

Til: Forsvarsbygg
Fra: Norconsult v/Reidar Blesvik
Dato 2018-06-29

Kortholdsbaner Vatnefjellet

Ingeniørgeologiske vurderinger

Bakgrunn og hensikt

Norconsult er engasjert av Forsvarsbygg for ingeniørgeologisk prosjektering i forbindelse med etablering av nye kortholdsbaner ved skytebaneanlegget ved Vatnefjellet i Sandnes.

Notatet gir en oppsummering av ventede ingeniørgeologiske problemstillinger ved anlegget, vurdert ut fra observasjoner av eksisterende bergblotninger og løsmasser i nærområdet.

Ingeniørgeologisk detaljprosjektering og anvisning av permanente sikringstiltak i bergskjæringer er ikke utført. Det er forutsatt at dette gjøres etter hvert som løsmasser avdekkes og bergskjæringer sprenges ut.

Skredfare fra bratt terreng er omtalt i separat rapport GEO-01.

Planlagte bergtekniske tiltak

Opparbeidingen av nye kortholdsbaner innebærer blant annet uttak av berg i et område som vil bli avgrenset av skjæringer. Beliggenheten av skjæringene er vist med lilla streker på figur 2. Skjæringen mot øst vil få størst høyde, fra ca. 5 m i sørøst og opptil ca. 15 m på det midtre partiet.

For skjæringen mot nordvest er det ikke avklart om denne vil bli sprengt ut i full høyde eller om den vil bli sprengt ut med en avtrapping i nedre del der sandvullen er planlagt jfr. figur 2 og 3. Det er noe usikkerhet rundt mektigheten av løsmasser over bergoverflaten, og skjæringshøyden i berg er derfor usikker. Den totale høydeforskjellen mellom planeringsnivå og terrenghøyden i konturlinjen mot nordvest er mellom 0 og ca. 11 m.

Skjæringen mot sørøst vil få høyde mellom 0 og ca. 5 m. Her forventes det også noe løsmasser med ukjent mektighet, slik at skjæringshøyden i berg kan bli noe mindre.

Styrende dokumenter for prosjektering

Bergteknisk prosjektering for tiltaket er underlagt følgende styrende dokumenter:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0), Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurkode 7), Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler
- TEK17: Forskrift om tekniske krav til byggverk
- SAK17: Forskrift om byggesak.

Pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori

I henhold til krav i Eurocode 7 skal bergtekniske arbeider plasseres i Geoteknisk kategori (NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler). Geoteknisk kategori fastsettes som en funksjon av prosjektets pålitelighetsklasse (consequence class/reliability class) og vanskelighetsgrad, se Tabell 1.

Tabell 1: Valg av geoteknisk kategori.

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4	*	*	*

*Vurderes særskilt (gjelder hovedsakelig atomreaktorer og lagre for radioaktivt avfall).

Den bergtekniske prosjekteringen for nye kortholdsbaner ved Vatnefjellet omfatter vurdering av permanent bergsikring i utsprenge skjæringer.

De bergtekniske arbeidene vurderes å ha *middels* vanskelighetsgrad. Det er aktuelt å etablere skjæringer med høyde opptil ca. 15 m og lengde inntil ca. 60 m. Det er knyttet noe usikkerhet til oppsprekingsmønster og skjæringsstabilitet. Konsekvensene ved eventuelle utfall både i byggefase og i permanent fase er imidlertid ikke betydelige. Det er ingen eksisterende installasjoner å ta hensyn til ved utførelsen. Prosjekterende har erfaring fra tilsvarende byggeprosjekter. Berget i tiltaksområdet er delvis dekket av løsmasser og delvis blottlagt i dagen. For skjæringen mot nordvest er det ikke avklart om skjæringen vil bli sprengt ut i full høyde eller om den vil bli sprengt ut med en avtrapping i nedre del der sandvullen er planlagt jfr. figur 2 og 3.

Pålitelighetsklassen til et byggverk, en konstruksjon eller en konstruksjonsdel angir krav til kontroll og type kontroll av prosjektering og utførelse. Ved fastsettelse av pålitelighetsklasse for byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler benyttes Tabell NA.A1(901) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 med veiledende eksempler. I vurderingen av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Det er ingen byggverk eller infrastruktur som kan bli stabilitetsmessig berørt ved etablering av nye bergskjæringer. Konsekvensene av eventuelle utglidninger fra skjæringene vurderes derfor å være mindre alvorlige. De bergtekniske arbeidene for kortholdsbanene ved Vatnefjellet vurderes ut fra dette å ligge i pålitelighetsklasse 2.

