beskrevet i avsnittet under er fulgt. Loggen skal som minimum inneholde: sted, tid, navn på utførende, belastning (kN), type anker, fotografi og nummerering av anker. Loggen skal også inneholde registrert trykk for steg 1 til 5 i prøvetrekkingsprosedyre beskrevet i avsnittet under for å dokumentere at prøvelasten er nådd. Trykket skal dokumenteres med fotografi.

I tillegg skal det foreligge sjekkliste for at gjerdet er montert i henhold til monteringsanvisning fra leverandør.

Prøvetrekking

I henhold til EN ISO 22477-5 skal det utføres godkjenningssprøving på alle ankere i konstruksjonen. For fanggjerdskonstruksjoner er det normalt å prøvetrekke færre ankere [4]. Dette fordi prøvetakingen er tidkrevende og det er viktig å begrense oppholdstid i et skredutsatt område. I dette tilfelle anbefales det at 20 % av alle forankringer av side - og bakbarduner (og eventuelt forbarduner) på fanggjerd 1 skal prøvetrekkes med prøvelast i belastningsretningen til $0,7 \cdot P_p$, dvs. 70% av karakteristisk last spesifisert fra leverandør [4]. 50 % av alle forankringer av side - og bakbarduner (og eventuelt forbarduner) på fanggjerd 2 skal prøvetrekkes. Forankringer av fotplater skal ikke prøvetrekkes, men skal godkjennes visuelt av byggherren. Dette er ment som en erstatning for prøvetrekking, siden disse forankringene tar opp mest skjærkrefter og fordi prøvetrekking av skråstag i fotplater ikke er hensiktsmessig å utføre. Det er særlig viktig at forankringer til fotplater som skal ha betongfundament blir inspisert av byggherren før støping. Herdetid på betong skal være minimum 21 dager før prøvetrekking.

Det skal også utføres prøvetrekking i tre prøveankere opptil $1,35 \cdot P_p$, dvs. 135% ganger karakteristisk last spesifisert fra leverandør [4]. Dette gjelder kun ved fanggjerd 2 fordi grunnforholdene er mest usikre i dette området. Plassering av prøvestaget skjer i samråd med entreprenør under utførelse. Dersom man ikke kommer ned i godt berg ved boring opp til 6 meter, settes det prøvestag i løsmasser på 6, 9 og 12 meter. Herdetid på betong skal være minimum 7 dager før prøvetrekking.

Entreprenør må skaffe til veie egnet utstyr for å utføre prøvetrekking, herunder motholds-system som ikke synker inn i bakken ved prøvetrekking på løsmasser. Utførelse av prøvetrekking skal skje i henhold til leverandørens spesifikasjoner. Dersom forankringsbolter benyttes, skal disse være montert for strekk-påkjønning. Trykktap større enn 10% som ikke stabiliserer seg over observasjonsperioden, eller deformasjon større enn 2 cm anses som brudd.

Nedenfor er anbefalt prosedyre for prøvetrekkingen [16]:

1. Spenn opp til 33 % av maksimal prøvelast, vent 1 minutt
2. Spenn opp til 67 % av maksimal prøvelast, vent 1 minutt
3. Spenn videre opp til 100 % av maksimal prøvelast (70% av karakteristisk last for forankringer i konstruksjonen), vent 1 minutt

Oppdragsgiver: **Giske kommune**

Oppdragsnr.: **52102516** Dokumentnr.: **NO-INGGEO-03**

4. Reduser trykket til 0 %
5. Spenn opp til 100% av maksimal prøvelast, vent 1 minutt
6. Ta av trykket, prøvetrekkingen er ferdig

Skredfare og HMS under utførelse

Fanggjerdet skal monteres i et potensielt skredutsatt område. Selv om frekvensen av skred er relativt lav, vil utførende personell være utsatt for å bli truffet av skred. God håndtering av HMS er viktig for å få til en god gjennomføring av prosjektet. Dette bør være et tema på oppstartsmøte og byggemøter. Punkter som bør diskuteres underveis i prosjektet er følgende:

