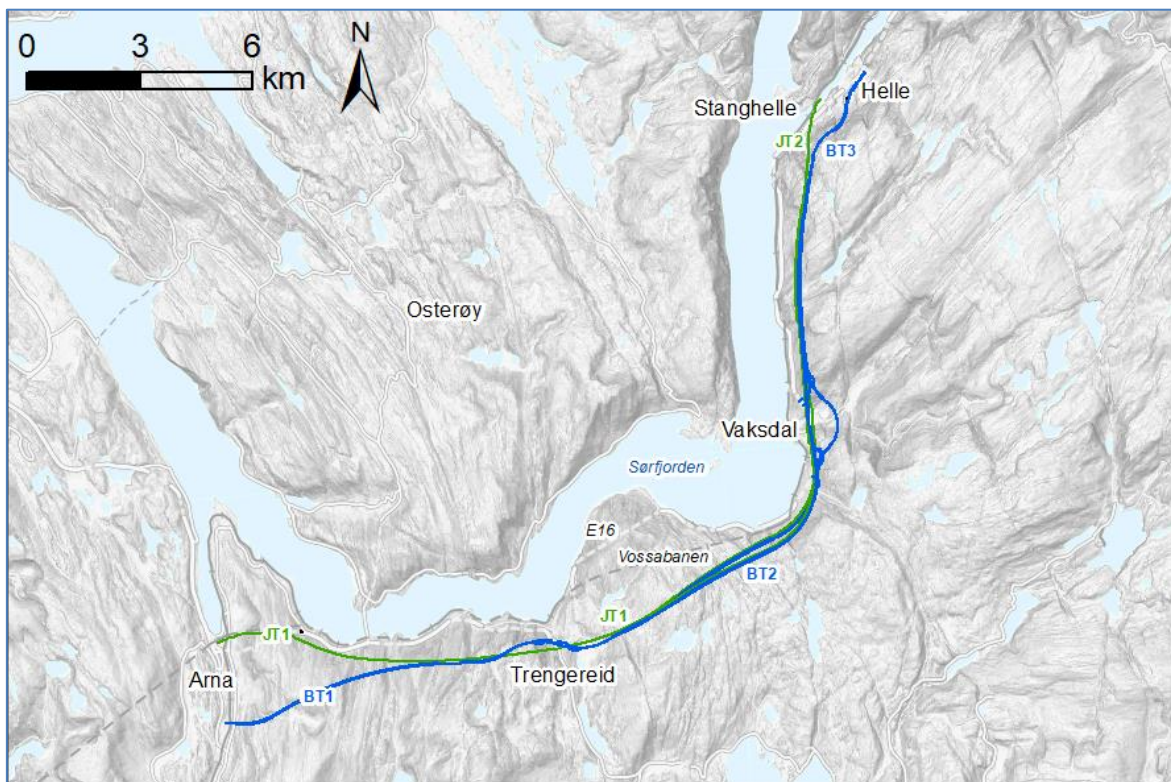


NOTAT – K5 –EGENSKAPER TUNNELMASSER

KUNDE / PROSJEKT Statens vegvesen K5-Arna-Stanghelle - Geologi - reguleringsplan		PROSJEKTLEDER Øystein Strand Lohne	DATO 04.02.2019
PROSJEKTNUMMER 10203787-001		OPPRETTET AV Espen Eidsvåg	REV. DATO
UTARBEIDET AV NAVN Øystein S. Lohne	SIGNATUR	KONTROLLERT AV NAVN Ole-Jakob Olsen	SIGNATUR

Innledning

Ny veg (E16) og bane (Vossebanen) mellom Arna og Stanghelle/Helle går hovedsakelig i tunnel og vil medføre betydelig uttak av berg. Totalt skal det etableres tre biltunneler og to tog tunneler langs en om lag 30 km lang strekning (Figur 1). Det er beregnet et overskudd på om lag 6,5 millioner m³ faste masser tilsvarende om lag 11 millioner m³ opplasta bergmasser. For å belyse nytteverdien av massene er det utført beskrivelser og tester av prøver omkring den planlagte traseen.