Den anbefalte pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 medfører at de bergtekniske arbeidene havner i prosjekteringskontrollklasse (PKK) 2 og utførelseskontrollklasse (UKK) 2. PKK2 og UKK2 stiller krav om egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll av kvalitetssystemet til prosjekterende og utførende.

Ut fra pålitelighetsklasse og vanskelighetsgrad, vurderes de bergtekniske arbeidene å ligge i Geoteknisk kategori 2.

Tiltaksklasse for prosjektering fastsettes ut i fra Tabell 2 i veiledning til Forskrift om byggesak § 9-4 *Oppdeling i tiltaksklasser*. Tabellen viser eksempler på valg av tiltaksklasser hvor tiltaksklasse 2 blant

annet omfatter "Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 2". Ut i fra dette anbefales tiltaksklasse 2 for prosjekteringen.

Tiltaksklasse for utførelse fastsettes ut i fra tabell 3 i veilederen. Grunnarbeider i tiltaksklasse 2 gjelder bl.a. områder med vanskelige grunnforhold og sprengning inntil 8 m skjæringshøyde. Klasse 3 gjelder områder med vanskelige grunnforhold og sprengning over 8 m skjæringshøyde. Vi vurderer at grunnforholdene ikke er vanskelige og anbefaler at utførelsen kan plasseres i tiltaksklasse 2 selv om skjæringshøyden er større enn 8 m.

Geologiske forhold

NGU Berggrunnskart 1:50.000 viser følgende klassifisering: *Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis, grå, mellomkornet, litt varierende typer, ortopyroksen-førende +- litt biotitt, vanligvis med spredte tynne lag av pyribolitt.*

Berggrunnen er stedvis noe forvitret i nedre del av den naturlige skråningen mot nordvest. Lengre opp i skråningen synes berggrunnen å være relativt kompetent og massiv.

I følge løsmassekart fra NGU består løsmassene i området dels av torv/myr og morene nede på flaten hvor det skal etableres bergskjæringer, og bart fjell/tynt løsmassedekke i fjellsiden mot nordvest. Observasjoner i felt og på flyfoto viser at det forekommer urer/skredmateriale i delområder under bratte bergpartier som ikke framkommer på løsmassekartet. Det er også en bergrygg med lite/ingen løsmasser i området der skjæringen mot øst skal etableres.

Observasjoner gjort i bergblotninger i fjellsiden ovenfor baneanlegget, samt i bergblotninger i den vestlige delen av bergryggen midt i baneanlegget, viser varierende grad av oppsprekking.

Det forekommer et sprekkesystem innenfor det kartlagte området med strøkretning ca. VNV-ØSØ med fall mot sør, for det meste 70-80° men også ned mot 50°. Sprekkeavstanden er vanskelig å observere i overflaten, men er antatt til 0,5 – 2 m.

Det forekommer også et sprekkesystem med strøkretning ca. NØ-SV og varierende fallvinkel mellom steiltstående og ca. 45° med retning både mot vest og øst. I tillegg forekommer det mer tilfeldige enkeltsprekker, noen er gjennomgående/utholdene.

Det forekommer to forsenkninger i terrenget med retning ca. VSV – ØNØ som avgrenser bergryggen sentralt i det planlagte baneområdet. Disse forsenkningene kan være indikasjoner på svakhetssoner i berggrunnen. Den forvitrede karakteren på bergblotninger i nedre del av fjellsiden mot nordvest kan også indikere at berggrunnen her kan være påvirket av en svakhetssone.