- Identifisere risikoelementer og utføre risikoreduserende tiltak (HMS-plan og Sikker Jobb Analyse).
- Redusere eksponeringen for skredfare ved å identifisere arbeid som kan utføres utenfor skredutsatt område, for eksempel:
 - Klargjøring av gjerdeelementer før montering
 - Vedlikehold av utstyr
 - Møter, pauser etc.
- Unngå arbeid i skredutsatt område når det er pågående vær som kan gi økt fare for at steinsprang utløses, som for eksempel:
 - Under og rett etter kraftig regnvær
 - Perioder med stor vannføring i terrenget (for eksempel i forbindelse med kraftig snøsmelting og/eller regn/styrtregn)
 - Perioder med temperaturer som varierer rundt 0 grader, hvor det kan pågå aktive fryse- og tineprosesser
 - Perioder med svært kraftig vind som kan medføre rotvelt
- Vurdere om det er behov for å arbeide i skredutsatt område når det er mørkt og dårlig sikt.

For øvrig er montering av fanggjerdet normalt arbeid for en fjellsikringsentreprenør, og risiko i forbindelse med arbeidene forutsettes ivaretatt av entreprenørens interne prosedyrer og rutiner.

Drift og vedlikehold

Det er i TEK 17 § 4 krav om at det skal leveres en bruk-, vedlikehold og reparasjonsprosedyre (FDV-dokumentasjon). FDV-dokumentasjon er lovpålagt dokumentasjon for et bygg som inneholder produkter som skal forvaltes, driftes eller vedlikeholdes i løpet av byggets levetid. Ansvarlig prosjekterende og ansvarlig utførende skal, innenfor sitt ansvarsområde, framlegge den nødvendige dokumentasjonen for ansvarlig søker. Dokumentasjonen skal gi grunnlag for hvordan igangsetting, forvaltning, drift og vedlikehold av byggverket, tekniske installasjoner og anlegg skal utføres på en tilfredsstillende måte. Fanggjerdene som skal monteres i dette tilfellet blir ansett som en teknisk installasjon.

Det er tatt utgangspunktet i Statens vegvesen sin håndbok R610 for anbefaling av vedlikehold og inspeksjonsprosedyre i dette tilfelle. Det anbefales at gjerdene inspiseres hvert år. Viktige momenter som bør undersøkes under en inspeksjon er følgende:

- Løsmasser i nettet.
- Deformasjon, korrosjon eller brudd på bremseelementer.
- Deformasjon, frynser eller korrosjon på wire
- Sammendragning eller deformasjon på wire-clips
- Revnet grovmasket nett og innernett
- Skade på stolpe eller wire-guide, skjevhet eller korrosjon
- Skjevhet, deformasjon, erosjon eller sig i grunn rundt fotplater og fundament
- Deformasjon av forankring, erosjon rundt forankring eller uheldig skjærpåvirkning på forankringene.
- Busker og trær i og ved nettet

Ytterligere detaljer rundt utførelse for drift og vedlikehold vil også utarbeides av gjerdeleverandør.

Inspeksjonen bør utføres av driftspersonell i kommunen. Ved større steinsprang kan det være behov for å tømme gjerdene. Elementer som ofte er ødelagt i forbindelse med treff er bremseelementer og langsgående wire, og gjerdestolper. Dersom det oppstår behov for tømning av nettet, eller reparasjoner av kritiske elementer, må en entreprenør med relevant erfaring innenfor montering av fanggjerdet kontaktes.

Restrisiko

En forutsetning for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet er at fanggjerdet monteres i henhold til prosjekteringsrapporten og gjerdeleverandørens monteringsinstrukser. En annen forutsetning er at fanggjerdet tømmes og vedlikeholdes etter at det har gått steinsprang, da steinsprang kan skade gjerdet og gjerdeelementer som kan redusere kapasiteten og effekten.

Gjerdet er ikke dimensjonert for steinsprang av større blokker som ikke fragmenteres i mindre blokker, noe som vurderes som sjeldnere tilfeller med en sannsynlighet lavere enn 1/1000. Det samme gjelder eventuell flogstein fra større hendelser som spretter over gjerdene.