Figur 1. Oversikt over tunneltraseene. Biltunnelen er betegnet BT1, BT2 og BT3 fra Arna mot Helle. Tilsvarende er tog tunnelene betegnet JT1 og JT2 fra Arna mot Stanghelle.

En overveidende del av traseen går i tunnel. Totalt skal det planlegges 5 tunneler:

1. **JT1** – jernbanetunnel mellom Arna og Vaksdal (ca. 19 km lang)
2. **JT2** – jernbanetunnel mellom Vaksdal og Stanghelle (ca. 7,9 km lang)
3. **BT1** – vegtunnel mellom Arna og Trengereid (ca. 8,8 km lang)
4. **BT2** – vegtunnel mellom Trengereid og Vaksdal (ca. 9,9 km lang)
5. **BT3** – vegtunnel mellom Vaksdal og Helle (ca. 9,1 km lang)

Forliggende notat oppsummerer kartleggings- og analyseresultater av bergmassen som forventes påtruffet ved driving av tunnelen. Det er inndelt i seksjoner tilsvarende tunnelene BT1/JT1vest, BT2/JT1øst og BT3/JT2 (Figur 1). Berggrunnskart basert på NGUs kartlegginger med inntegnede planer er presentert i Vedlegg 1.

Grunnlag og undersøkelser

Følgende grunnlag og undersøkelser er benyttet er utført fra i forbindelse med kartlegging og analyse av bergartsmaterialet:

- NGU berggrunnskart. For hele traseen av BT1/JT1vest og BT2/JT1øst er for berggrunnen kartlagt i 1:50.000 skala, mens det meste av BT3/JT2 er kartlagt av NGU i grovere 1:250.000 skala. (Vedlegg 1).
- Innledende geologisk kartlegging langs/omkring traseen (Vedlegg 2).
- Geologisk kartlegging med visuell bestemmelse av håndstykker. Kartleggingen var utført langs eksisterende jernbanestrekning, hovedsakelig i tunneler. Veggene i tunnelene er dekket av sot og annet støv. Håndstykkene er prøvetatt uten full oversikt over bergstrukturer o.l. Prøvene kan derfor stedvis representere mindre utholdende bergartsenhet, linser etc.
- Analyse av bergartsmateriale for borbarhet, XRD og visuell bestemmelse utført av SINTEF (Vedlegg 3).
- Analyse av bergartsmateriale for bruk i vegbygging utført av SVV (Vedlegg 4).

Trase BT1/JT1vest

Bergarter

Denne delen av veiprojektet går gjennom bergartslag som står vertikalt til steilt med nord-sørlig strøk. Veg- og toglinjene går fra vest til øst og krysser bergartsgrensen omtrent vinkelrett. Mektigheten av disse lagene på tunnelnivå er knyttet til betydelig usikkerhet.

I henhold til kartet (Vedlegg 1) består berget i hovedsak av vekslinger mellom anortositt, gneis, amfibolitt og gabbro i vestlig del (fram til Risnes). I østligste delen består berget av vekslinger mellom grønnstein, metadoritt og gabbro.

Bergartsbestemmelsen utført med hjelp av XRD og visuell undersøkelse fra SINTEF (Vedlegg 3) klassifiserer prøvene til pyroksengranulitt og granulitt lengst i vest, amfibolitter og gneis/glimmerrik gneis i resten av traseen.

Borbarhet – borsynkindeks (DRI)

De analyserte prøvene oppnår analyseresultater som klassifiseres med «lav» (2 stk.), «middels» (6 stk.) og «høy» (1 stk.) borbarhet. (Se Vedlegg 1 og 3).

Borslitasjeindeks (BWI)

De analyserte prøvene oppnår analyseresultater som klassifiseres med «meget lav» (3 stk.), «lav» (3 stk.) og «middels» (3 stk.) borslitasje. (Se Vedlegg 1 og 3).

