

KORTREIST
STEIN

Rapport

Bergmassekvalitet og kontraktsforhold ved Veidekkes prosjekt E39 Svegatjørn-Rådal, K10 Svegatjørn-Fanavegen

Forfattere

Torun Rise (SINTEF Community)

Lars Hovland (Veidekke)

Reidar Steinsland (Veidekke)

Dato	Versjon	Dokumentnummer
2019-09-26	1.0	011

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2019-04-01	Utkast rapport
0.2	2019-04-26	Revidert basert på intern ks
0.3	2019-07-31	Revidert basert på innspill fra K10
1.0	2019-09-26	Ferdigstilt rapport



Innholdsfortegnelse

Forord.....	4
Sammendrag norsk.....	5
Sammendrag engelsk	7
1 Innledning.....	9
1.1 Prosjektet i tall.....	9
1.1 Prosjektets potensial i sammenheng med Kortreist stein	10
1.2 Prosjektets relevans for Kortreist stein og andre lignende prosjekter	10
2 Grunnlagsdokumenter	11
2.1 Kontrakt og konkurransegrunnlag.....	11
2.2 Geologisk rapport.....	11
2.3 Gjeldende regelverk, håndbok N200 Vegbygging	13
2.4 Oppsummering.....	15
3 Erfaringer fra prosjektgjennomføringen	16
3.1 Påtrufne, virkelige bergmasseforhold	16
3.2 Tilgang på deponi og lokale lagringsmuligheter.....	16
3.3 Påvirkning på tunnelmassene fra drivingen	17
3.4 Oppsummering.....	17
4 Diskusjon	18
4.1 Planlegging/ prosjektering for bruk av tunnelstein.....	18
4.2 Kontrakt/Konkurransegrunnlag med fokus på Kortreist stein	19
5 Referanser	21



Forord

Denne rapporten er skrevet i prosjektet Kortreist stein. Kortreist stein er et IPN-prosjekt i Forskningsrådets BIA-program (Brukerstyrt innovasjonsarena). Veidekke Entreprenør AS er prosjekteier.

Prosjektets overordnede idé er å utvikle nye teknologiske løsninger og verktøy, smarte forretningsmodeller og gode planprosesser for høyverdig og bærekraftig bruk av bergmasser fra infrastrukturprosjekter og eksisterende uttak. Med høyverdig bruk menes kortreist stein som kan anvendes i veg- og banekonstruksjonen i ubundet form og som kvalitetsråvare i asfalt og betong o.l.

Prosjektet vinkles mot energieffektiv materialproduksjon og optimal bruk av ikke-fornybare bergressurser. Det skal legges til rette for og etableres teknologier som gjør "Gull av gråstein". Innovasjonen i prosjektet er rettet mot rammebetingelsene som kan styre anvendelsen av kortreist stein, metoder for vurdering av anvendelse av steinmaterialer fra i hovedsak tunnelproduksjon og metoder for praktisk gjennomføring av prosjekter med bruk av kortreist stein.

Et konsortium bestående av partnere fra næringsliv, offentlig forvaltning og forskningsinstitusjoner arbeider for øyeblikket innen følgende fire fokusområder:

- Planprosesser og ressursforvaltning
- Kontrakter, forretningsmodeller og incentiver
- Produksjon og anvendelse
- Miljø og energibruk

Kortreist stein har et budsjett på 17 millioner kroner over tre år (fra 2016) og er finansiert gjennom Forskningsrådet (ca. 40 %) og industripartnerne (cirka 60 %).

Prosjektet Kortreist steins publikasjoner er utarbeidet av fagfolk hos partnerne i prosjektet. Det er gjort det ytterste for å sikre at innholdet er i samsvar med kjent viten på det tidspunktet prosjektet ble avsluttet. Feil eller mangler kan likevel forekomme.

Prosjektet Kortreist stein, forfattere og prosjektledelsen har intet ansvar for feil eller mangler i publikasjoner og mulige konsekvenser av disse.

Det forutsettes at publikasjonen benyttes av kompetente og fagkyndige personer med forståelse for begrensningene og forutsetningene som legges til grunn.

Eivind Heimdal

Prosjekteier

Torun Rise

Prosjektleder



Sammendrag norsk

Prosjektet E39 Sveгатjörn-Rådal, K10 Sveгатjörn-Fanavegen er et av Veidekkes prosjekter som benyttes som case i Kortreist stein. Prosjektet omfatter blant annet to tunneler med dobbelt løp; Skogafjelltunnelen med lengde ca. 1430 meter og Lyshorntunnelen med lengde ca. 9160 meter, hvor det totalt er planlagt tatt ut ca. 1800000 fm³ tunnelstein.

Både i et miljø- og et ressursperspektiv er bruk av tunnelmasser å anse som en fordel i store samferdselsprosjekter slik som K10 der det både skal tas ut store volum tunnelstein i tillegg til at det skal anvendes en betydelig mengde stein til vegformål. Bruk av tunnelmassene medfører redusert transport, redusert behov for deponi samt redusert behov for uttak av nye ressurser for å ivareta nødvendig mengde pukk og grus som skal tilbakeføres til tunnelen.

Foreliggende rapport søker å gi en beskrivelse av hvordan massehåndtering og muligheter for bruk av masser er omtalt i prosjektets grunnlagsdokumentasjon, hvilke forutsetninger som er lagt til grunn samt hvordan prosjektets kontrakt legger til rette for å kunne gjennomføre en optimal massehåndtering. I tillegg søker rapporten å gi en oppsummering av den praktiske gjennomføringen av prosjektet, med eventuelle avvik mellom forutsetninger beskrevet i kontrakt og grunnlagsmateriale, faktiske påtrufne forhold samt summere opp og anbefale tiltak for framtidige prosjekter.

Geologisk rapport er det viktigste styrings- og planleggingsverktøyet man har med hensyn på hvordan tunnelsteinen skal håndteres. Dette forutsetter imidlertid at geologisk rapport er detaljert nok og inneholder informasjon om forhold som er knyttet til bruk av tunnelstein. Geologisk rapport må derfor være utarbeidet basert på grundig og detaljert geologisk kartlegging samt testing av kvalitetsparametere på representative prøver, både antall og lokalitet. Øvrige viktige styrings- og planleggingsverktøy er et godt konkurransegrunnlag.

I gjennomføringsfasen av prosjektet har det vist seg å være unøyaktigheter i foreliggende geologiske grunnlag, og varierende geologiske forhold har ført til en rekke utfordringer knyttet til en ressursvennlig anvendelse av tunnelsteinen. De viktigste utfordringene har i hovedsak vært følgende:

- Bergmassekvalitet og muligheter for bruk av masser.
- Areal for masselagring.
- Sortering og bearbeiding av masser.

Med bakgrunn i geologisk rapport la entreprenøren til grunn at majoriteten av tunnelmassene skulle overholde krav til bruk i forsterkningslag, men at enkelte svake soner måtte påregnes. Ved driving viste det seg at de mekaniske egenskapene i tunnelmassene var vekslende og uforutsigbare, noe som resulterte i et tett testregime for å sikre ivaretagelse, foredling og sortering av de ulike kvalitetene.

Som en følge av varierende og uforutsigbar kvalitet på bergmassene har det vært nødvendig å til enhver tid ha to tilgjengelige og separate tunneltipper for å sortere massene ut fra kvalitet. Tett monitorering av kvalitet (mekaniske tester) var helt avgjørende for ikke å få blandet "god" og "dårlig" tunnelstein. Også logistikken har vært krevende å gjennomføre da det har vært døgkontinuerlig driving og mange ledd involvert.