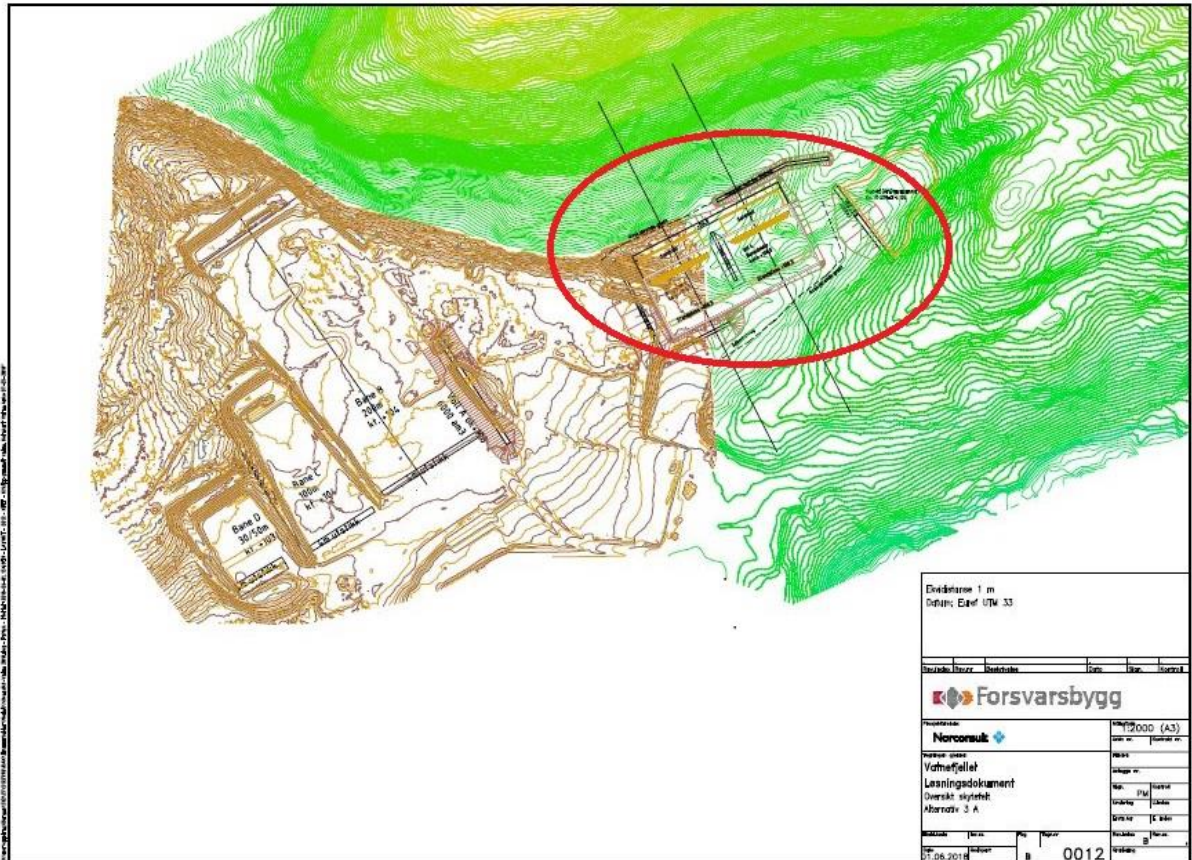


Fig. 1. Oversikt, planlagte nye kortholdsbaner ligger innenfor området som er markert med rødt. Tegning: Norconsult.



Fig. 2. Utsnitt av tegningen i fig. 1. Forskningslinjer som kan være svakhetssoner i berggrunnen er vist med stiplede røde linjer. Sorte streker er profillinjer hvor snitt er vist i fig. 3 (østre bane KH 4 og vestre bane KH5). Lilla streker markerer skjæringskonturer/sprengningslinjer.

