SINTEF Community
Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Foretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

Notat

Sudurøytunnelen
Risikovurdering av aspekter knyttet til byggeperioden

VERSJON
01

DATO
2023-11-10

FORFATTER(E)
Eivind Grøv

OPPDRAGSGIVER(E)
SuTu

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE
Teitur Samuelsen og Einar Brimnes

PROSJEKTNUMMER
102029363

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
8 sider + 2 stk vedlegg

Sammendrag
Foreliggende notat summerer opp en kvalitativ risikovurdering som SINTEF har utført for prosjektet SuTu på Færøyene basert på diskusjoner og innspill fra flere møter i en serie knyttet til dette temaet. SuTu blir en ca. 23 km lang undersjøisk vegtunnel der om lag 18,5 km blir tunnel under sjøen, det øvrige er tilkomst til portaler på henholdsvis Sudurøy og Sandøy.

Tunnelen vil bygges med tilgang fra hver portal og med såkalt én-stuffs drift fra hver side til gjennomslag omtrent midt på tunnelstrekningen om tunneldrivingen går nært like godt på hver side. Det er overveiende sannsynlig at tunnelen blir drevet med konvensjonell boring & sprengning, og det er derfor ikke gjort risikovurdering for andre drivemetoder.

Vedlagt foreliggende notat ligger en vurdering av risikoelementer, mulige tiltak som kan implementeres for å redusere risikoen og så en risiko knyttet til det gitte elementet og med risikoreduserende tiltak. Notatet er basert på erfaringer fra gjennomførte prosjekter, både over og under sjø, samt generelle erfaringer knyttet til det samme, og fremkommet gjennom diskusjoner i en serie med møter med byggherre, konsulenter og rådgiver.

UTARBEIDET AV
Eivind Grøv

SIGNATUR
Eivind Grøv

GODKJENT AV
Sindre Log

SIGNATUR
Sindre Log
Digitally signed by Log Sindre
Date: 2023.11.10 14:28:02 +01'00'

PROSJEKTNOTAT NR
[Klikk eller trykk her for å skrive inn

GRADERING
Åpen

COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001

Historikk

VERSJON	DATO	Versjonsbeskrivelse
01	2023-11-10	For distribusjon

Innholdsfortegnelse

1 Bakgrunn, innledning og hensikt 4

2 Kort beskrivelse av elementene som er blitt vurdert 4

3 Hva forteller risikovurderingen oss?.....7

4 Konklusjoner 8

BILAG/VEDLEGG

1. Risikomatrise
2. Notater utarbeidet fortløpende etter hvert møte med ekstern tunnelekspert

1 Bakgrunn, innledning og hensikt

SINTEF har utført på oppdrag fra SuTu (Sudurøytunnelen pf) en risikovurdering for byggeperioden for tunnelen mellom Sandøy og Sudurøy. Denne risikovurderingen er basert på erfaringer som er samlet basert på gjennomføringen av prosjekter på Færøyene som Vagatunnilin, Nordoyatunnilin samt Eysturøy- og Sandoyartunnilin. Foreliggende notat har samlet erfaring også gjennom å avholde møter med personer som har vært involvert i byggingen av flere av ovennevnte tunnelprosjekter både i egen organisasjon samt eksterne, der spesielt innspill fra Leif Tore Tømmerås som er tidligere NCC-ansatt og som har deltatt i alle de fire nevnte tunnelen har vært viktig. Foruten nevnte Tømmerås deltok også representanter fra Byggherren, konsulenten Norconsult, konsulenten LBF og SINTEF. SINTEF fasiliterte møtene og oversendte i forkant av hvert møte innspill til diskusjonene.

Foreliggende notat presenterer risikobildet for SuTu gjennom først en vurdering av ulike elementer under bygging som påvirker risikobildet, forventet sannsynlighet og konsekvens er vurdert ved å benytte et definert oppsett for dette. Så er forslag til tiltak lagt inn og restrisikoen og sannsynligheten for hendelser er så vurdert. Den restrisikoen som man sitter igjen med er den risikoen som prosjektet har med mindre man senere kan identifisere og implementere tiltak som har en ytterligere risikoreduserende effekt.
Foreliggende notat presenterer en oppsummering av de diskusjonene som ble gjort i fellesskap, og om det ikke er en full enighet om alle forhold så er det som er presentert i tabellen og foreliggende notat det som ble diskutert. Etterfølgende hver av de tre digitale møtene som ble avholdt laget SINTEF en oppsummering i form av et notat som ble distribuert blant deltakerne og der disse hadde anledning til å kommentere på oppsummeringen. Alt er samlet i foreliggende notat slik at dette gir en komplett på de risikovurderingene som er blitt utført på dette prosjektet til nå.

Foreliggende risikoevaluering inkluderer ikke risikoer ved alminnelig ferdsel i tunnelen, det håndteres i separate evalueringer og rapporteres separat. Ei heller situasjoner der uautorisert personell og ferdsel tar seg inn i tunnelen under bygging, men dette må en utgå ifra at håndteres med adgangskontroll.

2 Kort beskrivelse av elementene som er blitt vurdert

Selve risikovurderingen er delt i to hoveddeler, eller to typer risikoer om man vil. Der den ene er relatert til generelle risiko-elementer og den andre er spesielle risiko-elementer. Det er valgt en slik grovinndeling da vi har operert med flere mulige metoder for selve tunneldrivingen. I utgangspunktet vil denne tunnelen drives med tradisjonell boring og sprengning slik praksis har vært for de øvrige undersjøiske tunnelene på Færøyene, og også for alminnelige vegtunneler der. Imidlertid har elektrisitetsverket på Færøyene (SEV) drevet tunneler med såkalte tunnelboremaskiner (TBM) og det er gode erfaringer med TBM-driving under de geologiske betingelsene som råder på Færøyene, men vi har ikke inkluderte denne drivemetoden i foreliggende risikovurdering.

Det ble i forbindelse med avholdelse av Referansegruppemøte nr. 19 i regi av EST pf invitert Referansegruppen til å bidra med innspill på utformingen av Sudurøytunnelen. Refereansegruppen leverte gode innspill både til bygging og utforming av prosjektet, men i foreliggende notat har SINTEF valgt å se bort fra disse. Dersom man i senere utvikling av prosjektet Sudurøytunnelen kommer i posisjon

for å eventuelt være nødt til å gjøre signifikante kostnadskutt, kutt som vil medføre at det blir store avvik i forhold til normen. Normen for prosjektet Sudurøytunnelen er Håndbok N500 utgitt av Statens Vegvesen Vegdirektoratet i Norge med tunnel i Klasse B.

Dernest er risikovurderingen delt opp i kategorier, der SINTEF har vurdert følgende forhold som etter vårt skjønn, og som normalt evalueres i slike risikovurderinger, nemlig; geologi, utforming og design, organisasjon og entrepriseformat. Med design her så menes prosjektert løsning, altså tunnelens utforming.

Så er hver av disse kategorien detaljert i ulike risikoelementer, det er vurdert om lag 30 ulike elementer innenfor generelle risikoer, og snaut 20 ulike elementer innenfor spesielle risikoer. Hvert slikt risikoelement er detaljert beskrevet med en prosaisk tekst.

Så er det på empirisk basis gjort en vurdering av hvert slikt risikoelement der SINTEF har gitt risikoelementet en kvalitativ og kvantitativ sannsynlig. Hvert risikoelement er så gitt en konsekvens kvantitativt. Ut fra dette finner vi så en risikoklasse for hvert enkelt risikoelement.

Deretter er det for hvert enkelt risikoelement gjort en vurdering av hvilke tiltak som kan ha en risikoreduserende effekt. Det eller de risikoreduserende tiltak(ene) som er identifisert er så beskrevet detaljert.