Prosjektet har lagt ned et stort arbeid for å dokumentere og vurdere tunnelmassenes egnethet til ulike bruksformål, blant annet gjennom monitorering av boredata (MWD), systematisk kartlegging og prøvetaking samt prioritering av masser. I tillegg er det etablert egen lab på prosjektet for å ha kontroll på tunnelmassenes mekaniske egenskaper.



Med bakgrunn i det som fremkommer i geologisk rapport, konkurransegrunnlaget, og gjennom samtaler og intervju med entreprenørens prosjektledelse om erfaringer fra prosjektet, har man kommet til noen momenter som anses som relevante for å lykkes med bruk av tunnelmasser;

- Planlegging/prosjektering.
- Kontrakt/konkurransegrunnlag.

Selve grunnideen med kortreist stein er mest mulig bruk av tunnelstein i prosjektet. Momentene som legges fram her anses som relevante og nødvendige for å kunne gjennomføre et prosjekt med dette konseptet som mål. Et suksesskriterium for konseptet kortreist stein omfatter **forståelse og forankring i alle ledd i organisasjonen**, både hos byggherre og entreprenør.

Videre synes **grunnundersøkelser/geologiske undersøkelser** å være viktig for å kunne gi en så god beskrivelse av bergmasseforholdene som mulig og dens egnethet for bruk. Grunnundersøkelsene bør være av et slikt omfang at det med bakgrunn i disse kan gis en **realistisk vurdering av forventet steinkvalitet**. Dette gir informasjon som er svært avgjørende for hvordan entreprenøren kan planlegge og prise arbeidet knyttet til håndtering av tunnelsteinen.

Grunnundersøkelser og tilhørende vurdering av forventet steinkvalitet danner også grunnlaget for å kunne gjøre et realistisk anslag på omfanget tunnelstein som skal brukes, og derav en tilstrekkelig vurdering av **nødvendig areal** for sortering, håndtering og bearbeiding av tunnelstein. For lite areal kan resultere i at gode tunnelmasser må deponeres og nye masser kjøpes fra eksterne pukkverk da det ikke foreligger tilstrekkelig plass for å bearbeide utsprengte tunnelmasser i prosjektene.

Prosjektet K10 Svegatjørn - Rådal er en utførelsesentreprise etter NS 8406, og med SVVs spesielle kontraktsbestemmelser i tillegg. Geologisk rapport er en del av konkurransegrunnlaget. I en beskrevet entreprise etter NS 8406 er det Byggherren som skal stå for planlegging og projektering og fremskaffe nødvendig grunnlag for utførelse av arbeidet. I slike enhetspriskontrakter er det spesielt viktig av beskrivelsene er gode nok til å gi tilbyderne tilstrekkelig bakgrunnsinformasjon slik at prosjektet kan planlegges og prises på en god måte og at ikke risikofordelingen blir forskjøvet.

Ansvarsforhold og kontraktsform er viktige, men ikke avgjørende momenter for å kunne gjennomføre et tunnelprosjekt med størst mulig bruk av tunnelstein. I utgangspunktet kan konseptet kortreist stein gjennomføres med utgangspunkt i alle kontraktsformer. Dette forutsetter imidlertid at det i kontrakten beskrives og legges til rette for at tunnelstein skal brukes. Erfaringer viser at det vil gagne prosjekter av denne typen, både for byggherre og entreprenør, at grenseoppgangen for ansvarsforhold blir mer entydig, og at ansvaret legges på den part som har mest kunnskap om prosjektet. I enhetspriskontrakter er dette byggherren.

For en anleggsbransje som etterstreber en omstilling mot et grønnere fotavtrykk er det viktig at det legges opp og motiveres for en aktivitet med så lite massetransport som mulig og så stor bruk av tunnelstein som faglig forsvarlig. Dette setter krav til alle parter, men spesielt til dokumenter som utarbeides for bruk i slike prosjekter, da disse må så godt det lar seg gjøre gi et robust grunnlag for planlegging og anvendelse av kortreist stein.



Sammendrag engelsk

Project E39 Sveгатjørn-Rådal, K10 Sveгатjørn-Fanavegen is one of Veidekke's projects used as a case study in "Use of local materials" (Kortreist stein). The project includes two dual-run tunnels; Skogafjelltunnelen with length ca. 1430 meters and Lyshorntunnelen with a length of ca. 9160 meters. In total, this include approximately 1800000 fm³ of rock.

Both in an environmental and a resource perspective, the use of local material is to be considered an advantage in large transport projects such as the K10 project where large volumes of rock are to be taken out in addition to the use of a considerable amount for road purposes. The use of local materials results in reduced transport, a reduced need for landfill and a reduced need for extraction of new resources in order to ensure the necessary amount of rock and gravel to be returned to the tunnel.

The present report tries to provide a description of how handling local materials and possibilities due to use of local materials is described in the essential documents and the contract. It also goes through the assumptions described in the contract, as well as how the project's contract facilitates the optimal use and handling of local materials. In addition, the report seeks to provide a summary of the practical implementation of the project, with any discrepancies between the assumptions described in the contract and the basis material, actual conditions encountered as well as summarize and recommend measures for future projects.

The geological report is the most important management and planning tool with regard to how the rock is to be handled. However, this requires that the geological report is sufficiently detailed and contains information on conditions associated with the use of local materials. The geological report must therefore be prepared based on thorough and detailed geological mapping as well as testing of quality parameters on representative samples, both in number and location. Other important management and planning tools are a good tender documentation.

In the implementation phase of the K10 project, there have been inaccuracies in the present geological report and varying geological conditions have led to several challenges related to the use of local materials. The main challenges have mainly been the following:

- Rock mass quality and opportunities for use of local materials.
- Area for mass storage.
- Sorting and processing of rock.

Based on the geological report, the contractor assumed that the majority of the rock from the tunnels should comply with requirements for use in reinforcement layers, but that some weak zones had to be anticipated. When building the tunnels, it appeared that the mechanical properties of the tunnel rock were variable and unpredictable. This resulted in a tight test regime to ensure a correct handling, processing and sorting of the various qualities.

As a result of varying and unpredictable quality of the rock masses, it became necessary at all times to have two available and separate tunnel tips to sort the masses based on quality. Close monitoring of quality (mechanical tests) was crucial in order not to get mixed "good" and "bad" tunnel rock. The logistics has also been demanding, as the tunnel rock has been produced and taken out of the tunnel 24/7 and many elements have been involved.

The project has done a great deal of work to document and evaluate the suitability of the local material for various uses, including through measurement while drilling (MWD), systematic mapping



and sampling and prioritization of the rock masses. In addition, a laboratory has been established on the project to control the mechanical properties of the local material.

Based on what is described in the geological report, the tender documents and through conversations and interviews with the contractor's project management about project experience, some aspects have been considered relevant to the success of the use of local materials;

- Planning / design.
- Contract / tender documents.

The basic idea of use of local materials is the most possible use of tunnel rock in the project. The aspects presented here are considered relevant and necessary to be able to carry out a project with this concept as the goal. A success criterion for the concept of use of local materials includes **understanding and anchoring at every part of the organization**, both with the builder and the contractor.

Investigation of ground conditions / geological surveys appear to be important in order to, as good as possible, give a description of the rock mass conditions and its suitability for use. The investigations should be of such a magnitude, that a **realistic assessment of the expected rock quality** can be given. This provides information that is very vital to how the contractor can plan and put a price on the work associated with handling the local materials.