Bruk i vegbygging (Los Angeles og Micro-Deval)

Alle analyserte prøver (Se Vedlegg 1 og 4), med unntak av BT1-6, oppnår verdier for «Los Angeles» og «Micro Deval» analyse som indikerer at bergartsmaterialet kan utnyttes som mekanisk stabilisert bære- og forsterkningslag for veger med ÅDT > 750. Prøven nr. BT1-6 oppnår kravene for LA-analysen, men har for høy micro-Deval koeffisient. Denne er også klassifisert med det høyeste innholdet av glimmerminerale (16%) målt i noen prøve langs hele traseen.

Miljøforhold

Det ble i prøvene fra vestligste delen av BT1 registret mindre mengder svovelkis (BT1-1 og BT1-2). Verdiene er forholdsvis lave (<1%), men det er kjent at sulfidminerale som svovelkis kan føre til syredannelse ved deponering. Samtidig kan det være problematisk og benytte sulfidminerale som tilslag i betong da dette kan føre til svelling.

Aktsomhetskartet for potensiell radonstråling indikerer at bergmassen har ikke er utsatt for problematikk omkring radon i aktuell bergmasse, men noen steder er klassifiserte som «Usikker» (kilde NGU.no).

Trase BT2/JT1øst

Bergarter

Bergartene i denne delen av vegprosjektet går også gjennom bergarter som hovedsakelig står vertikalt til steilt med nord-sørlig og gradvis dreierende VNV-lig - ØSØ-lig strøk. Veg- og toglinjene går vest-øst og dreier mot nord til Vaksdal. Bergartsgrensene står også for denne delen omtrent vinkelrett på veglinjen.

I henhold til NGU (Vedlegg 1) består berget i hovedsak av vekslinger mellom ulike gneiser og meta-konglomerat lengst i vest, en lang mektig sone med albittglimmerskifer under Hananipa, vekslende soner med meta-konglomerat og ulike typer gneiser, glimmerskifer og amfibolitt på østsiden av Hananipa. I Bogelia er kartlagt en mer omfattende sone med anortositt, mens det videre til Vaksdal hovedsakelig er vekslinger med tynne soner av ulike gneiser med innslag av kvartsitt og glimmerskifer.

Det er utført to bergartsbestemmelser med XRD og visuell undersøkelse fra SINTEF (Vedlegg 3) i denne delen som er kartlagt av NGU som albittglimmerskifer. Disse klassifiseres som gneiser, og har et relativt lavt glimmerinnhold 13 og 6%. Det bemerkes at prøvene er innsamlet et godt stykke fra tunneltraseene.

I tillegg er det analysert en prøve (BT2-5) fra Kjenestunnelen på Vossebanen som er klassifisert som amfibolitt, i en sone kartlagt av NGU som anortositt.

Avviket mellom NGUs kart og visuell bestemmelse av prøver i felt i henhold til XRD-støttet vurdering skyldes delvis at mengdeforholdene mellom de ulike mineralene vurderes forskjellig ved de ulike metodene for bestemmelse, og delvis lokale variasjoner i mineralfordelingen i analysert berg på forskjellig skala.

Borbarhet – borsynkindeks (DRI)

De analyserte prøvene oppnår analyseresultater som klassifiseres med «meget lav» (1 stk.), «middels» (3 stk.) og «høy» (1 stk.) borbarhet. (Se Vedlegg 1 og 3).

Borslitasjeindeks (BWI)

De analyserte prøvene oppnår analyseresultater som klassifiseres med «meget lav» (1 stk.), «lav» (2 stk.) og «middels» (2 stk.) borslitasje. (Se Vedlegg 1 og 3).

Bruk i vegbygging (Los Angeles og Micro-Deval)

Det er analysert to prøver på vestsiden av Hananipa og en på østsiden (Se Vedlegg 1 og 4). Alle disse gir brukbare verdier for bruk som mekanisk bære- og forstrekningslag lag for bruk for veger med ÅDT>750 (Vedlegg 4). Det ble ikke analysert prøver fra bergartsenheten ved Hananipa, da denne var kartlagt som albittglimmerskifer. XRD-analysene viser derimot at glimmerinnholdet ikke er veldig høyt, i alle fall ikke for prøven lengst øst (BT2-4).