Basert på de beskrevne risikoreduserende tiltakene har SINTEF så gjort en evaluering av effektene av risikoreduserende tiltak gjennom en ny vurdering av sannsynligheten (kvalitativt og kvantitativt) for at risikoelementet skal kunne inntreffe og dernest hvilken konsekvens det i så fal kan få for prosjektet.

Avslutningsvis så følger da en revidert risikoklasse for alle de risikoelementene som er behandlet.

Hele oppsettet er basert på et utgangspunkt som SINTEF etablerte, så ble dette debattert og diskutert i prosjektet med deltakere for byggherren, for konsulenten samt de inviterte gjestene som er nevnt over. SINTEF fasiliterte diskusjonene og har så ført alle innspillene inn denne risikoanalysen. Hele vurderingen er å finne som vedlegg til foreliggende notat.

Som utgangspunkt for hele vurderingen ligger det en ett-løps tunnel som er drevet på to stuffer, en fra hver side, ved portaler ved henholdsvis Sandvik på Sudurøy og Djupadali på Sandøy. Tunnelen blir omlag 23 km lang der om lag 18,5 km blir tunnel under sjøen. Man kan forvente at gjennomslag vil finne sted omtrent midtveis mellom de to påhuggene som da tilsvarer ett sted under sjøen forutsatt at oppstart og fremdrift på de to tunnelstuffene er omtrent like.

Det er ikke inkludert en eventuell avgreining fra hovedtunnelen til Skugvøy i foreliggende notat om risikovurdering. Basis for evalueringen er en standard ett-løps tunnel med et ordinært hesteskoprofil. Med utgangspunkt i at det er begrenset med informasjon når foreliggende notat er blitt utarbeidet er det naturlig at noe geologisk risiko finnes i prosjektet. Når den samlede informasjonen fra Jardfeingi (Færøyenes Geologiske Undersøkelser) kommer må man vurdere om det er behov for å justere på elementer i risikovurderingen, som mal her er benyttet den samlede kunnskap fra ulike tunnelprosjekter

på Færøyene, med mest tyngde på erfaringene fra de to siste tunnelprosjektene, Eysturøytunnelen og Sandøytunnelen.

Med basis i normaldrift som beskrevet over, og jevnt fordelt på de to stuffene så vil selve tunneldrivingen pågå i om lag 5-7 år. Da er det benyttet en inndrift fra 35 til 50 meter per uke (min. og maks.) som vi vurderer som et rimelig forventningsspenn og 46 arbeidsuker per år. Dette er kun for selve tunneldrivingen. For installasjonsarbeidene kan man grovt regne 60 - 100 meter per uke, da gir dette ca. 2 – 4 år grovt regnet og som da totalt gir en byggetid som vil pågå over en periode på 8 år ± 1-2 år. Dette er en betydelig byggetid og både teknologiutvikling samt mannskapsutskiftning vil kunne finne sted i dette byggetidsperspektivet. Dette vil gjelde mannskaper hos alle deltakende parter i prosjektet. Dette aspektet er imidlertid ikke inkludert i risikovurderingen da det etter vårt skjønn er et område som er svært vanskelig å se for seg utviklingen på. Det påpekes her slik at man skal være oppmerksomme på dette elementet av risiko som er knyttet til kontinuitetsbæring gjennom byggetiden og også tiden fem til byggestart.

SINTEF har benyttet følgende system for risikovurderingen.

Sandsynlighet i løbet af byggeperioden										
Beskrivelse	Interval	Forventnings-værdi								
				0	1	2	3	4	5	
Svært ofte (mindst en gang per projekt)	> 1	3	5							
Ofte (en gang per 2 til 10 projekter)	0,1 - 1	0,3	4							
Sjelden (en gang per 11-100 projekter)	0,01 - 0,1	0,03	3							
Svært selden (en gang per 101-1000 projekter)	0,001 - 0,1	0,003	2							
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 projekter)	< 0,001	0,0003	1							
Konsekvens personskade					Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte	
Konsekvens omkostninger	Interval				< 1 mio NOK	1-10 mio NOK	10-100 mio NOK	100 mio - 1 mia NOK	> 1 mia NOK	
	Forventningsværdi				0,3 mio NOK	3 mio NOK	30 mio NOK	300 mio NOK	3 mia NOK	
Konsekvens forsinkelse	Interval				< 0,3 dag	0,3 dag - 3 dage	3 dage - 1 måned	1 måned - 1 år	> 1 år	
	Forventningsværdi				0,1 dag	1 dag	10 dage	3 måneder	3 år	

Figur 1. Konsept for evaluering av risikoelementer

3 Hva forteller risikovurderingen oss?

Risikovurderingen forteller først og fremst at det er fullt mulig å forbedre risikobildet for de aller fleste risikoelementene som SINTEF har vurdert. Generelt forbedrer de risikoreduserende tiltakene som er identifisert risikoelementet med minst én klasse, i noen tilfeller sogar med to klasser, skjønt dette siste er mer sjeldent enn det førstnevnte.

For byggherren er det viktig å få belyst hvilke tiltak som er risikoreduserende i forhold eventuelle uhell som kan finne sted, samt å få belyst hvilke tiltak som kan effektueres for å unngå disse. Foreliggende notat gir innspill til dette arbeidet.

Når det gjelder generelle risiko så er det faktisk hele 13 elementer som er funnet å være i den høyeste risikoklassen, altså får fargen rød i tabellen vedlagt. Av disse 13 er kun 2 knyttet til geologiske forhold, 5 er knyttet til utforming og design, 6 er knyttet til organisasjon mens det ikke er noen som er røde som er knyttet til entrepriseformen. Det indikerer at man stor tiltro til at man kjenner på generell basis de geologiske forholdene godt og er fortrolig med disse, med andre ord at man har positiv erfaring med å håndtere ulike geologiske forhold i sin alminnelighet med tunneldriving på Færøyene.

Situasjonen ser imidlertid noe annerledes med tanke på det rent organisatoriske og utformingen og de prosjekterte løsningene som er blitt fremlagt for prosjektet. Det skulle bety at man i prosjektet derfor må være omhyggelig med å velge gode løsninger og etablere en robust prosjektorganisasjon. Spesielt for dette prosjektet er at det ikke er lett å betjene begge tunnelstuffene fra ett prosjektkontor. Det vil kreve at man etablerer prosjektkontor både på Sudurøy og Sandøy, da det tidsmessig er for stor avstand mellom de til å betjenes av ett prosjektkontor. Dette gjelder spesielt geologisk kompetanse som skal følge sonderboring, injeksjon, gjøre kartlegging etc.

Generelt for alle risikoelementene så er det god investering i å være nøye med beskrivelse og oppfølging av prosedyrer, tekniske beskrivelser, arbeidsbeskrivelser, sikre rett utstyrsvalg samt følge opp dette underveis, fra utsendelse av anbudsdokumenter, gjennom en eventuell pre-kvalifisering, oppfølging av tilbud og ikke minst under oppstart tunnelarbeider og den langvarige perioden med tunneldriving. Det er viktig at de forberedende papirarbeidene blir fulgt opp både av entreprenøren selv og også av byggherrens stedlige prosjektstab. Uansett kontraktsform vil slik stedlig oppfølging være viktig.

Med tanke på risikovurderingen av elementer knyttet til valg av entrepriseformat så fant SINTEF ingen røde risiko-klasser. Dog, det er flere oransje, altså nest høyest risikoklasse i denne kategorien. Ved hjelp av god jobbing med preventive tiltak så er SINTEF's oppfatning at det meste innenfor kontrakt kan håndteres og lede til en betydelig risikoreduksjon. Det krever imidlertid at man er grundig med utarbeidelse av kontraktstekster, tidsplaner og milepæler mm slik at det ikke ligger gjemte risikoelementer i noe av dette materialet. Eksempelvis vil klare og entydige tekster, god forståelse, transparent bilde av prosjektet med tanke på mengder, geologi og byggetid eksempelvis være reduserende tiltak som ikke krever spesielt mye, men som gir god effekt.