Investigations and the associated assessment of expected rock mass quality also form the basis for being able to make a realistic estimate of the extent of tunnel rock to be used, and hence a sufficient assessment of the **necessary area** for sorting, handling and processing the rock material. If the area is too small, this may result in that quality rock masses has to be deposited and new masses purchased from external aggregate plants as there is not enough space to process blasted tunnel masses in the projects.

The project K10 Sveгатjørn - Rådal is an execution contract according to NS 8406 in additions with SVV's special contract provisions, and the geological report is part of this. In a described contract according to NS 8406, the builder is responsible for planning, designing and providing the necessary basis for the execution of the work. In such a unit price contracts, it is particularly important that the descriptions are good enough to provide the contractors with sufficient background information so that the project can be properly planned and priced, as well as make sure that the risk distribution is not shifted.

Distribution of responsibility and contractual form are important, but not crucial elements in order to carry out a tunnel project with the most possible use of local materials. In principle, the concept of use of local materials can be implemented on the basis of all contract forms. However, this requires that the contract describes and facilitates the use of tunnel rock. Experience shows that it will benefit projects of this type, both for the builder and the contractor, that the distribution of responsibility is clearly defined, and that the responsibility is placed at the part with the most knowledge about the project. In unit price contracts; this is the builder.

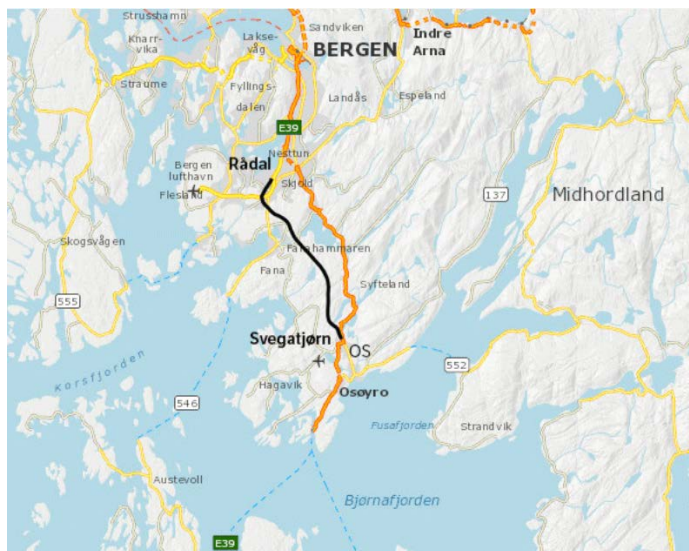
For a construction industry that aims for an adjustment towards a greener and more environmentally related footprint, it is important that projects like this is planned and motivated for an activity with reduced mass transport. There should also be a goal to use as much as possible of the local materials. This place demands on all part of the tunnel industry, but especially on documents that are prepared for use in such projects, as these must, as far as possible, provide a robust basis for the planning and use of local materials.



1 Innledning

Prosjektet E39 Svegatjørn-Rådal, K10 Svegatjørn-Fanavegen (i det videre omtalt som K10) er et av Veidekkes prosjekter som benyttes som case i Kortreist stein.

K10 er en del av ny E39 mellom Svegatjørn i Os kommune og Rådal i Bergen kommune, og Veidekkes kontrakt omfatter Svegatjørn-Fanavegen (veg, tunnel og betong).



Figur 1: Oversiktsbilde over prosjektet E39 Svegatjørn-Rådal [1].



Figur 2 Oversiktskart over prosjektområdet [7].

1.1 Prosjektet i tall

Prosjektet omfatter to tunneler; Skogfjellstunnelen med lengde ca. 1430 m og Lyshorntunnelen med lengde ca. 9160 m. Begge tunnelene bygges med doble løp. Det bygges også en overvannstunnel mellom Hamre og Fanahammeren.

På Hamre etableres det tverrslag for Lyshorntunnelen.

Prosjektet omfatter i tillegg 7 km veg i dagsone Svegatjørn og dagsone Endalausmarka. Arbeidene i dagen omfatter blant annet etablering av høye bergskjæringer.

Totalt er det planlagt å ta ut ca. 1 800 000 fm³ tunnelstein, fordelt på de ulike påhugg og tverrslag. Totalt massebehov (knuste masser) i vegoppbyggingen er ca. 350 000 am³ fordelt på ulike fraksjoner.

Prosjektet startet i 2015 og forventes ferdigstilt for åpning i 2022.



1.1 Prosjektets potensial i sammenheng med Kortreist stein

Både i et miljø- og et ressursperspektiv er bruk av masser å anse som en fordel i store samferdselsprosjekter slik som K10 der det både skal tas ut store volum tunnelstein og anvendes en betydelig mengde stein til vegformål. Bruk av tunnelmassene medfører redusert transport, redusert behov for deponi samt redusert behov for uttak av nye ressurser for å ivareta nødvendig mengde pukk og grus som skal tilbakeføres til tunnelen.

Foreliggende rapport er en del av prosjektet Kortreist stein og tilliggende arbeidspakke H2 Kontrakter, incentiver og forretningsmodeller. Arbeidspakke H2 omfatter blant annet vurdering av ulike kontraktsformer og ulikheter i regelverk og kontrakt. Som nevnt innledningsvis er K10 i Bergen valgt som case. Denne rapporten søker å gi en beskrivelse av hvordan massehåndtering og muligheter for bruk av masser er omtalt i prosjektets grunnlagsdokumentasjon, hvilke forutsetninger som er lagt til grunn samt hvordan prosjektets kontrakt legger til rette for å kunne gjennomføre en optimal massehåndtering. Rapporten søker også å gi en oppsummering av den praktiske gjennomføringen av prosjektet, med eventuelle avvik mellom forutsetninger beskrevet i kontrakt og grunnlagsmateriale, faktiske påtrufne forhold samt summere opp og anbefale tiltak for framtidige prosjekter.

1.2 Prosjektets relevans for Kortreist stein og andre lignende prosjekter

Rapporten er utarbeidet med bakgrunn i tilgjengelig grunnlagsinformasjon fra Veidekke. Dette omfatter i hovedsak geologisk rapport [2], K10s konkurransegrunnlag samt påtrufne forhold under gjennomføringen og erfaringer fra prosjektgjennomføringen. I tillegg er SVVs håndbok N200 Vegbygging lagt til grunn [3]. Foreliggende rapport omfatter ikke beskrivelse av hvordan de lokale massene er håndtert, det vises til egen erfaringsrapport hvor dette er omtalt [4].

Det presiseres at foreliggende rapport er utarbeidet med bakgrunn i prosjektet K10 Svevatjørn-Fanavegen som case, noe som innebærer at beskrivelser og vurderinger i utgangspunktet er prosjektspesifikke. Prosjektet er tilbudt og kontrahert som et helt vanlig vegtunnelprosjekt i Norge med prosesskode og SVVs håndbøker som styrende dokumenter. Videre er prosjektet planlagt og bygget av norske, erfarne konsulenter og entreprenører, og med byggherreoppfølging fra SVV. Det antas derfor at erfaring og lærdom fra dette prosjektet vil være tilsvarende som, og relevant også for andre lignende tunnelprosjekter i Norge.