Mindre justeringer av anbefalte plasseringer av fanggjerdet kan forekomme etter befaring med entreprenør/leverandør under utstikning. Ønsket tilkomst i forbindelse med montering, eller tilpasning av gjerdestolper til terreng i forhold til lengde på en rad, er eksempler som kan endre forutsetningene for plassering som er lagt til grunn i dette tilfelle. Ny plassering av fangvoll for å unngå konflikt med fanggjerdet 2 er heller ikke avklart. Geometrisk utforming kan påvirke endeavslutningen av vollen, og dermed også plasseringen av fanggjerdet. Det er viktig at det blir en god tilpasning med tilstrekkelig overlapp for å unngå at steinsprang kan komme mellom sikringstiltakene. Det er også usikkert hvor mange løsmasseankere det blir på fanggjerdet 2.

Referanser

- [1] Norconsult Norge AS, *Valdervoll fangvoll. Geoteknisk prosjekteringsrapport. 52506385-RIG-R01_J02. Dato:2025-10-09, 2025.*
- [2] Norsk standard, *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode 0 - Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*, 2016.
- [3] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2025 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler».
- [4] Statens vegvesen, «51059-SKRED-01 Erfaringsrapport om oppsett av fanggjerdar,» 2020.
- [5] Statens vegvesen, «Veiledning N-V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2023.
- [6] EOTA, *EAD (European Assessment Documents) 340059-00-0106 Falling rock*, 2019.
- [7] Statens vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging,» 2024. [Internett]. Available: <https://store.vegnorm.vegvesen.no/n200>.
- [8] Norconsult Norge AS, «Detaljprosjektering av skredvoll,» 2021.
- [9] Norconsult Norge AS, «Modellering av steinsprang etter lokalisering av blokk,» 2023.
- [10] Norconsult Norge AS, «Vurdering av sikkerhetstiltak etter nedtaking av blokk,» 2024.
- [11] NVE, *Skredfarekartlegging i Giske kommune. Rapport 42-2016*, 2016.
- [12] Norconsult Norge AS, RA-INGGEO-01 Modellering av blokk, 2023.
- [13] Norconsult Norge AS, «Detaljprosjektering av sikringstiltak av Valdervoll fotballbane,» 2021.
- [14] G. AG, *GBE-2000 A V2. Tegning D150949. revisjon 20.03.2026*, 2026.
- [15] Geobrugg, *GBE-2000A V2 with brace post. tegningnr D150973. revisjon 23.03.2026*, 2026.
- [16] S. vegvesen, *Erfaringsrapport om oppsett av fanggjerdar. Rapportnr 51058-SKRED-01*, 2020.
- [17] Statens vegvesen, «Veileder V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2025.
- [18] Norconsult Norge AS, «Ingeniørgeologisk befarringsrapport,» 2023.
- [19] NVE, «Sikringshåndboka - Regelverk for prosjektering,» 2023. [Internett]. Available: <https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/skred-i-bratt-terreng/prosjektering/#pageSection-1>.
- [20] Bane NOR, «Teknisk regelverk,» [Internett]. Available: <https://trv.banenor.no/wiki/Forside>.
- [21] EOTA 2019, «EAD (European Assessment Documents) 340059-00-0106 Falling rock protection kits,» 2019.

- [22] A. S. Institute, ASI (2017) ONR 24810: Technical protection against rockfall - Terms and definitions, effects of actions, design, monitoring and maintenance, 2017.
- [23] S. Margreth, «Defense structures in avalanche starting zones. Technical guideline as an aid to enforcement.,» Federal Office for the Environment, Bern; WSL Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Davos., 2007.
- [24] Norsk standard, 2020. *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering -del 1: Almenne regler*, 2020.

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J01	2025-02-04	For bruk	OleBar	GunHa	OleBar
J02	2026-03-02	For bruk	OleBar	GunHa	OleBar
J03	2026-04-24	For bruk. Revidert etter nye møter ned Nordplan og kommunen	GunHa	ERLALV	MAKRO
J04	2026-08-06	Revidert etter UAK	GunHa	ERLALV	MAKRO
J05	2026-26-06	Revidert etter UAK	GunHa	ERLALV	MAKRO

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.