4 Konklusjoner

Det er blitt gjennomført en prosess i prosjektet SuTu der partene som er involvert i det pågående arbeidet med utarbeidelse av forprosjektet for denne tunnelen har deltatt i en serie med møter for å klargjøre og identifisere risikoelementer og finne måter å håndtere disse. Dette er nedfelt i foreliggende notat som er en oppsummering av disse diskusjonen man har hatt i prosjektet.

På vegne av byggherren SuTu har SINTEF ført det hele i pennen og utarbeidet foreliggende notat. SINTEF skrev også korte referat fra de nevnte diskusjonsmøtene.

Den kvalitative risikoanalysen viser at det er et knippe risikoelementer som er røde og har en høy grad av risiko, men gjennom gode og vel funderte kontraktstekster, anbudsdokumenter, prosedyrer og oppfølging under bygging er det fullt oppnåelig å gjennomføre selv denne lange tunnelen med begrenset risiko som er innenfor det som er håndterbart for prosjektet.

Vedlegg 1. Risikomatrise
Vedlegg 2. Notater utarbeidet fortløpende etter hvert møte med ekstern tunnelekspert

Type risiki	Kategori	Risiko-element	Sannsynlighet	Konse-kvens	Risiko-klasse	Tiltak for å redusere risiko	Sannsynlighet etter tiltak	Konsekvens	Risikoklasse revidert
Generelle risiki	Uventede forkastninger Geologi ell. Svakhets-soner/svak-hetslag som kan medføre ras og forsinkelser		Sjelden 3	4		Sonderboring MWD/ Prosedyrer/ tilstede med bemanning/kartlegging/ forward prediction. Observer returvann, penetrasjon, matekraft etc sonderboring, alle MWD skal være kalibrert og online. Utvid tverrsnittet 20-30 cm for ekstra sikring når sonderboring indikerer dårlig bergmassekvalitet. Støpeskjold er ikke første prioritet å få på plass, heller forbolter, buer. Ha steinmasser tilgjengelig for å demme opp for ras. Støpeskjold kommer først senere, men er fysisk på anlegget. Beredskap også med nøkkelpersoner som raskt kan bistå. Det er neppe regningssvarende å bruke veldig store ressurser på nye undersøkelser – den undersjøiske delen er 18,5 km Bore	Ekstremt sjelden 1	2	
		Kritisk lav overdekning, feil i grunnlaget, undersøkelsene misset, innlekkasje av vann og utfall på stuff	Sjelden 3	5		oppadrettede sonderborhull Seismikk (utført i 22 of 23) vil før tunneldriving gi bedre grunnlag for beslutning av minste overdekning. Foreløpig seismikk viser lite løsmasser i fjorden – dvs. kvalitetsmessige gode resultater Gode erfaringer med tidligere prosjekter der man har hatt som minste overdekning 32 meter. Beredskap også med nøkkelpersoner som raskt kan bistå. Planlegge	Ekstremt sjelden 1	1	
		Generelt mer oppsprukket, vannførende og dårlig stabilitet Nedfall og lokale	Svært ofte 5	3		for tiltak, ha utstyr på anlegget, være beredt alltid, har god erfaring med dette på FO. Prosedyrer og responsplaner tilgjengelig. Beredskap også med nøkkelpersoner som raskt kan bistå.	Ekstremt sjelden 1	3	
		instabiliteter, Småfallent og oppsprukket berg	Ofte 4	3		Bruke samme sikringsoppsett som på EST – men legge 80 mm sprutbetong i heng i hele tunnelen – og ellers sikre seg ferdig med permanent sikring så mye som mulig og så tidlig som praktisk mulig bak stuff	Ekstremt sjelden 1	2	
		Kaviteter	Sjelden – begrepet tvetydig og diskuterbar t om det faktisk er slik det hevdes å være 3	3		Som over Injeksjonsopplegget må tilpasses det man faktisk erfarer og tolkes rett. Må ha ulike resepter for ulike situasjoner. Salint vann må hensyntas om det opptrer – saltet kan akselerere injeksjonsmassen. Beredskap også med nøkkelpersoner som raskt kan bistå.	Ekstremt sjelden 1	3	

		Bergspenninger, lave eller høye	Sjelden (høye ved Sudurøy, men lave gjennom tunnelen under sjø) Strekkspenninger som har gitt strekkbrudd i terrenget kan ha oppstått, eksempelvis disse gjøgvene man ser på Færøyene 3	3		Ha sikringstiltak tilgjengelig og prosedyrer samt tilstedeværelse på stuff av kompetent mannskap hos BH så vel som Entrpr. for å treffe rett tiltak til rett tid. Beredskap også med nøkkelpersoner som raskt kan bistå.	Ekstremt sjelden 1	2		
		Begrenset informasjontilgang – i forkant av tunneldriving – setter krav til alt som gjøres under bygging	Svært ofte Man ikke klarer tids- eller kostnadsmessig å undersøke alle mulige forhold som kan inntreffe 5	2		Må sette vår lit til Sonderboring, MWD/TSP/prosedyrer (som over) der resultater håndteres fortløpende av kompetent mannskap og som har myndighet til å ta raske beslutninger. Det må være tilgang til nett i tunnelen og MWD og all annen informasjonstilgang sendes de to partene fortløpende/umiddelbart. Både BH og entrepr. har tilgang på erfarne mannskap som kan mobilisere raskt for å bistå i beslutnings-taking. Beredskap også med nøkkelpersoner som raskt kan bistå. For alle ovenstående hendelser kan risiko reduseres ved å ha en detaljert beredskapsplan tilgjengelig der situasjoner er godt beskrevet og tiltak utmeislet	Svært sjelden 2	1		
		Ras bak stuff	Svært sjelden, men ikke usannsynlig 2	3		Gjøre så mye sikring som praktisk mulig på stuff, lukke profilet så raskt som mulig. Støpe skjold tilgjengelig på anlegget fra oppstart.	Svært sjelden 1	2		

	Utforming og design	Lange stufflengder – opp mot 10-14 km – sjeldent for B&S	Svært ofte 5	4		Grundig planlegging – logistikk – prosedyrer for kjente og ukjente situasjoner. Håndtering av vann, fordrøyning og pumpekapasitet. Det er ikke toleranse for avvik på lekkasjekrav	Sjelden 3	3	
		To lavbrekk, mellom ett høybrekk vil fungere som vannlås	Svært ofte 5	5		Etablere midlertidig pumpesump i lavbrekk – sikre utpumping ved uønskede store innlekkasjer. Beredskapsmagasin. Strengt krav til innlekkasje, STU hadde i snitt ca. 12 liter per min per 100 m	Sjelden - må utvides med pumpevakt og nødvendige prosedyrer ved to lavbrekk 3	4	
		Ventilasjon – lang vei for transport av luft ut fra stuff – opphoping av avgasser i tunnelen	Svært ofte 5	4		Redusere dieselbruk på biler, sjekke sprengstoff som avgir mindre gasser, elbiler, ellaster ++ Krever stor ventilasjonskapasitet eks.vis 2 stk 2,5 m dia ventilasjonsduker – plassbehov kan få betydning for tunneltverrsnitt	Ofte men så lenge det er B&S så blir det uansett sprenggasser som må håndteres 4	2	
		Biltransport av sprengstein, dårlig luft, skader, påkjørsler og brann	Svært ofte 5	1		Erstatte dieselbiler med transportbånd drevet på EL, vil kunne kreve knusing bak stuff, neppe tids- og kostnadseffektivt så vil nok ikke være et realistisk alternativ	Ofte men bør kan hende se på en rekke andre tiltak 4 Lite	3	
		Biltransport av sprengstein, dårlig luft, skader, påkjørsler og brann	Svært ofte 5	1		Alternativ med Tverrslag til Skugvøy som kan avhjelpe noe, men usikkert hvor mye og til hvilken kostand - det er lite trolig at tiltaket gjennomføres av tids- og kostnadsmessige årsaker. Dessuten ved tunneldriving fra hovedløpet og mot Skugvøy starter arbeidene med grentunnelen sent i tidsplanen og vil kun være tilgjengelig i en kortere periode av selve tunneldrivingen	sannsynlig – men vanskelig å se for seg en stor gevinst av denne 4	3	