2 Grunnlagsdokumenter

2.1 Kontrakt og konkurransegrunnlag

I dette kapittelet er det listet opp et utvalg enkeltposter/prosesser fra mengdebeskrivelsen som anses relevante i forhold til spørsmålet om anvendelse av stein fra prosjektet til forskjellige formål, samt beskrivelser av at entreprenøren må vurdere behov for lagerplass for mellomlagring og bearbeiding av steinmassene. Dette er gjennomgående tema i punktene som er tatt med nedenfor.

K10 D1 beskrivelse, prosess 25.7 Myr og andre ubrukbare masser, spesiell beskrivelse pkt. a:

"Entreprenøren skal selv skaffe og/eller inngå avtaler om arealer for mellomlager dersom det ikke er tilstrekkelig plass innenfor anleggsområdet".

K10 D1 beskrivelse, prosess 26 Masseflytting av sprengt stein pkt. a: "Entreprenøren må selv vurdere eventuelle behov for mellomlagring av masser innenfor det som tillates på anlegget eller på områder til egen disposisjon, og inkludere kostnadene for dette i enhetsprisen".

K10 D1 beskrivelse prosess 31.1 Sonderboring ved Slaghammerboring, spesiell beskrivelse pkt. a:

"Omfatter også levering av kvalitetskontrollerte MWD-data".

K10 D1 prosess 32.2 Opplasting i tunnel, transport og utlegging, pkt. a: "Entreprenøren må selv vurdere eventuelle behov for mellomlagring av masser innenfor det som tillates på anlegget eller på områder til egen disposisjon, og inkludere kostnadene for dette i enhetsprisen".

K10 D1 prosess 32.21 Steinmasser fra stuff til tunnelmunning, spesiell beskrivelse, pkt. a: "Omfatter også kvalitetskontroll, sortering og dokumentasjon av at steinkvaliteten er god nok til at knuste og sorterte masser oppfyller fastsatte kvalitetskrav under de aktuelle prosessene der entreprenøren vil bruke masser fra tunnelen".

K10 D1 prosess 32.221 Steinmasser fra tunnelmunning til fylling i linjen, pkt. a: «Omfatter transport regnet fra tunnelmunning til fylling i linjen, inkludert tipping, utlegging og komprimering. Omfatter også bearbeiding av massen til aktuell bruk som sortering, pigging, mv.»

K10 D1 prosess 52.31 Frostsikringslag av sand, grus eller steinmaterialer, spesiell beskrivelse pkt. c:

"Steinmateriale til frostsikringslag skal bearbeides ved grovknusing i en kontrollert produksjon for å tilfredsstille kravet til maksimal steinstørrelse".

K10 D1 prosess 54 Bærelag av mekanisk stabiliserte materialer pkt. a: «Entreprenøren må selv vurdere eventuelle behov for mellomlagring av masser innenfor det som tillates på anlegget.....»

2.2 Geologisk rapport

Rapporten "Geologi, E39 Sveгатjörn-Rådal. K10 Sveгатjörn-Fanavegen" (i det videre omtalt som geologisk rapport) er en del av prosjektet K10s konkurransegrunnlag og gir en beskrivelse av geologiske forhold langs traseen [2]. Det er innledningsvis beskrevet at geologisk rapport baserer seg delvis på utførte undersøkelser og rapporter fra tidligere planfaser, samt delvis på supplerende undersøkelser utført i forbindelse med detaljprosjekteringen.

Geologisk rapport gir en overordnet beskrivelse av de geologiske forholdene man forventer å påtreffes ved gjennomføring av prosjektet. Prosjektet ligger i et geologisk område tilhørende den geologiske formasjonen som kalles Bergensbuene, som igjen er en del av den Kaledonske fjellkjededannelsen. Den Kaledonske fjellkjededannelsen fant sted for ca. 400 millioner år siden, da platen Nord-Amerika støtte sammen med Europa. Denne kollisjonen medførte at platene ble skjøvet sammen og det ble dannet en fjellkjede som er en av de største som har eksistert i jordens historie. I



denne forbindelsen ble det gamle grunnfjellet presset nedover, og eldre havbunnskorpe ble skjøvet østover og la seg på toppen som skyvedekker. I Norge finner man igjen den Kaledonske fjellkjeden fra Jæren i sørvest til Tana i nordøst. Geologisk innebærer dette en stor variasjon i bergmasseforhold, med sterkt deformerte og omvandlede bergarter som er forskjøvet, foldet opp og stedvis også slitt ned. Geologisk rapport beskriver at Skogafjelltunnelen og søndre del av Lyshorntunnelen domineres av omdannede sedimentære og vulkanske bergarter, mens nordre del av Lyshorntunnelen ligger i anortositt.

Det er i geologisk rapport beskrevet at det foreligger relativt stor usikkerhet i de geologiske kartene, både når det gjelder bergartsgrenser og bergartsbeskrivelse. Dette innebærer at det også foreligger usikkerhet knyttet til hvor bergartsgrensene vil skjære tunnelene og hvordan dette vil påvirke anvendelsen av tunnelsteinen.

Videre beskriver geologisk rapport at det i hovedsak finnes to typer svakhetssoner i området;

- soner langs bergartens skifrihet/foliasjon.
- forkastninger og sprekkesoner som skjærer bergartens skifrihet/foliasjon.

I det videre er soner langs bergartens skifrihet/foliasjon beskrevet som små soner, mens forkastninger og sprekkesoner som skjærer bergartens skifrihet/foliasjon er beskrevet som store soner. Geologisk rapport beskriver også at det er betydelig usikkerhet knyttet til sonenes forløp og karakter.

For Skogafjelltunnelen (total lengde ca. 1 435 m pr. løp) er det beskrevet at tunnelen trolig vil krysse 11 små soner, hvor sonene antas å ha en mektighet på 2-10 m. I tillegg forventes Skogafjelltunnelen å måtte krysse én tilsvarende sone, bare med mer ugunstig skjæringsvinkel, noe som trolig vil påvirke tunnelstabiliteten over en vesentlig lengre strekning. Ifølge geologisk rapport forventes Lyshorntunnelen å ville krysse ca. 5 store og 57 små svakhetssoner.

Videre er det i geologisk rapport gjort en fordeling av bergmassekvalitet, hvor det er antatt at 23,4% av Skogafjelltunnelen og 14,4% av Lyshorntunnelen vil gå gjennom områder med bergmasse hvor Q-verdi er mindre enn 1 (dvs. bergklasse E, F og G).

Det presiseres at beskrivelsene i geologisk rapport vedrørende bergmassekvalitet i hovedsak er knyttet til ingeniørgeologiske forhold og behov for bergsikring. En bergmasses Q-verdi uttrykker kvaliteten av berggrunnen med hensyn til stabilitet i tunneler og bergrom, hvor bergmasse med lav Q-verdi omfatter dårlig stabilitet og behov for tyngre bergsikring og høy Q-verdi omfatter bergmasse med god stabilitet og behov for mindre bergsikring. Beskrivelsene i geologisk rapport knyttet til bergmassekvalitet er derfor ikke direkte overførbare til anvendbarheten av tunnelmassene. Selv om en bergmasse har lav Q-verdi som tilsier en høy grad av bergsikring, kan bergmassen likevel ha gode mekaniske egenskaper. Tilsvarende kan bergmasse med høy Q-verdi ha dårlige mekaniske egenskaper. Geologisk rapport beskriver kun kort i kapittel 4.4 Anvendbarhet av sprengstein til veg-/utfyllingsformål og at det ikke er foretatt prøvetaking eller laboratorietesting av tunnelsteinens anvendbarhet til vegformål. Det er i det videre beskrevet at "*Vi antar at sprengstein fra tunnelene vil være godt egnet til de fleste formål i forsterkningslag. Vi antar at tunnelstein i stor grad også vil være brukbar i bærelag*".