Miljøforhold

I prøvene fra vestligste delen av BT1 ble det registret mindre mengder (<1%) svovelkis (BT1-1 og BT1-2). Det er ikke registret svovelkis eller andre sulfidmineraler i prøvene fra BT2-traseen, med spesielt anortositten i Bogelia som tilsvarer bergarten ved Arna, kan ha noe innhold av dette og kan ha begrensinger i henhold til deponering og bruk som tilslag i betong.

Traseen langs BT2 ligger hovedsakelig i områder som er klassifisert med «moderat til lav aktsomhet» i NGUs aktsomhetskart for radon. I siste del av traseen (ca. 300-500m) inn mot

Vaksdal er det registrert potensielt høy fare mot radon, her er det antatt berggrunnen som består av augegneis (granittisk) og mylonittgneis som er kildeområdet.

Trase BT3/JT2

Bergarter

De ulike bergartssonene i denne delen av vegprosjektet ligger med steilt til subhorisontalt fall mot sør. Dette er om lag vinkelrett strøk mot veglinjen.

Berggrunnsgeologisk kart fra NGU er vist i Vedlegg 1. Det meste av strekningen er kartlagt på grovere skala (1:250:000). Bergartene langs traseen består, i henhold til NGUs kart, hovedsakelig av gneiser. En sone nærmest Vaksdal er kartlagt som metadacitt.

Det er analysert 6 prøver med XRD og visuell undersøkelse fra SINTEF (Vedlegg 3) i denne delen av vegprosjektet. Alle prøvene er klassifisert som gneis, med dominerende mineralinnhold av kvarts, plagioklas og kalifeltspat. Prøvene er gjennomgående foliert, og en av dem (BT3-5 fra Stanghelle) har en svak skifrihet.

Borbarhet – borsynkindeks (DRI)

De analyserte prøvene oppnår analyseresultater som klassifiseres med «middels» (5 stk.) og «meget høy» (1 stk.) borbarhet. Prøven med meget høy borbarhet er prøven med svak skifrihet fra Stanghelle. (Se Vedlegg 1 og 3).

Borslitasjeindeks (BWI)

De analyserte prøvene oppnår analyseresultater som klassifiseres med «meget lav» (1 stk.), «lav» (2 stk.) og «middels» (3 stk.) borslitasje. Prøven som klassifiseres med «meget lav» borslitasje er prøven med svak skifrihet fra Stanghelle. (Se Vedlegg 1 og 3).

Bruk i vegbygging (Los Angeles og Micro-Deval)

Det er analysert 6 prøver langs traseen for BT3/JT2. Alle oppnår verdier slik at de er akseptable for bruk som mekanisk bære- og forstrekningslag lag for bruk for veger med ÅDT>750 (Vedlegg 1 og 4).

Miljøforhold

Det er ikke avdekket sulfidmineraler i prøvene de analyserte prøvene fra strekningen for BT3/JT2 tunnelen.

Det er ingen områder hvor det er kartlagt særlig høy aktsomhetsgrad på strekningen for BT3 Vaksdal-Stanghelle. Det er høy aktsomhetsgrad ved Vaksdal i områder som ligger på elveavsetninger og breelavsetning. Resten av traseen ligger i områder med enten moderat-lav grad (hoveddelen av traseen) eller usikker omkring Vaksdal.

Oppsummerende vurdering og begrensinger

Bergmassene langs K5-taseen er vurdert med spredte kartlegginger og analyseprøver. Det er stedvis betydelig avstand mellom prøvepunkter og tunnel både pga. tunnelens store bergoverdekning og tilgjengelige skjæringer for prøvetaking etc. Det vil derfor være en del usikkerhet i hvor representativt prøvematerialet er for bergmassen som utvinnes i forbindelse med tunneldrivingen. Samtidig vil mange ulike bergartssoner og variasjon i mineralinnhold gjøre at det vil være behov for jevnlig kontroll av bergmassene under driving for å håndtere vekslende kvaliteter av massene ved videre bruk.