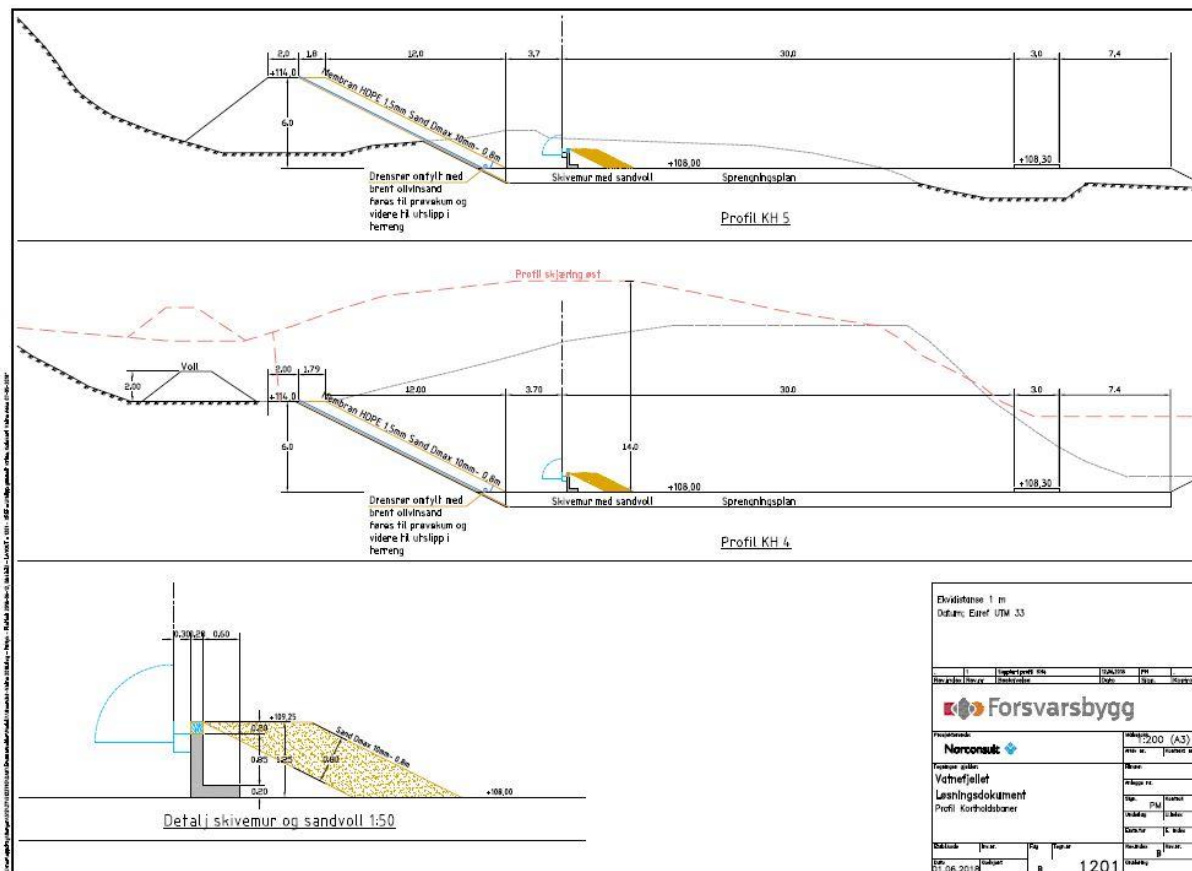


Fig. 3. Lengdesnitt i profillinjer (østre bane KH 4 nederst og vestre bane KH5 øverst). Tegning: Norconsult.

Omfang av ingeniørgeologisk prosjektering

Ut fra dagens kunnskap om prosjektet, ventes bergteknisk prosjektering å omfatte vurdering av behovet for permanente sikringstiltak i bergskjæringer, samt prosjektering av fangvoll mot skred fra fjellsiden nord for banene.

Sikring av berg og ivaretagelse av stabilitet til skjæringer

Forekomsten av oppsprekking i flere retninger og med fallvinkler som danner potensielle glideplan, tilsier at det må forventes ustabile bergpartier ved utsprenning av skjæringene. De mulige svakhetssonene som er omtalt under avsnittet om geologiske forhold kan innebære redusert bergmassekvalitet og mulig økt sikringsbehov i skjæringen mot nordvest. Bergets oppsprekking vil også kunne medføre utfall av toppkanten av skjæringene ved utsprenning. Der hvor det er viktig å ivareta prosjektert skjæringsvegg, anbefales det at berget forboltes før utsprenning. Dette vurderes nærmere etter at løsmasser er avdekket i konturlinjene. Det vurderes å være viktig at konturen beholdes mest mulig intakt i skjæringen spesielt mot fjellsiden mot nordvest. Forboltingen kan eventuelt kombineres med forankring av en støttemur langs toppen av skjæringen dersom det viser seg å være løsmasser med stor mektighet. Forboltingene må da ha dobbel korrosjonsbeskyttelse. Forbolting vil kunne bidra til å stabilisere toppen av skjæringene og redusere omfanget av overmasser.

Langs deler av konturlinjene er det løsmasser med ukjent dybde til fast berg. Generelt må løsmasser graves av minimum 3 m inn fra toppkant skjæring og eventuell løsmasseskjæring ovenfor toppkant må utformes med stabil vinkel avhengig av massetype.

Det er planlagt en fangvoll med høyde 2 m mellom den østre banen og fjellsiden for å sikre anlegget mot steinsprang fra terrenget ovenfor. Mektigheten av løsmassene i området der fangvollen er planlagt er ukjent. Den nøyaktige plasseringen og utformingen av vollen må vurderes i forbindelse med anleggsgjennomføringen. Vollen kan eventuelt plasseres nærmere fjellsiden dersom det er nødvendig i forhold til løsmasseskråninger eller eventuelle støttekonstruksjoner mellom bergskjæringen og fangvollen. Utførelse og nøyaktig lokalisering av fangvollen må vurderes når løsmassemektheten langs konturlinjene er kjent.