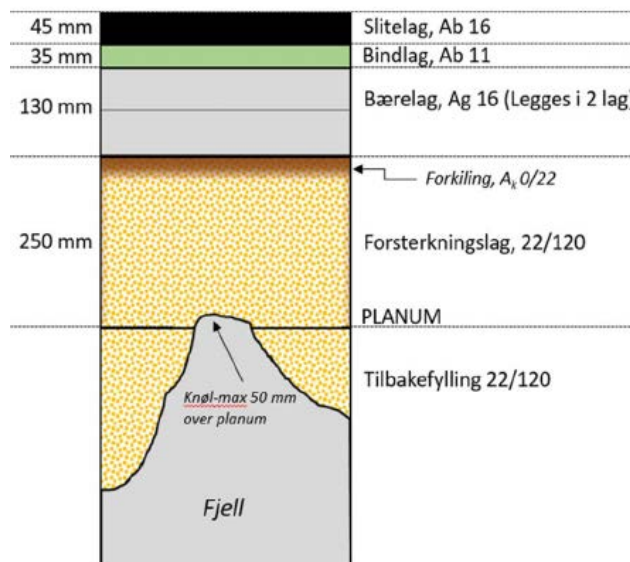
Innledningsvis i geologisk rapport er beskrevet at "*Det forutsettes at entreprenøren gjør sine egne tolkninger og vurderinger ut fra rapportens innhold, og ut fra egne erfaringer*". Prosjektet Kortreist stein påpeker at dette er grunnlaget tilbydende entreprenører skal vurdere hvorvidt tunnelmassene er egnet eller ikke til ulike formål for anvendelse i prosjektet. Samtidig skal tilbydende entreprenører forsøke å prise en slik anvendelse eller ikke, noe som det er lett å forstå ikke nødvendigvis er enkelt.



2.3 Gjeldende regelverk, håndbok N200 Vegbygging

Krav til vegoppbygging er gitt i Statens vegvesens håndbok N200 [3]. Denne håndboken ble revidert i 2018 [5], men det er versjonen datert juni 2014 som er gjeldende i dette prosjektet.

Det er i Figur 3 vist hvordan vegoppbyggingen skal utføres. Det foreligger ulike kvalitetskrav til de ulike lagene. Som beskrevet i geologisk rapport og gjengitt i kapittel 2.2 er sprengtstein fra tunnelen vurdert å være godt egnet til de fleste formål i forsterkningslaget og i stor grad også i bærelaget.



Figur 3 Kvalitetskrav til vegoppbygging (Veidekke)

Kontroll av	Frostsikr. lag	Forsterkningslag ¹⁾			Mek. stab. bærelag			Bærelag av bitumenstabiliserte materialer						Gjb I Gjb II	
	S/G/P/K	G	P/K	Gk	Fk	Fp	Ag	Ap	Pp	Eg	Ep	Sg	Bg		Ak
Materialegenskaper															
- Los Angeles-verdi		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
- flisighetsindeks				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
- mølleverdi ²⁾		(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X	X	X	X	X		
- micro-Deval-koeffisient ³⁾		X	X	X	X	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)		
- andel knuste korn				X			X	X	X	X	X	X	X		
- bindemiddelkvalitet							X	X	X	X	X	X	X		
- sammensetning (inkl. renhet)														X ⁴⁾	X ⁵⁾
Korngradering															
- kornfordeling	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
- maks. steinstørrelse	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vannømfintlighet	X	X	X	X	X	X									X
Telefarlighet	X	X	X	X	X	X									X
Bindemiddelmengde							X	X	X	X	X	X	X		
Asfalttemperatur															
- materialproduksjon							X	X							
- utlagt materiale							X	X	X						
Komprimering	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X
Forbruk							X	X	X	X	X	X	X		
Indirekte strekkstyrke										X	X	X	X	X	

- 1) S, G, P og K betyr hhv. sand, grus, pukkk og kult.
- 2) Parentes angir at mølleverdien tillates brukt i produksjonskontrollen som et alternativ til kontroll med micro Deval, men micro-Deval skal benyttes ved typeprøving/deklarasjon. Sammenheng micro-Deval og kulemølle må etableres. (Om korrelasjon mellom metodene, se også vedlegg 3.)
- 3) Parentes angir at dersom det foreligger resultater fra micro-Deval testing kan disse benyttes i stedet for kulemølleverdier både for typeprøving og produksjonskontroll. Se Vedlegg 3.
- 4) Se pkt 622.4
- 5) Se pkt 522.12

Figur 4 Kvalitetskrav, frostsikringslag, forsterkningslag og bærelag ([3] figur 520.1).



Kvalitetskrav til frostsikringslag, forsterkningslag og bærelag er vist i Figur 4. Som det framgår her stilles det ingen krav til materialegenskaper for frostsikringslag, kun krav til korngradering (i form av kornfordeling og maks steinstørrelse), vannømfintlighet, telefarlighet og komprimering.

Forsterkningslag skal etableres med kult i fraksjon 22/120. Tilsvarende fraksjon skal også nyttes under planum, men her er det ikke satt noen krav til mekanisk styrke. I forsterkningslaget stilles det krav til kornkurve og mekanisk styrke (i hovedsak Los Angeles-verdi og Micro-Deval). Håndbok N200 beskriver i sin figur 522.1, gjengitt i Figur 5 nedenfor, krav til forsterkningslag, ferdig utlagt.

Krav til	Kvalitetskrav				Kontrollomfang Min. 1 prøve for hver påbegynt mengdeenhet ⁵⁾
	Krav		Toleranser ⁴⁾	Maks. avvik	
	Verdi	Kategori			
Alle materialer, mekanisk styrke					
Los Angeles-verdi, ⁵⁾	≤ 35 ²⁾	LA ₃₅			10 000 m ³ ⁵⁾
Micro-Deval-verdi, ⁵⁾	≤ 15	MoE15			10 000 m ³ ⁵⁾
Grus og samfengt pukk, korngradering					
Maks. andel overstørrelse	20 %	G _A 80	20 %	-3 %	1000 m ³ ⁶⁾
Graderingstall Cu	≥ 15 ¹⁾				1000 m ³ ⁶⁾
Maks. andel mat. < 63 µm (av hel prøve) avhengig av sortering:					1000 m ³ ⁶⁾
0/22	≤ 7 %	f7	20 %	+2 %	
0/32 og 0/45	≤ 5 %	f5	20 %	+2 %	
0/63 og 0/90	≤ 3 %	f3	20 %	+2 %	
Største steinstørrelse	2/3 av lagtykkelse, maks. 125 mm				1000 m ³ ⁶⁾
Pukk/kult, korngradering					
Maks andel overkom	20%		20 %	+5%	1000 m ³ ⁶⁾
Maks andel underkom - pukk	20%		20 %	+5%	1000 m ³ ⁶⁾
Maks. andel mat. < 63 µm (av matr. < 22,4 mm)	≤ 7 % ⁷⁾		20 %	+2 %	1000 m ³ ⁶⁾
Største steinstørrelse målt som største sidekant	2/3 av lagtykkelse ³⁾ maks. 380 mm		20 %	30 mm	1000 m ³ ⁶⁾
Min. andel < D/2	20 %				1000 m ³ ⁶⁾
Maks. andel < D/2	70 %				1000 m ³ ⁶⁾

1) Cu ≥ 10 kan benyttes for atkomstveger.