Klassifiseringen av bergarter vil kunne avvike noe i henhold benyttet metode for bestemmelse, da denne er avhengig av blant annet hvor nøyaktig man kan bestemme av mengdeforholdet mellom mineralene, hvor stor del av bergstykket som vurderes og av formålet for kartleggingen (geokjemisk, genetisk tekstur eller struktur). Dette er blant annet tydelig i vestre del av trassen der NGU har kartlagt berget som «*Anortositt, noen steder leukogabbro (anortosittgabbro) til gabbro*». Tilsvarende berg klassifiseres som granulitt ved XRD-støttet klassifisering. Feltbestemmelsene av prøver fra Hananipa togtunnel (øst for Trengereid) viser også betydelig variasjon innen sonen som NGUs har kartlagt som albittglimmerskifer.

Overveiende stor andel av bergmassen består av ulike gneiser, anortositter, amfibolitter og gabbro som med få unntak oppnår gode verdier for bruk i vegbygging etc.

- Ved BT1/JT1vest er det registret en prøve (BT1-6) med høyt glimmerinnhold som ikke ligger innenfor kravene til bruk i veibygging. Det må forventes at dette kan være tilfelle andre steder også på denne strekningen.
- For BT2/JT1øst er det i sonen kartlagt av NGU som albittglimmerskifer i analysert med stedvis lite glimmerinnhold (Vedlegg 3). Det er ikke utført Los Angeles- eller micro-Deval-analyser på disse to prøvene, men basert på mineralinnholdet kan dette muligens også være nyttbar i vegbygging, selv om glimmerskifer i utgangspunktet ofte ikke er egnet. Dette gjelder muligens også for glimmerskifersonene nærmere Vaksdal, Samtidig kan det som er kartlagt som gneiser stedvis ha for høyt glimmerinnhold til at det er nyttbart.
- For BT3/JT2 er det meste av trassene gneiser som trolig er nyttbar i vegbygging. Alle oppnår prøvene oppnår tilstrekkelig verdier for relevante krav. XRD-analysene av prøve BT3-5 nær Stanghelle består av 12% glimmer og kan indikere at det vil være soner som kan ha av lavere kvalitet enn kraven.

Basert på en samlet vurdering av NGUs kartlegging, observasjoner fra befaring og analyseresultater fra SINTEF og SVV, estimeres det at en betydelig andel av massene vil være nyttbar i f.eks. vegbygging. Grovt estimert antas det at henholdsvis 70, 60 og 80% av bergmassen, for traseene BT1/JT1vest, BT2/JT1øst og BT3/JT2, vil være av en kvalitet som er nyttbar til vegformål. Det understrekes at det vil være vekslinger av kvalitet pga trassen krysser mange forskjellige soner, samtid vil det kunne være endringer i bergartsmateriale som ikke er oppfanget i kartlegging og prøvetaking.

Det må videre tas høyde for at det stedvis kan være berg som kan ha miljømessige konsekvenser avhengig av hva massene skal nyttes til. Dette gjelder blant annet innholdet av sulfidmineraler (f.eks. svovelkis) som kan være syredannende ved deponering og som gjør at bergmassen ikke er egnet som tilslag i betong. Et eventuelt innhold av radon, kan forårsake helseskadelig stråling fra massene. Videre vil det, avhengig av valgte drivemåte kunne være rester etter sprengstoff (f.eks. nitrogen) og plast, i massene som kan ha konsekvenser for bruken av massene. Det må gjøres konkrete miljøvurderinger i henhold til planlagt utnyttning av massene.

Vedlegg

Vedlegg 1. Berggrunnskart fra de ulike traseene.

Vedlegg 2. Innledende geologisk kartlegging fra traseen. (rapport fra Øystein Jansen)

Vedlegg 3. Rapport med analyseresultater fra SINTEF

Vedlegg 4. Samlerapport stein, SVV