Vedlegg 1: Modellering RAMMS – Rockfall

RAMMS – Rockfall

Programvaren RAMMS (Rapid Mass Movements Simulation) er anvendt som verktøy for å modellere steinsprang i dette oppdraget. Programmet er en numerisk modell som består av tre ulike moduler; snøskred, flomskred og steinsprang. Steinsprangmodulen beregner blokkbevegelse til steinsprang i et 3-dimensjonalt terreng. Utløpsdistanse, kinetisk energi og spranghøyde blir beregnet for hver enkelt blokk fra start til stopp i skredbanen. Modulen er utviklet og kalibrert etter avanserte feltmålinger av steinsprang utført i Sveits. Modellen ble tilgjengelig for kommersiell bruk i 2015 og modellen beskriver blokkbevegelsen i en «hard-contact rigid body» tilnærming. RAMMS anvender dragkoeffisienter for å ta hensyn til bremsing på blokkene i ulike typer terrengoverflater, for eksempel myr, ur og trær. RAMMS beregner resultantkraft mellom bakken og blokkens kanter, noe som bestemmer retningen blokken får. Blokkform har derfor stor betydning for beregning av blokkbevegelsen i programmet.

Utfordringen med RAMMS er å ha en god nok digital terrengmodell som klarer å fange opp små terrengformasjoner som påvirker oppførselen til blokkene. Terrengmodeller med utilstrekkelig kvalitet kan føre til at modellen simulerer blokker som tar andre veger i terrenget enn det som vil skje i virkeligheten. Fysiske prosesser som foregår, for eksempel når en stein treffer skog eller andre hindringer i terrenget er meget komplisert. Modellen vil aldri simulere virkeligheten, og er kun et hjelpemiddel for å vurdere skredblokkens utbredelse. For mer informasjon om RAMMS henvises det til brukerveiledningen (*RAMMS::ROCKFALL User Manual*), utarbeidet av WSL.

Parametervalg

Parametere brukt i RAMMS er vurdert ut fra feltarbeid og tilgjengelig grunnlagsdata. Materialtyper er valgt basert på geologisk tolkning av høydedata og beskrivelser fra manualen. Det er modellert fra flere løснеområder som ligger på ulike høydenivåer. Utvalgte løснеområder ble fastsatt basert på feltobservasjoner.

Modellen er kjørt med ulike oppsett basert på valg av materialtype:

- Bart berg: medium hard
- ur: medium soft
- vegetert terreng: medium
- Blokkform: rektangulære blokker
- Blokkvolum: ca. 0.7 m³
- Antall simuleringer: 13650
- Alle modelleringer er kjørt uten skog da skogen vurderes å ikke ha noen effekt.

Oppdragsgiver: **Giske kommune**Oppdragsnr.: **52102516** Dokumentnr.: **NO-INGGEO-03**

```
RAMMS_v1.7.65_valdervoll_fanggjerd_logfile_Thu_Dec_19_2024_12h48 - Notepad
File Edit Format View Help
*****
RAMMS::ROCKFALL - Simulation Scenario Logfile

Version 1.7.65

Scenario Name: valdervoll_fanggjerd
Scenario Folder: C:\Users\olebar\RAMMS_Rockfall\Valdervoll_fanggjerd\valdervoll_fanggjerd\output\valdervoll_fanggjerd\

Simulation Started: Thu Dec 19 12:09:08 2024
Simulation Finished: Thu Dec 19 12:45:09 2024

Simulation Time (min): 36.0

Simulation Settings:
Nr_Source_Points: 455
Nr_Simulated_Rocks: 1
Nr_Random_Orientations: 30
Nr_Z-Offset_Iterations: 1
(Nr_Simulations_Per_Source_Point: 30)
Total_Nr_Simulations: 13650

Simulation Results:

(Min/Mean/Max Values)
Jumpheights (m): 0.00 / 3.03 / 54.20
Velocities (m/s): 0.00 / 13.97 / 45.29
Kin. Energies (kJ): 0.00 / 259.30 / 1975.65
Rot. Velocities (rot s-1): 0.00 / 14.48 / 59.42
Average Slope (Degrees): 34.76 / 47.49 / 87.71

*****
Input Settings:

General:
Time Step (s): 0.010
Dump Step (s): 0.020
DEM File: valdervoll_fanggjerd\valdervoll_fanggjerd.xyz
DEM Resolution (m): 2.00
Calculation Domain: .\

Friction:
Overall Type: Medium

Additional Friction Areas:
ur.shp: Medium Soft
bart_berg.shp: Medium Hard

Release:
Type: Polygon Area
Polygon Shapefile: Valdervoll_fanggjerd\losneomr.shp
Automatic Z-Offset(s): 1.07 - 1.07 m

Rock:
Rock Density (kg/m3): 2700.00
Rock Volume (m3): 0.70
Rock Form: Real_Long_1.48.pts
```