2) For atkomstveger, P-plasser og G/S-veger kan materialer med LA ≤ 40 benyttes.

3) Største steinstørrelse skal ikke overstige 1/3 lagtykkelse ved bæreevnegruppe 4 eller dårligere.

4) Maks. antall prøver utenfor krav (20 % tilsvarer 1 av 5 prøver utenfor krav).

5) Minstekrav til kontrollomfang kan ansees oppfylt av produsentens produksjonskontroll forutsatt at denne er utført i henhold til aktuell standard, og materialet hentes fra en forekomst med kjent og stabil kvalitet.

6) Prøver for korngradering skal tas på veg.

7) Finstoffet (matr < 0,063 mm) regnes av andel matr. < 22,4 mm for pukk/kult og grovere materialer. Kravet gjelder når materialet > 22,4 mm er mettet med subbus, dvs. når det ikke er et åpent steinskjelett.

8) Micro-Deval er referansemetoden som benyttes ved deklarasjon og dersom det oppstår tvil om materialet oppfyller kravene. Mølleverdi (A_N) kan benyttes ved løpende driftskontroll. A_N < 19 gir normalt en akseptabel indikasjon om at kravet er overholdt.

9) Dersom tilslag hentes fra veglinje/sidetak skal hvert nytt uttakssted vurderes som en egen forekomst dersom ikke uttaksstedene er vurdert som ensartede av geolog.

Figur 5 Krav til forsterkningslag, ferdig utlagt ([3] figur 522.1)

I utgangspunktet angir håndboka et kontrollomfang for materialenes mekaniske styrke med minimum én prøve for hver påbegynte 10 000 m³. Det er her verdt å merke seg kommentar 5 i Figur 5; at materialet hentes fra en forekomst med kjent og stabil kvalitet. Håndboka gir ingen beskrivelse av hvilket kontrollomfang det bør legges opp til dersom det benyttes lokale masser.

Tilsvarende krav finnes for knuste masser (grus og fjell) til bruk i bærelag. Dette er gjengitt i Figur 6. Kontrollomfang er ved mekaniske egenskaper satt til minimum én prøve for hver påbegynte 5 000 m³. Kommentar 3 i Figur 6 gir en noe mer utdyping av kontrollomfanget for materialet til bærelag, sammenlignet med materiale til forsterkningslag (Figur 5). Her er det beskrevet at "Produsentens produksjonskontroll i henhold til aktuell standard kan brukes dersom materialet tas fra en forekomst med kjent og stabil kvalitet. Dersom tilslaget tas fra skjæringer eller sidetak skal det foreligge dokumentasjon fra hver av dem dersom ikke geolog har bedømt dem som like".



Krav til	Kvalitetskrav		Kontrollomfang ²⁾
	Verdi	Kategori	Min. 1 prøve pr. påbegynt mengdeenhet
Knust grus (Gk) og knust fjell (Fk)			
Los Angeles-verdi	≤ 35	LA ₃₅	5000 m ³ ³⁾
Micro-Deval-verdi	≤ 15 ⁷⁾	M _{DE} 15 ⁶⁾	5000 m ³ ³⁾
Mølleverdi	⁷⁾	⁷⁾	5000 m ³ ³⁾
Filsighetsindeks	≤ 35	FI ₃₅	5000 m ³ ³⁾
Andel knuste korn (NS-EN 13242)	C _{50/30} ¹⁾		2500 m ³ ³⁾
Korngradering for følgende sorteringer d/D (mm): 0/32, 0/45, 0/63 Maksimum finstoffinnhold (matr. < 63 µm) ⁵⁾	Figur 523.2 (Gk) Figur 523.4 (Fk)		500 m ³ ⁴⁾
Sortering 0/22	≤ 7 %	f ₇	500 m ³ ⁴⁾
Sortering 0/32 og 0/45	≤ 5 %	f ₅	500 m ³ ⁴⁾
Sortering 0/63	≤ 3 %	f ₃	500 m ³ ⁴⁾
Maks. andel overstørrelser (materiale > D)	15 %	G _{A85}	500 m ³ ⁴⁾

- 1) For knust fjell kan kravet ansees oppfylt uten ytterligere dokumentasjon.
- 2) Kontrollomfanget halveres (1 prøve pr. 50 m) for vegtype S og A.
- 3) Produsentens produksjonskontroll i henhold til aktuell standard kan brukes dersom materialet tas fra en forekomst med kjent og stabil kvalitet. Dersom tilslaget tas fra skjæringer eller sidetak skal det foreligge dokumentasjon fra hver av dem dersom ikke geolog har bedømt dem som like.
- 4) Prøver for korngradering, finstoffinnhold og overstørrelse skal tas på veg. Se også reglene om maks. antall kryssinger av stiplede linjer i figur 523.3/523.5.
- 5) Finstoff (matr. < 63 µm) regnes av hele kornkurven (total prøve).
- 6) For veger med ADT < 300 er kravet M_{DE}20.
- 7) Mølleverdi kan benyttes i stedet for Micro-Deval ved driftskontroll. Sammenheng skal da etableres mellom bestemt micro-Deval-koeffisient og mølleverdi. Resultater fra kulemølletest vil derfor kunne aksepteres som dokumentasjon ved driftskontroll/produksjonskontroll (ikke typeprøving).

Figur 6 Materialkrav og kontrollomfang til knust grus (Gk) og knust fjell (Fk) ([3] figur 523.1)

Som det framgår av SVVs håndbok N200 stilles det krav til både egenskapene og kontrollomfanget på materialene som skal benyttes til vegoppbygging. Håndboka gir derimot ingen tydelige føringer for hvilket kontrollomfang som skal benyttes ved bruk av lokale masser, noe som gir utførende entreprenør en utfordring med å kunne dokumentere massenes egnethet.

2.4 Oppsummering

Statens vegvesens håndbok N500 Vegtunneler [6] beskriver hvilke undersøkelser som skal utføres og hvilke momenter som skal beskrives i forbindelse med utarbeidelse av geologiske rapporter for tunnelprosjekter. Ingeniørgeologisk rapport for K10 ble utarbeidet i 2014, og er derfor utarbeidet med bakgrunn i N500 fra 2014. Håndbok N500 ble revidert i 2016, og i forbindelse med denne revisjonen ble det blant annet tatt inn krav om at geologisk rapport skal beskrive resultater fra utførte kvalitetsanalyser av steinmaterialer og massenes egnethet med tanke på bruk i vegoppbygging. I forbindelse med utarbeidelse av geologisk rapport er det ikke utført slike kvalitetsanalyser. Prosjektets grunnlagsdokumenter gir ingen dokumenterte svar på massenes egnethet for bruk, utover at det er antatt at tunnelmassene vil være godt egnet til de fleste formål i forsterkningslag samt brukbare i bærelag.



3 Erfaringer fra prosjektgjennomføringen

Det har ved gjennomføringen av tunneldrivingen i dette prosjektet vist seg å være unøyaktigheter i foreliggende geologiske grunnlag, spesielt med tanke på bergartsgrenser og bergartsbeskrivelser. Varierende geologiske forhold har ført til en rekke utfordringer ved gjennomføring av prosjektet knyttet til en ressursvennlig anvendelse av tunnelsteinen.