I tillegg til eventuell forbolting, må det påregnes behov for permanent boltesikring i skjæringene, eventuelt i kombinasjon med bergband og sprøytebetong/steinsprangnett. Beliggenheten av skjæringene er vist i figur 2. Med skjæringshøyder opp til ca. 15 m, vil det kunne bli aktuelt med relativt lange bolter i skjæringenes øvre del. Et av sprekkesystemene som er observert har en stabilitetsmessig ugunstig retning (nær parallelt) i forhold til den planlagte skjæringen mot øst. Forøvrig må det forventes utgående sprekkeplan i skjæringen mot nordvest.

Nødvendige tiltak for å ivareta stabiliteten av bergskjæringene må vurderes fortløpende i forbindelse med avdekking av løsmasser og utspregning av berg. Eventuelt behov for tyngre sikring i forbindelse med mulige svakhetssoner må også vurderes fortløpende.

Ved forbolting antas det i utgangspunktet å kunne bli aktuelt å benytte Ø32 mm innstøpte kamstålbolter som monteres tilnærmet vertikalt, med senteravstand 1-1,5 m langs en linje med beliggenhet 1-1,5 m bakenfor den planlagte konturen. Nærmere detaljer om bolteplassering, monteringsvinkel, senteravstand og boltelengder må vurderes etter at løsmassene er avdekket og bergoverflaten er eksponert.

Forsiktig sprengning/kontursprengning (reduert konturhullavstand/reduert forsetning/reduert ladning/sømboring) vil kunne bidra til å redusere opprivningen av berget og sikringsbehovet. Det må forventes vannsig som følger terrenget, og på sprekkeplan i dagfjellsonen. Det er knyttet noe usikkerhet til om de omtalte mulige svakhetssonene kan være vannførende, eventuelt helt ned mot sprengningsplanum. Isdannelser og frostsprengning i skjæringene vinterstid kan forventes.

Det vurderes å være aktuelt med maskinrensk og spettrensk av utspregte skjæringar. Entreprenør vurderer selv behovet for arbeidssikring.

SHA, risikoforhold

Med henvisning til SHA-forskriften påligger det byggherren å utarbeide en SHA-plan for gjennomføring av arbeidene. Det vurderes at aktuelle risikofaktorer i forbindelse med gjennomføringen er knyttet til utilsiktet detonering av sprengstoff og ukontrollerte utfall av berg fra skjæringene. Risiko knyttet til arbeid i byggegropa og utførelse av bergsikring vil være på et normalt nivå for denne type anlegg, og Norconsult legger til grunn at entreprenørens prosedyrer og rutiner ivaretar dette. Risikofaktorer av generell karakter for grunn- og maskinarbeid forutsettes å være omfattet av entreprenørens SHA-system.

Videre ingeniørgeologisk oppfølging

Når det er foretatt avgraving av løsmasser slik at konturlinjene er avdekket, må det utføres en ingeniørgeologisk befaring. For å få best mulig informasjon om sprekkesystemene er det fordel at det også er foretatt utspregning i et område som ikke utgjør endelig kontur før befaringen. Sprengning inn mot endelig kontur bør vente til etter befaringen. Ingeniørgeolog må varsles så tidlig som mulig om befaringstidspunkt, og det må påregnes noe mobiliseringstid. Ved befaringen må bergmassekvalitet og oppsprekking, behov for forbolting samt behovet for etappevis utspregning og sikring vurderes.

Vurdering av bergtekniske forhold før IG1

Det er ikke avdekket forhold som tilsier at skisserte løsninger ikke lar seg gjennomføre ut fra bergtekniske forhold. Vi anser planlagt utforming av anlegget som bergteknisk gjennomførbart. Det vil være behov for detaljprosjektering av sikringstiltak under utførelsen av anlegget.

Videre i anleggsfasen ventes det å være behov for flere ingeniørgeologiske befaringer etter hvert som utsprenging av endelig skjæringsvegger blir utført, for vurdering og anvisning av permanente sikringstiltak.

J01	2018-06-29	Ingeniørgeologiske vurderinger	ReBle	KTLOf	ReBle
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.