		Lang Byggetid 10-14 km på hver side, eksponert for risiko over en lang tidsperiode	Sjeden STU hadde 43 meter per uke brutto fremdrift alle arbeider 3	4		Seksjonsvis ferdigstillelse, arbeidstid 24/7, parallelle aktiviteter som kan øke kapasiteten, risiko for økt sannsynlighet for arbeidsuhell. Unngå at uttransport blir fremdriftshemmende – kjippe til mellomlager, kjøre ut på tidsrom med stillstand Kunne stilt saken motsatt; hva skjer om man ikke gjennomfører tiltakene listet over	Sannsynlig, men krevende 1	2	
		Kontraktuell Byggetid – ikke sammenheng mellom modeller og virkelig	Ofte 4	3		Bruke byggetidsmodellen med forsiktighet slik at man ikke overdriver inndriftskapasiteter – byggetid må speile mengdelister og geologisk rapport og nødvendige tiltak for sikker og trygg tunneldriving	Svært sjelden 2	3	
	Orga-nisasjon	Mangelfull geologisk oppfølging, kapasitet og faglig – manglende faglig kapasitet	Ofte 4	4		Etablere/leie inn flere personer med ing.-geologisk bakgrunn, fylle opp entreprenørens skiftplan, trene opp og lære av hverandre. Må ha kapasitet og ressurser på begge sider. En tilleggsutfordring er at det er tidsmessige en lang reise fra den ene stuffen til den andre, derfor må det være tilstrekkelig bemanning på begge sider, samtidig gir én stuff for lite oppfølging til at det kan være 100% stilling.	Svært sjelden 2	3	
		Mangelfulle prosedyrer og aksjonslister	Ofte 4	4		Gjennomgå med alle parter i prosjektet i fellesskap behov for prosedyrer og hvilke. BH må styre alle aktiviteter som bergsikring og injeksjon og ta ansvar for dette fra første salve.	Ekstremt sjelden 1	2	
		Dårlig kommunikasjon BH - Entreprenør	Svært ofte 5	4		Etablere og oppnå konsensus på prosedyrer og bygge tillit og respekt for hverandre på anlegget. Arrangere møter/faglig tema for å bedre forstå hverandre og samarbeide/løse utfordringer i nåtid. Ha møter med fasilitator om påkrevet. Etablere Referansegruppe som har fungert godt på alle 4 undersjøiske tunneler på FO (men opererer i ettertid)	Ekstremt sjelden 1	3	
		Mangelfull intern kommandolinje i BH-organisasjonene Usikre på	Sjelden 3	4		Prosedyrer og stillingsbeskrivelser, ansvarsmatrise alt etableres og briefes med SuTu-ansatte og entreprenør	Ekstremt sjelden 1	2	
		mandat og ansvar i BH-organisasjonen	Svært ofte 5	2		Se over	Ekstremt sannsynlig 1	1	

		Kontrahert entreprenør mangler tunnelerfaring med undersjøiske tunneler og vulkanske bergarter	Sjelden 3	2		Prekvalifisering, krav, dokumentasjon og prosedyrer. Må være sammenheng mellom tilbudt mannskap i tilbud og virkelig mannskap som stiller på startstreken	Svært sjelden 2	2	
		Mye arbeid og personell mange steder i tunnel, skader på personell og brann	Svært ofte 5	3		Personbrikker og prosedyrer for hvor enhver person er til enhver tid i tunnelen og også pågående aktiviteter. Alle i tunnelen har egen radio for kommunikasjon, mye forbedret etter EST – og ikke minst PPE.	Svært sjelden 1	3	
		Massetransport og konflikt med kjøretøy og miljø	Svært ofte 5	5		Det vil være opp mot 10 stk semitrailere i gang på hver side når transporten er på sitt lengste, man må sørge for best mulig utnyttelse og effekt, fast dekke eksempelvis for uttransport og massetransport som ikke er til hinder for fremdriften. Sikkerhet som i punktene over.	Ofte 3	3	
		Utstyr som svikter/feiler i kritiske øyeblikk	Ofte 4	5		Funksjonstesting og kontroll av utstyr regelmessig	Svært sjelden 2	2	
		Konflikt og konkurranse mellom ulike selskaper på hver side med to kontrakter og høy grad av uønskede hendelser	Svært ofte 5	2		Trygg og sikker tunneldriving er viktig, velge én entreprenør til all tunneldriving gjennom én kontrakt	Ekstremt sjelden 1	2	
	Entre-p rise-for mat	Fastpris – kamp for ethvert sikringstiltak, fare for undersikring og for stor vannlekkasje	Svært ofte 5	1		Velge enkel enhetspriskontrakt med god risikodeling mellom Byggherre og entreprenør. Om man velger en fastpriskontrakt må det settes svært tydelige krav på funksjon, levetid etc Ingen format for entreprisekontrakter er perfekte og håndterer alle forhold – fastpris dersom det er forventet gjennomgående likeens forhold, mens risikodeling ved bruk av enhetspriser dersom det er usikkerhet knyttet til at det ikke blir gjennomgående likedan forhold	Sjelden 3	2	

		Uklare og ukjente krav til risiko	Svært sjelden 2	2		Må jobbes med kontrakt og ansvar, risiko for å unngå grensesnitt med tvil og uten tvetydigheter og uklarheter	Ekstremt sjelden 1	1	
		Dårlig PQ-prosess og uerfaren Entrpr. Får jobben	Sjelden 3	3		Gjennomføre grundig PQ, ha klare krav til entreprenøren, kreve dokumentasjon på erfaring, bemanning, utstyr, prosedyrer, ikke være ettergivende i kontraktsforhandlinger	Ekstremt sjelden 1	2	
		Tidsplan og milepæler, entreprenør sliter med milepæler	Sjelden 3	2		Legge til rette for at entrpr har god tid i oppstartsfasen – ikke presse på unødvendige milepæler. Stram styring på de viktige milepælene	Ekstremt sjelden 1	2	
		Tidsplan og milepæler	Sjelden 3	1		Legge til rett for at tunnelstuffen er på plass når tunnelentreprenør kommer samt at alle fasiliteter som vann, strøm, tipp etc er på plass, ingen tvister ved oppstart, alt er rigget og klargjort til tunnelentreprenøren som kan starte etter Plug&Play-prinsippet	Ekstremt sjelden 1	2	
		Manglende sikkerhet ved tunnelarbeidene	Svært sjelden 2	2		Stille krav til utstyr og tilstand, Euro-klasser, alle krav må reflekteres nedover til UE, rednings-kontainere fordelt utover tunnelens lengde, alle må vite hvor alle kontainere er – opplæring i sikkerhet i alle ledd	Usannsynlig 1	1	
		Feil kontrakt som ikke er egnet for tunneldriving under Atlanterhavet Uklar	Ekstremt sjelden 1	4		Færøyenes særskilte stilling utenfor EU gir frihet til å velge format og innhold tilpasset prosjektet som det er gjort tidligere – ta med læringspunkter fra EST og VTU/NTU og skreddersy til dette prosjektet spesifikt.	Ekstremt sjelden 1	1	
		kontrakt, tvetydige kontrakts-beskrivelser, ukjente prosesser og elementer skaper mistro og usikkerhet som gir taktisk prising	Svært ofte 5	2		Kjente prosesser – standard tekster, invitere til økt samarbeid, Raushet og Åpenhet, insentiver, enighet og ens forståelse av utfordringer og oppgaven fra Dag 1. Samhandlingsprosess – i hvert fall en prosess der man gjennomgår alle forhold – gjerne 1 til 1 under tilbudsevaluering for å klargjøre forventninger til hverandre	Ekstremt sjelden 1	2	
Spesifikke risiki		Ras på stuff	Sjelden 3	3		Prosedyrer, sonderboring ++, stopp driving ved tvil, utvid tverrsnittet om nødvendig	Svært sjelden	2	