De viktigste utfordringene har i hovedsak dreid seg om følgende:

- Bergmassekvalitet og muligheter for bruk av masser.
- Areal for masselagring.
- Sortering og bearbeiding av masser.
- Vesentlig større vannmengder har ført til langt flere runder med injeksjoner.

3.1 Påtrufne, virkelige bergmasseforhold

De mekaniske egenskapene (LA-verdi og Micro-Deval) i tunnelmassene har vist seg å være vekslende og uforutsigbare. Basert på geologisk rapport la entreprenøren til grunn at majoriteten av tunnelmassene skulle overholde krav til bruk i forsterkningslag, men at enkelte svake soner måtte påregnes. Omfattende testing av de mekaniske egenskapene under driving viser derimot at første halvdel av Lyshorntunnelen drives gjennom soner der tunnelstein ikke overholder mekaniske krav, og at det heller unntaksvis er noen gode soner. Entreprenøren har derfor vært avhengig av et tett testregime for å sikre ivaretagelse og foredling av de «gode» massene til bruk i forsterkningslag. Det er viktig å presisere at tunnelstein som ikke overholder krav til mekaniske egenskaper også har blitt foredlet og brukt lengre nede i vegoppbyggingen (under planum) der det ikke er samme kvalitetskrav. Andelen av disse massene er større enn mengden som blir brukt i forsterkningslaget.

Den andre halvdel av Lyshorntunnelen, intervallet fra tverrslaget på Hamre til Rådalen, viser i hovedsak tunnelstein med gode nok mekaniske egenskaper. Før gjennomslag har derfor entreprenøren måtte frakte både ferdigvarer og tunnelstein fra dette intervallet til bruk i forsterkningslaget.

Større vannmengder enn forventet med tilhørende flere runder med injeksjon er i utgangspunktet ikke relevant i denne sammenheng. Punktet er likevel tatt med, da økt omfang av injeksjon påvirket prosjektets framdrift og tilgang på tunnelstein til knuste masser.

3.2 Tilgang på deponi og lokale lagringsmuligheter

Hovedutfordringen med bergmassens varierende og uforutsigbare kvalitet har vært at entreprenøren til enhver tid har vært nødt til å ha to tilgjengelige og separate tunneltipper for sortering i henhold til kvalitet. Tett monitorering av kvalitet (mekaniske tester) var helt avgjørende for ikke å få blandet "god" og "dårlig" tunnelstein. Også logistikkmessig har dette vært svært krevende å gjennomføre da det har vært døgkontinuerlig driving og mange ledd involvert.



3.3 Påvirkning på tunnelmassene fra drivingen

Som et resultat av utfordringene beskrevet ovenfor har entreprenøren opparbeidet seg god kompetanse på flere områder som listet opp nedenfor. Dette er positive erfaringer som man kan ta med seg til tilsvarende prosjekter i framtiden.

- Kontinuerlig monitorering av boredata (MWD). Det er funnet god korrelasjon mellom MWD-data og mekaniske tester, noe som har gitt mulighet for å prioritere tunnelmasser i forhold til kvalitet før utkjøring.
- Etablering og drift av eget laboratorium for mekanisk testing gir, kombinert med MWD-data, et solid beslutningsgrunnlag for bruk av tunnelstein.
- Bruk av droner til beregning av lagervare og størrelse på tunneltipper.

3.4 Oppsummering

Det viktigste styrings- og planleggingsverktøyet som aktørene i prosjektet har med hensyn på hvordan tunnelsteinen skal håndteres, er den geologiske rapporten. Dette setter imidlertid krav til at geologisk rapport er detaljert nok og inneholder informasjon om forhold som er knyttet til bruk av tunnelstein. Det er derfor påkrevet grundig og detaljert geologisk kartlegging samt testing av kvalitetsparametere på representative prøver, både antall og lokalitet. Det vil være utenkelig at geologisk rapport representerer de geologiske forholdene komplett, og at det ikke oppstår avvik, det er en del av risikobildet, men mangelfull geologisk rapport er et dårlig styringsverktøy.

Gjennom prosjektet har entreprenøren utarbeidet et omfattende system for prøvetaking og kvalitetskontroll på tunnelmassene, blant annet gjennom etablering av egen lab hvor det er utført i overkant av 300 tester. Dette, sammen med monitorering av boredata (MWD), systematisk kartlegging og prøvetaking samt prioritering av masser, har prosjektet lagt ned et stort arbeid for å dokumentere og vurdere tunnelmassenes egnethet til ulike bruksformål.



4 Diskusjon

Det er i kapittel 2.1 gjengitt de enkeltposter/prosesser fra mengdebeskrivelsen som anses relevante i forhold til spørsmålet om anvendelse av tunnelstein fra prosjektet. Teksten i disse prosessene sammenholdt med opplysninger og vurderinger i geologisk rapport, som er en del av konkurransegrunnlaget, tilsier at det er naturlig å anta at tunnelsteinen var tenkt å kunne benyttes til ulike formål i vegoppbyggingen. Som en følge av dette foreligger det behov for mellomlagring og bearbeiding av tunnelmassene.

Med bakgrunn i det som fremkommer i geologisk rapport, konkurransegrunnlaget, kontraksbestemmelsene og gjennom samtaler og intervju med entreprenørens prosjektledelse om erfaringer fra dette prosjektet, har man kommet til noen momenter som anses som relevante for å lykkes med bruk av tunnelmasser;

- Planlegging/prosjektering
- Kontrakt/konkurransegrunnlag

Selve grunnideen med kortreist stein er mest mulig bruk av tunnelstein i prosjektet. Momentene som legges fram her anses som relevante og nødvendige for å kunne gjennomføre et prosjekt med dette konseptet som mål. Et suksesskriterium for konseptet kortreist stein omfatter **forståelse og forankring i alle ledd i organisasjonen**, både hos byggherre og entreprenør.

4.1 Planlegging/ prosjektering for bruk av tunnelstein

Grunnundersøkelser/geologiske undersøkelser synes å være viktig for å kunne gi en så god beskrivelse av bergmasseforholdene som mulig og dens egnethet for bruk. Grunnundersøkelsene bør være av et slikt omfang at det med bakgrunn i disse kan gis en **realistisk vurdering av forventet steinkvalitet**. Dette gir informasjon som er svært avgjørende for hvordan entreprenøren kan planlegge og prise arbeidet knyttet til håndtering av tunnelsteinen.

Mangelfulle grunnundersøkelser og beskrivelser av forventede bergmasseforhold er forhold som ofte danner grunnlag for diskusjon mellom entreprenør og byggherre. Dette være seg for lite grunnundersøkelser og/eller for dårlige eller for upresise beskrivelser av de bergmasseforhold man kan forvente å påtreffe under driving. Som for dette prosjektet, hvor kontrakten er utarbeidet som en enhetspriskontrakt, er det spesielt viktig at beskrivelsene er gode nok til å gi tilbyderne tilstrekkelig bakgrunnsinformasjon. I tilbudsfasen er tiden ofte begrenset, og det er lite eller ingen mulighet for en entreprenør til å utføre egne undersøkelser for å øke kunnskapen om bergmasseforholdene. Man er derfor avhengig av å ha et godt geologisk grunnlagsmateriale å bygge på når bruken av tunnelsteinen skal vurderes.