Notat

Oppdragsgiver: **Giske kommune**

Oppdragsnr.: **52102516** Dokumentnr.: **NO-INGGEO-03**



Norconsult		Vedlegg 2: Beregning forankring enkeltstag i berg			
Sign. GunHAA	Dato 23.04.2026	Oppdrag Skredsikring Valdervoll		Dokument nr. NO-INGGEO-03	
Kontroll ERLALV	Dato 24.04.2026				

BESKRIVELSE AV BEREGNING

Beregning av forankringslengder stag, for fanggjerdte forankret i berg. Stagene monteres skrått mot bergoverflata. Avstanden mellom stagene er større en radiusen på teoretisk uttrekslegeme, slik at beregning for enkeltstag er gjeldende.

INNDATA forankring

Partialfaktor stål/kamstål	γ_m	1,15	-	[2]	Bruker 1,15 iht Eurokode 2. Gneis
Diameter bolt	d_{bolt}	40	mm		
Diameter borhull	$d_{borhull}$	89	mm		
Heftfasthet bruddplan i bergmasse	τ_k	75	kPa		
Bruddvinkel for bergmassen	ψ	40	deg		
Bruddvinkel for bergmassen	ψ	0,698131701	rad		
Materialfaktor bergmasse	γ_m	2			

INNDATA Last

Dimensjonerende i bolt	P_{bolt}	300	kN		Dimensjonerende strekk i anker
------------------------	------------	-----	----	--	--------------------------------

INNDATA mørtel

Type mørtel	-	B35	-		Gneis
Dimensjonerende heftfasthet stål/mørtel	τ_k	2,4	MPa	[1]	
Karakteristisk heftfasthet mørtel/berg	τ_k	1,5	MPa	[1]	
Partialfaktor for materialfasthet mørtel	γ_m	1,25	-	[1]	
Dimensjonerende heftfasthet stål/mørtel	τ_k	1,92	MPa		
Dimensjonerende heftfasthet mørtel/berg	τ_d	1,2	MPa		

BEREGNINGER stabilitet mot uttrekking

Ankervinkel	α	45,00	deg		Vinklede stag
Innboringslengde	λ	2,18	m		

BEREGNINGER forankring

Karakteristisk kapasitet stag (flytkapasitet)	R_{kar}	525,00	kN		Hentet fra produktkatalog
Dimensjonerende kapasitet stag	R_{dim}	456,52	kN		
Utnyttet dimensjonerende kapasitet pr. bolt		0,66			OK, sjekker for dim. flytkapasitet

BEREGNINGER forankringslengder

Inngysingslengde stål/mørtel	L_1	1,24	m	[1]	Dimensjonerende lengde
Inngysingslengde mørtel/berg	L_2	0,89	m	[1]	
Dimensjonerende inngysingslengde	L_d	1,24	m		
Innboringslengde, stabilitet av berg mot uttrekking	λ	2,18	m		

FIGUR: Prinsipp forankring

Figur 10-24 Spiss vinkel mellom anker og bergoverflate

$$\lambda = \sqrt{\frac{\gamma_m \cdot P_p}{\tau_k \cdot \pi \cdot \tan(\psi \cdot \sin \alpha)}}$$

REFERANSER

[1] N-V220, Statens vegvesen 2023
[2] NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2021, Standard Norge