	Boring & sprengning Fullt tverrsnitt						2		
		Innlekkasjer og innbrudd av store vannmengder Drukning av stuff	Svært sjelden 2	4		Sonderboring ++, forinjeksjon, bedre én omgang for mye enn én for lite, ha på lager ulike løsninger for pakkere, BOP light, Stand up Pipes etc. Ta ut pumpesumpene underveis, muligheter for fordrøyning (lekkasjevannet går ut i vegkroppen før det går i drensrøret), men kan alltids øke kapasitet på drensrør. Behovsprøvd injeksjon	Svært sjelden 2	2	
		Brann i utstyr/kjøre-tøy. Lange transportdistanser, dog ikke spesielt bratt	Sjelden 3	2		Kontroll av kjøretøy og sjåfører, droppe fossile kjøretøy	Svært sjelden 2	2	
		Ras bak stuff – dårlig/ mangelfullt utført/feilakt ig kartlagt	Sjelden 3	3		Kontroll av uavhengig, sidemannskontroll	Svært sjelden 2	2	
		Dårlig inndrift, plunder og heft, ras i borhull etc	Sjelden 3	2		Prosedyrer og planlegging	Svært sjelden 2	1	
		Påtreffe kaviteter og injeksjonspro blemer	Svæt sjelden 2	3		MWD/TSP/sonderboring/tilpasse injeksjonsprosedyren til forholdene og bruke gode blanderesepter	Svært sjelden 2	2	

Sandsynlighet i løbet af byggeperioden										
Beskrivelse	Interval	Forventningsværdi								
				0	1	2	3	4	5	
Svært ofte (mindst en gang per projekt)	> 1	3	5							
Ofte (en gang per 2 til 10 projekter)	0,1 - 1	0,3	4							
Sjelden (en gang per 11-100 projekter)	0,01 - 0,1	0,03	3							
Svært selden (en gang per 101-1000 projekter)	0,001 - 0,1	0,003	2							
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 projekter)	< 0,001	0,0003	1							
Konsekvens personskade					Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte	
Konsekvens omkostninger	Interval				< 1 mio NOK	1-10 mio NOK	10-100 mio NOK	100 mio - 1 mia NOK	> 1 mia NOK	
	Forventningsværdi				0,3 mio NOK	3 mio NOK	30 mio NOK	300 mio NOK	3 mia NOK	
Konsekvens forsinkelse	Interval				< 0,3 dag	0,3 dag - 3 dage	3 dage - 1 måned	1 måned - 1 år	> 1 år	
	Forventningsværdi				0,1 dag	1 dag	10 dage	3 måneder	3 år	

SINTEF Community
Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Foretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

Internt Prosjektnotat vedr tunneldriving med Boring & Sprengning

Oppsummering Teams-møte med Leif Tore Tømmerås

VERSJON	DATO
02	2023-05-24

FORFATTER(E)
Eivind Grøv

OPPDRAGSGIVER(E)	OPPDRAGSGIVERS REFERANSE
SuTu	Teitur Samuelsen

PROSJEKTNUMMER	ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
102029363	6 + 2 Bilag/vedlegg

Sammendrag

Dette notatet summerer opp risikoelementer som ble diskutert i et Teamsmøte mellom Norconsult, SuTu og SINTEF der Leif Tore Tømmerås var invitert til å delta for å dele sine erfaringer som entreprenør på prosjekter på Færøyene og generelt ellers.

Det var i forkant av møtet delt en risikomatrise mellom deltakerne for temaet tunneldriving med konvensjonell boring & sprengning og dette gitte prosjektet.

De diskuterte punktene er listet i foreliggende notat

UTARBEIDET AV	SIGNATUR
Eivind Grøv	
GODKJENT AV	SIGNATUR
Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	
PROSJEKTNOTAT NR	**GRADERING**
[Klikk eller trykk her for å skrive inn	Åpen

COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001

Historikk

VERSJON	DATO	Versjonsbeskrivelse
01	2023-05-11	Utgitt etter møtet den 9. mai 2023
02		Utgitt med koordinering mot referat nr. 2 datert 24. mai 2023

Innholdsfortegnelse

1 Kulepunkter med risikoelementer fra diskusjonen med Tømmeråsog prosjektet SUTu 4

2 Neste møte 6

BILAG/VEDLEGG

Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon tunneldriving boring & sprengning den 9. mai

Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon organisasjon & entrepriseformat den 23. mai

1 Kulepunkter med risikoelementer fra diskusjonen med Tømmerås og prosjektet SUTu

Dette utformes som et prosjektnotat da jeg ikke klarte å finne malen for Møtereferat i Templafy, slik er det med de som er vant til å ha 'Skrivedamer' som gjør skrivejobben.

Den 9. mai 2023 ble det avholdt et møte med Leif Tore Tømmerås, tidligere NCC-ansatt og med en lang erfaring med tunneldriving, også på de undersjøiske tunnelene som NCC har drevet på Færøyene. Hensikten med samtalen var å få en entreprenørs tanker omkring risikoelementer for tunneldriving under sjøen – les under Atlanterhavet. I det følgende er listet de elementer som kom frem, det ble benyttet en basis som undertegnede oversendte i forkant til alle deltakerne i Teams-møtet. I tillegg til Tømmerås deltok Klæmint i EST pf, Teitur Samuelsen og Einar Brimnes i SuTu og Jens Petter Hensriksen fra Norconsult. Foreliggende notat er knyttet til risikoelementer vedrørende tunneldriving med konvensjonell boring og sprengning, og er møte nr. 1 i en serie av møter knyttet til planleggingen av Sudurøytunnelen.

Hensikten med møtet og de etterfølgende punktene er at det skal hensyntas i utarbeidelsen av risikomatriser for prosjektet.