Grunnundersøkelser og tilhørende vurdering av forventet steinkvalitet danner også grunnlaget for å kunne gjøre et realistisk anslag på omfanget tunnelstein som skal brukes, og derav en tilstrekkelig vurdering av **nødvendig areal** for sortering, håndtering og bearbeiding av tunnelstein. Nødvendig arealbehov må innarbeides i reguleringsplanen for prosjekter. Å få til reguleringsendringer underveis i prosjektet kan være tidkrevende og konfliktfylt. Dette bør derfor være fastlagt før prosjektet igangsettes. Tilstrekkelig tilgjengelig areal er også en forutsetning for å kunne håndtere og bruke tunnelmassene. For lite areal kan resultere i at gode tunnelmasser må deponeres og nye masser kjøpes fra eksterne pukkverk da det ikke foreligger tilstrekkelig plass for å bearbeide utsprengte tunnelmasser i prosjektene.



Momentene knyttet til forventet steinkvalitet og nødvendig areal er linket til hverandre på flere måter. Med lite/mangelfull informasjon om forventet steinkvalitet er det også utfordrende å avgjøre hvor mye areal som vil være nødvendig i prosjektet. Dersom rammebetingelsene endres ved utførelse, eksempelvis ved at steinkvaliteten varierer mer enn forutsatt, genererer dette et økt behov for riggplass for blant annet sortering av tunnelmasser samt lagring av "gode" og "dårlige" masser. Et godt utarbeidet konkurransegrunnlag med realistiske vurderinger og anslag av forventede påtrufne forhold er derfor svært viktig for at tilbydende entreprenører kan være i stand til både å planlegge og prise arbeidene på en god måte.

4.2 Kontrakt/Konkurransegrunnlag med fokus på Kortreist stein

Prosjektet K10 Svegatjørn - Rådal er en utførelsesentreprise etter NS 8406, og med Statens Vegvesens Spesielle kontraktsbestemmelser i tillegg. Geologisk rapport er en del av konkurransegrunnlaget. Vurderingsdelen av geologisk rapport for prosjektet K10 beskriver at tunnelstein i stor grad vil være egnet til forsterkingslag og bærelag i prosjektet. Samtidig sies det at entreprenøren må gjøre sine egne tolkninger og vurderinger ut fra rapportens innhold og ut fra egne erfaringer.

I en beskrevet entreprise etter NS 8406 er det Byggherren som skal stå for planlegging og prosjektering og fremskaffe nødvendig grunnlag for utførelse av arbeidet. Som beskrevet ovenfor, er det i slike enhetspriskontrakter spesielt viktig av beskrivelsene er gode nok til å gi tilbyderne tilstrekkelig bakgrunnsinformasjon slik at prosjektet kan planlegges og prises på en god måte og at ikke risikofordelingen blir forskjøvet.

Ansvarsforhold og kontraktsform er viktige, men ikke avgjørende momenter for å kunne gjennomføre et tunnelprosjekt med størst mulig bruk av tunnelstein. I utgangspunktet kan konseptet kortreist stein gjennomføres med utgangspunkt i alle kontraktsformer. Dette forutsetter imidlertid at det i kontrakten beskrives og legges til rette for at tunnelstein skal brukes. Videre forutsetter dette, som beskrevet ovenfor, at det er gjennomført tilstrekkelige undersøkelser slik at man i størst mulig grad har gode anslag over forventede bergmasseforhold og steinkvalitet på massene som tas ut.

I en enhetspriskontrakt slik som for K10 er det byggherren som står ansvarlig for prosjektering. Dette innebærer at entreprenørene er avhengig av at beskrivelsene gir tilstrekkelig bakgrunnsinformasjon til å kunne prise arbeidene på en god måte. En entreprenør har i tilbudsfasen begrenset tid til rådighet, og i hovedsak er mulighetene for å innhente ytterligere informasjon knyttet til å stille åpne spørsmål til byggherren. Tilbyderne (entreprenører) har sjelden tid til å eksempelvis gjennomføre egne grunnundersøkelser i tilbudsfasen. Det må antas at en entreprenør som stiller forbehold med bakgrunn i noe som anses som mangelfullt grunnlag, ville blitt forkastet.

Erfaringer viser at det vil gagne prosjekter av denne typen, både for byggherre og entreprenør, at grenseoppgangen for ansvarsforhold blir mer entydig, og at ansvaret legges på den part som har mest kunnskap om prosjektet. I enhetspriskontrakter er dette byggherren. Det forventes at graden av konflikter i prosjekter reduseres dersom forundersøkelser, prosjektering og planlegging gjennomføres på et detaljnivå som gir nødvendig kunnskap for utarbeidelse. Lærdom fra K10 tyder på at gjennomføringsfasen vil framstå som enklere, dersom bergmasseforhold og steinkvalitet er mer forutsigbart.

I en totalentreprise eller andre kontraktstyper som for eksempel samspillkontrakt, vil partene mer åpent i planleggings- og prosjekteringsfasen kunne diskuteres forskjellige løsninger før prosjektet blir



igangsatt. Gjennom denne prosessen kan man identifisere løsninger og mulighetsrom som begge parter er omforent om med tanke på å anvendelse av tunnelsteinen.

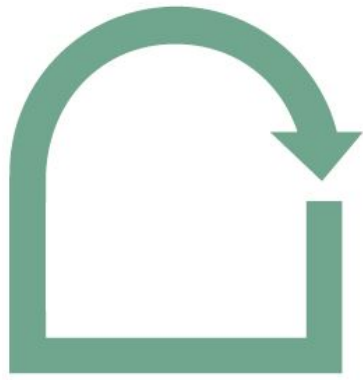
For en anleggsbransje som etterstreber en omstilling mot et grønnere fotavtrykk er det viktig at det legges opp og motiveres for en aktivitet med så lite massetransport som mulig og så stor bruk av tunnelstein som faglig forsvarlig. Dette setter krav til alle parter, men spesielt til dokumenter som utarbeides for bruk i slike prosjekter, da disse må så godt det lar seg gjøre gi et robust grunnlag for planlegging og anvendelse av kortreist stein.



5 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «E39 Svegatjørn-Rådal,» [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/e39svegatjornradal>.
- [2] Statens vegvesen Region vest, ressursavdelinga, geo- og skredseksjonen, «Geologi, E39 Svegatjørn – Rådal. K10 Svegatjørn – Fanavegen. Rapport for konkurransegrunnlag. Rapport nr. 2010020778-20,» Datert 2014-11-15.
- [3] Statens vegvesen/Vegdirektoratet, «Håndbok N200 Vegbygging,» Datert juni 2014.
- [4] T. Rise, L. Hovland og R. Steinsland, «Håndtering av lokale masser ved Veidekkes prosjekt E39 Svegatjørn-Rådal, K10 Svegatjørn-Fanavegen, erfaringsrapport,» Datert 2019-09-26.
- [5] Statens vegvesen/Vegdirektoratet, «Håndbok N200 Vegbygging,» Datert juli 2018. [Internett].
- [6] SVV, «Håndbok N500 Vegtunneler,» November 2016.
- [7] Statens vegvesen, «K10 Svegatjørn -Fanavegen, informasjonsmøte 27.10.14,» [Internett]. Available: https://www.vegvesen.no/_attachment/713903/binary/996936?fast_title=K10+Svegatj%C3%B8rn-Fanavegen%2C+Kari+Bremnes+27.10.14.pdf.





KORTREIST STEIN



Statens vegvesen



HORDALAND
FYLKESKOMMUNE



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
- NGU -



BERGEN
KOMMUNE

Multiconsult



asplan viak

BANE NOR

NTNU



SINTEF

 **Forskningsrådet**

Støttet av Norges forskningsråd