- Legge til rette for at det er god tid til oppstartsfasen for tunnelentreprenøren, viktig for entreprenøren å komme godt i gang, få utstyr og materialer på plass, ikke mase unødvendig for å nå en tidlig milæpel som kan hende har liten betydning for de resterende 22 km med tunnel som skal drives.
- Gjerne legge opp til at en del arbeider kan etableres i forkant av at tunnelentreprenøren etablerer seg på byggeplassen, dette kan inkludere påhugg (til påhuggsflate ferdig sikret og merket for tunnel), riggområder, drenasje og overvann, eventuell beskyttelse og plastring etc.
- Tunneltverrsnitt, det vil kreves stor viftekapasitet, Tømmerås er av den oppfatning at det er behov for to ventilasjonsrør (sirkulære rør av membranduk) som hver seg er 2,2 meter i diameter og at det er behov for en fri høyde på 4,2 meter under disse rørene. Dette plassbehovet kan få betydning for tverrsnittet, og kan hende må man se på tverrsnittsutformingen på basis av dette plassbehovet i og med at byggetiden kan bli i størrelsesorden 4-6 år.
- Massetransport, det vil bli behov for opp mot 10 stk semitrailere på hver side når stuffene begynner å bli lange. Det beste vil antakeligvis være å kjippe steinmasser til mellomlager i tunnelen og kjøre ut derfra.
- Mellomlager og omlasting i for eks. tekniske bygg.
- Beredskap ved uforutsette vanskelige soner, det er normal prosedyre å ha støpeskjold på anlegget så tidlig som mulig og senest når man starter driving under sjøen. Ved EST har det vært to hendelser med ras på stuff, støpeskjold ble ikke aktivert. Det ble sagt at støpeskjoldet unngår man om man kan. Bruker heller betong/sprøytebetong/skyver steinmasser mot stuff etc. for å stabilisere en tiltakende rasutveikling. Støpeskjold er tidkrevende å få på plass og få reist, også med endesteng mot stuff. Det ble konkludert med at man må ha prosedyrer for injeksjon og sonderboring, strenge krav til innlekkasje og satse på buer og som nevnt betong og sprøytebetong uten å mobilisere støpeskjold. Like fullt, å ha et støpeskjold på anlegget har en verdi ved behov for å kunne sette en støp som endelig sikring i et rasparti.
- Ved mistanke om svakhetssoner/dårlig bergmasse som følge av sonderboring og annen informasjon skal det utvides tunnelprofilet, bruke spiling /E1000-sprøytebetong, det må inntas målinger/oppfølging.

- Signaler på svakhetssoner kan være farget returvann (grønnaktig) ved sonderboring og tap av borvann som de mest iøynefallende under tunneldriving.
- Det ble snakk om TSP som et mulig supplement til sonderboring. For dette prosjektet spesielt er det viktig å samle inn informasjon under driving så godt som mulig og om TSP kan bidra til øke forståelsen etter sonderboring så er det positivt, og også kople det mot MWD. Det ble uttrykt tvil om TSP kunne gi merverdi basert på den horisontale lagdeling på Færøyene og de erfaringer man har med seismikk i slike omgivelser.
- Vannlekkasjer, det ble diskutert ulike løsninger knyttet til pakkere; BOP light, Stand pipe, NCC's løsning på EST osv. Det må beskrives løsning i anbudsdokumentet. Samtidig er det viktig med faglig tyngde innen geofag i den daglige oppfølgingen og stedlig byggeledelse.
- Drukning på stuff. Uforutsett vannlekkasje. Ta ut pumpesumpene langs tunnelstrekningen for å kunne lede til fordrøyning. Etablere volum under drivingen som kan fordrøye til en viss grad innlekkasjene. Lage prosedyrer og opplegg for håndtering- Unngå høybrekk som vil skape vannlåser og potensielt stenge inn folk/utstyr.
- Innlekkasje. EST ble dimensjonert med et innlekkasjekrav på 200 liter per min per km, men virkelig var nok i størrelsesorden 10-12 liter per min per km. Med tilsvarende dimensjonerende innlekkasje så blir innlekkasjen om lag 4500 liter per minutt totalt for SuTu, dette er da kontinuerlig innstrømming av vann som ender opp i pumpebassenget og skal pumpes opp og ut av tunnelen.
- Innlekkasje tillegg. Ingen grunn til å kjøre systematisk injeksjon i undersjøisk tunnel – behovsprøvd, men viktig å følge prosedyrer med sonderboring og lekkasjemålinger. Husk hullfylling på kontrollhull – ikke la lange hull stå åpne – de vil kunne være sugerør inn i vann magasinert på diskontinuiteter.
- Injeksjon – hvem styrer injeksjonen. Det skal være byggherren, gjennom prosedyrer og tung ingeniørgeologisk kompetanse på anlegget. Viktig å ha kontroll på risikobildet, noen kg sement ekstra er helt OK.
- Stabilitetssikring. Det ble påpekt et ønske fra SuTu om å legge sprøytebetong i hele tunnelhengen gjennomgående, det er suboptimalisering å legge dette flekkvis. Ellers er konklusjonen at stabilitetssikring som er anvendt sålangt, med EST som det siste har fungert godt etter de prinsipper man har anvendt. Dette med en sikringstabell og bestemmelse av sikring entreprenør sammen med byggherre i en felles gjennomgang.
- 1 eller 2 kontrakter. Trygg og sikker tunneldriving er viktig, ikke nødvendigvis en fordel å invitere til konkurranse mellom to entreprenører, eksempelvis ved å ha én entreprise på driving fra Skarvanes og én annen entreprise på driving fra Sudurøy.
- Sikkerhet ved tunnelarbeider. Stille krav til årsmodell på transportutstyr, tilstand og Euro-klasse. Krav til hoved-entreprenør som stiles videre til UE, kontroll på kjøretøy. Videre sikkerhetsutstyr som redningscontainere, ikke bare på stuff, men også videre ut gjennom de lange tunnelstuffene.
- Radiokontakt med personell i tunnelen, person brikker. Det må være system for besøkende som følges inn i tunnelen, registrering og kontakt. Antall personer i tunnelen kan fort bli opp mot 20 stk under driving, samtidig som det er tilfeldige personer der samtidig, fordelt på ulike plasser. Viktig å vite hvor alle befinner seg til enhver tid.
- Transport, det ble diskutert type transport og i den sammenheng ble meldt at Semi-trailere bør benyttes fra mellomlager og ut. Diskusjonen gikk også på avstanden mellom hvert mellomlager, og ca. 1500 meter ble nevnt som en vettug avstand.
- Seksjonsvis ferdigstillelse. Dette ble diskutert og det oppfattes som enighet om at transport på asfaltert såle er fordelaktig, særlig med semi-trailere. Ellers er de en diskusjon hvordan seksjonsvis ferdigstillelse skal gjennomføres, spesielt med tanke på hyppighet og varighet av stans for å

ferdigstille seksjoner. Dette må tilpasses. Det ble nevnt at seksjonsvis ferdigstillelse var tidvis blitt utført på EST.

- Ras bak stuff. Det er fordelaktig å gjøre så mye som mulig på stuff, nært ferdig sikret. Spørsmålet er om man kan la veggene stå usikret og drive stuffen videre med tanke på å ettersikre senere. I følge Leif Tore er det fordelaktig å lukke profilet med en gang når man først holder på med dette slik at det er sågodt som ferdig sikret når stuffen drives videre.
- Ventilasjon. En av de store utfordringene i dette prosjektet spesielt er knyttet til ventilasjon under bygging. Det er fordelaktig å drive på synk med tanke på ventilasjon, da får ventileringen hjelp fra den såkalte pipeeffekten, det vil si at varm luft trekker oppover. Drives en så lang tunnel på stigning så vil man måtte dimensjonere ventilasjonen for å skyve luft nedover (altså i motsatt retning av den veien luften vil gå selv).

2 Neste møte

Nest møte planlegges 23. mai klokken 1400 (norsk tid – altså 1300 Torshavn). Eivind kaller inn og tema vil være organisasjon og entrepriseformat. Se vedlegg 2 under for forberedelser.

BILAG/VEDLEGG

Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon tunneldriving boring & sprengning den 9. mai
Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon organisasjon & entrepriseformat den 23. mai

Vedlegg 1. Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon tunneldriving boring & sprengning den 9. mai

	Symptom og hendelser	Vil det opptre?	Årsak	Tiltak – hva skal man gjøre for å unngå situasjonen	Innspill fra risikodiskusjonen
Boring & sprengning Fullt tverrsnitt	Sen oppstart, langvarig 'ramping up' periode, haltende inndrift i starten, på etterskudd fremdriftsplan,	Sannsynlig	Mangel på utstyr, mangel på leverandøravtaler, mangler/dårlig akkordavtale	Planlegge, gi god tid til mobilisering og oppstart	
	Dårlig samarbeidsklima på anlegget – dårlig inndrift, mye korrespondanse – feil fokus	Sannsynlig	Organisatoriske forhold, egen tabell	Klarlegge forventninger – stille til start med felles mål og avklarte forventninger til hverandre	
	Ras på stuff Tap av tunnel	Sannsynlig	Senket 'guarden', blitt for selvgod, mangler eller ikke trent på bruk av utstyr (støpeskjold), ikke tilgjengelig tiltak, ikke identifisert problemet i god nok tid, fokus på inndrift og ikke på trygg driving,	Prosedyrer, sonderboring ++, stopp driving ved tvil, utvid tverrsnittet om nødvendig og klargjør for tung sikring. Lage prognoser basert på kartlegging og erfaringer	
	Vannlekkasjer/vannin nbrudd/ Drukning av stuff Tap av tunnel	Lite sannsynlig, men stor konsekvens	For slapt krav til maks inn-lekkasje, drar på seg uønsket mye vannlekkasjer, uegnete injeksjonsmateriale, mangler tiltak, følger ikke prosedyre/feil	Sonderboring ++, forinjeksjon, bedre en omgang for mye enn en for lite, funksjonsstyrte prosedyrer, åpenhet og diskusjon. Tydelig kontrakt. Evaluere og modifisere injeksjonsprosedyre i fellesskap basert på erfaringer+kunnskap Lage prognoser	

			prosedyre eller mistolket situasjon		
	Stabilitetsproblemer med småfallent og oppsprukket berg - nedfall	Sannsynlig, men lav konsekvens – kan få stor konsekvens	Dårlig rensk, for sent sikret, ikke rett sikringsmidler, ikke tolket situasjonen rett	Sikringstabeller og system (fungerer det som er blitt etablert tidligere?),Q-systemet, kartlegging og observasjoner av geologiske forhold, samarbeide og respekt BH/Entrpr. Tydelig kontrakt	
	Brann i utstyr/kjøretøy. Lange transportdistanser, dog ikke spesielt bratt	Sannsynlig	Uegnet kjøretøy, drivstofflekkasjer, varmgang i bremser, utrente sjåfører, stress og hardt kjør på UE,	Kontroll av kjøretøy og sjåfører, droppe fossile kjøretøy, UE-kontrakt, vedlikeholdskontroll	
	Ras bak stuff – dårlig/ mangelfullt utført/feilaktig kartlegging	Sannsynlig	Fokus på inndrift, for sent ute med tilstrekkelig sikring, suboptimalisering av utførelse, uenighet/ diskusjon om sikrings-omfang og kostnadsdeling	Kontroll av uavhengig instans, sidemannskontroll, entydige avtaledokumenter og sikringssystem Oppfølging av stabilitet, fysiske målinger om nødvendig	
	Dårlig inndrift gjennomgående, plunder og heft, ras i borhull etc	Sannsynlig	Bergmassens egenskaper,	Prosedyrer og planlegging, testing av bergartsegenskaper, kartlegging av oppsprekkings-grad, lage prognoser basert på geologisk rapport og kartlagte geologi i tunnel Romslig tidsplan som ikke fremprovoserer	

				unødvendig press – entrpr. skal se muligheter, ikke begrensninger	
	Påtreffe kaviteter og injeksjonsproblemer, høyt masseforbruk og mye tid – forsinkelser	Lite sannsynlig	Bergets oppbygging, men er det virkelig kaviteter, prøve å finne ut om det faktisk er kaviteter og ikke resultat av høytrykksinjeksjonen	MWD/TSP/sonderboring /tilpasse injeksjonsprosedyren til forholdene og bruke gode blanderesepter – begrense injeksjonen Alternative løsninger med etterinjeksjon systematisk	
	Dårlig vegbane, liten bæreevne i sprengsteinen, mye finstoff, forsinker fremdrift og øker sannsynlig-heten for uhell ved transport og trafikk i tunnelen	Sannsynlig	Bergmassens beskaffenhet, kjent problem på FO, mye finstoff, dårlig bæreevne	Masseutskiftning, seksjonsvis delvis ferdigstillelse, legge første lag av asfalt	
	Seksjonsvis ferdigstillelse kan medføre risiko for skader og uhell	Sannsynlig	Masse folk i tunnelen, foregår arbeider ved flere ulike lokaliteter	Unngå at tunneldriving og ferdigstillelse foregår samtidig, avgrense arbeidsområder, skille aktiviteter,	

Vedlegg 2. Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon organisasjon & entrepriseformat den 23. mai

Kategori	Risikoelement	Sannsynlighet	Tiltak	Sannsynlighet etter tiltak	Innspill fra diskusjonen
Organisatoriske	Mangelfull geologisk oppfølging, kapasitet og faglig hos BH	Veldig sannsynlig	Etablere/leie inn flere med ing.-geologisk bakgrunn, fylle opp entreprenørens skiftplan, trene opp og lære av hverandre	Lite sannsynlig	
	Mangelfulle prosedyrer og aksjonslister og kontroll-punkter i prosjektet (BH + Entrpre)	Veldig sannsynlig	Gjennomgå med alle parter i prosjektet i fellesskap behov for prosedyrer og hvilke	Lite sannsynlig	
	Dårlig kommunikasjon BH - Entreprenør	Veldig sannsynlig	Prosedyrer og tillit og respekt for hverandre	Lite sannsnynlig	
	Mangelfull intern kommandolinje i BH-organisasjonene	Sannsynlig	Prosedyrer og stillingsbeskrivelser, ansvarsmatrise	Lite sannsynlig	
	Usikre på mandat og ansvar i BH-organisasjonen	Veldig sannsynlig	Se over	Lite sannsynlig	
	Mangel på tunnelerfaring med undersjøisk og vulkanske bergarter hos Entrpr.	Veldig sannsynlig	Prekvalifisering, krav, dokumentasjon og prosedyrer	Sannsynlig	
	Mye arbeid og personell mange steder i tunnel	Veldig sannsynlig	Personbrikker og prosedyrer for hvor enhver person er til enhver tid i tunnelen	Lite sannsynlig	
	Mangelfull intern kommandolinje hos entreprenøren	Sannsynlig	Kreve bemanningsplan, stillingsbeskrivelser og organsiasjonsplan med beslutningsmatriser og ansvar begrensninger (hvor store beløp kan		

			stedlig plassjef forplikte selskapet)		
	Regelrett underbemanning og feil ressurser på anlegget, det kan gjelde både BH og entreprenør – vil gi lang beslutningstakingstid , tap av tid og momentum, mangelfullt utstyr ++	Sannsynlig	Sikre en god entreprenør, et entydig kontraktsgrunnlag og kontrakt, samt tilstrekkelig og rett bemanning		
Entrepriseformat - kendte metoder og regelsæt, samt at benytte entreprenører, som har kendskab til " nordisk/norsk" byggekultur og regelsæt	Fastpris – kamp for enhver bolt etc.	Veldig sannsynlig	Tydelige krav på funksjon etc Må	Sannsynlig	
	Konflikt knyttet til risiko-delingen. Alt må være i samme format, enten all risiko på BH eller all risiko på Entrpr.	Lite sannsynlig	jobbes med kontrakt og ansvar, risiko for å unngå grensesnitt med tvil. Risiko kan evt, deles; all geologisk risiko på BH – all annen risiko på Entrepr.	~~Veldig~~ sannsynlig	
	Mangel på prekvalifisering og uerfaren Entrpr. Får jobben	Sannsynlig	Gjennomføre grundig PQ, kreve dokumentasjon på erfaring, ikke være ettergivende i kontraktsforhandlinger	Lite sannsynlig	
	Geologisk rapport – Mengdelister – Byggetid gir forskjellige bilder av forventningede	Sannsynlig	Presentere all informasjon på ensartet vis slik at de ulike lagene bygger på hverandre til et enhetlig felles bilde. Mengder skal være de vi faktisk forventer kommer til utførelse	Lite sannsnynlig	
	Byggetid gitt for stram i forhold til arbeidsmengde	Sannsynlig	Heller legge byggetiden med synlig slakk i selve drivefasen	Lite sannsnylig	
	Geologisk rapport vil aldri gi det fulle og	Veldig sannsynlig =	Bygge inn tillit til at Forundersøkelser +	Sannsynlighet for uventede	

	det hele bildet av geologiske forhold = 18 km undersjøisk trasé	stor risiko for alle parter	undersøkelser under driving gir et komplett bilde som det kan bygges etter	geologiske forhold uansett	
	Enhetspriskontrakt som inviterer til spekulative tilbud	Sannsynlig	Lage klare grensesnitt, tydelige og utvetydige beskrivelser og informasjon, bruke kjente avregningsmåter og oppgjørsformer, spesiell tekst så lite som overhodet mulig, kvalifisere egenskaper med tall/kvantitative beskrivelser.	Lite sannsnynlig	
	Mangel på åpenhet – suboptimal gjennomføring både med hensyn på tid og kostnad – tapt anseelse for alle parter	Sannsynlig	Utveksle informasjon, dele geologisk kartlegging og all annen datainnsamling, alt fra dag 1 for å underbygge de facto et tillitsforhold og samarbeid mellom to parter – vi skal krysse polen sammen, da må vi stole blindt/100% på hverandre	Lite sannsnynlig	
	Vi skal gjøre noe som ingen andre har gjort før – ikke anledning til å feile				

SINTEF Community
Postadresse: Postboks 4760 Torgarden 7465 Trondheim
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Foretaksregister: NO 919 303 808 MVA

Internt Prosjektnotat vedr. Risikoelementer vedr. Geologi og Utforming

Oppsummering Teams-møte med Leif Tore Tømmerås

VERSJON	DATO
01	2023-06-09

FORFATTER(E)
Eivind Grøv

OPPDRAGSGIVER(E)	OPPDRAGSGIVERS REFERANSE
SuTu	Teitur Samuelsen

PROSJEKTNUMMER	ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
102029363	6 + Bilag/vedlegg

Sammendrag

Foreliggende notat summerer opp risikoelementer som ble diskutert i et Teamsmøte mellom Norconsult, SuTu og SINTEF der Leif Tore Tømmerås var invitert til å delta for å dele sine erfaringer som entreprenører på prosjekter på Færøyene og generelt ellers.

Det var i forkant av møtet delt en risikomatrise mellom deltakerne for dette temaet og dette gitte prosjektet. Temaet var Geolgoi og Utforming.

De diskuterte punktene er listet i foreliggende notat

UTARBEIDET AV	SIGNATUR
Eivind Grøv	

GODKJENT AV	SIGNATUR
Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	

PROSJEKTNOTAT NR	GRADERING
[Klikk eller trykk her for å skrive inn	Åpen

COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001

Historikk

VERSJON	DATO	Versjonsbeskrivelse
01	2023-06-09	Utgitt etter møtet den 6. juni 2023

Innholdsfortegnelse

1 Kulepunkter med risikoelementer fra diskusjonen med Tømmerås/Storhamar og prosjektet SUTu 4

2 Neste møte 6

BILAG/VEDLEGG

Ingen

1 Kulepunkter med risikoelementer fra diskusjonen med Tømmerås og prosjektet SuTu

Foreliggende notat utformes som et internt prosjektnotat og er møte nr. 3 i en serie av møter knyttet til planleggingen av Sudurøytunnelen, en nær 23 km lang tunnel mellom Sandøy og Sudurøy, og ulike typer risikoelementer i den forbindelse. Notatet er knyttet til risikoelementer vedrørende geologi og utforming.

Den 5. juni 2023 ble det avholdt et Teams-møte med Leif Tore Tømmerås, tidligere NCC-ansatt og med en lang erfaring med tunneldriving, også på de undersjøiske tunnelene som NCC har drevet på Færøyene. Hensikten med samtalen var å få en entreprenørs tanker omkring risikoelementer for tunneldriving under sjøen – les under Atlanterhavet. I det følgende er listet de elementer som kom frem, det ble benyttet en basis som undertegnede oversendte i forkant til alle deltakerne i Teams-møtet. I tillegg til Tømmerås deltok Teitur Samuelsen og Einar Brimnes i SuTu samt Bjørn Kleppestø, Jens Petter Henriksen og Andreas Ongstad fra Norconsult, samt Eivind Grøv fra SINTEF.

Hensikten med møtet og de etterfølgende punktene er at det skal hensyntas i utarbeidelsen av risikomatriser for prosjektet.

- Det første punktet var knyttet til uventede forkastninger mm. Det undersøkes videre hvordan kan sikre gode data fra kisler som MWD, TSP og sonderboring, dette er de kilden man har tilgjengelig. Det må legges opp prosedyrer som ivaretar dette risikoelementet, med tidlig varsling av slike soner. Ellers som nevnt tidligere, øke profilet lokalt ved mistanke om behov for tung sikring. Må ha støpeskjold på anlegget, mest for permanent utstøpning, arbeidssikring må håndteres med andre tiltak. Behov for å ha steinmasser tilgjengelig for rask oppbygging av motfylling ved ras på stuff. Må påregne at støpeskjoldet først kommer til anvendelse senere. Derfor må det legges plan for aksjoner og rekkefølge for å ivareta utrasing på stuff. TSP er ikke benyttet på Færøyene tidligere og det må sjekkes ut om dette er et reelt verktøy for prosjektet. BH må stå ansvarlig for utførelse av TSP under driving, ca. 4-5 timer er sagt at hver runde med TSP vil ta. Nordbø's MSc konkluderer; seismikk på stuff kontinuerlig suppleres med andre ingeniørgeologiske data. Eivind har kontaktet Amberg som leverer TSP. Kan hende finnes det muligheter for å teste TSP på pågående tunnelprosjekter i Færøyene.
- Vedrørende kritisk lav overdekning, så kom det i det øyeblikk dette skrives, at det er tynt med løsmasser (<10m tykt) over bergoverflaten i det området som er undersøkt for prosjektet. Det vil uansett der hvor man har identifisert punkter måtte gjennomføres sonderboring inkl. oppadrettet sondering. Enn så lenge er minste overdekning satt til 50 meter, senere i prosjektet kan lavere overdekning vurderes.
- Mer oppsprukket bergmasse, vannførende og dårlig stabilitet, dette må håndteres og det er rimelig god erfaring med dette, viktig med tiltak og å ha utstyr på anlegget.
- Kaviteter; dette er kan hende et mer tvetydig og diskuterbart emne; er det virkelig store kaviteter i bergmassen? Eller er det sprekkesystemer som enten er åpne fra naturen eller som jekkes ved injeksjon. Det er påvist kaviteter og påtruffet kaviteter under kjerneboring, men er disse flere titalls m3 store, det har vi ingen dokumentasjon på. Må tilpasse injeksjonsopplegget.
- Vedrørende strekkbruddsoner. Ut i fra det man kjenner til så langt knyttet til bunnen på fjordene i området, eksempelvis Vagafjord og Skopunarfjord så var begge disse nærmest formet som badekar, med bratte kanter og flat bunn, og ingen dyprenner. Dette skiller disse fra Tangafjord som hadde ett markert lavbrekk og en dyprenne, Leirviksfjorden hadde også en dyprenne.

Strekkbruddsoner kan imidlertid oppstå i ulike dag i basaltpakken om det har vært en form for skjevsetning som har funnet sted. Gjøgv kan være en strekkbruddsone. De ulike basaltlagene kan ha ulik orientering. Dersom man ser på kartet som J. Rasmussen laget en gang så finnes det mønstre i dette med tanke på ensartethet i gjøgvenes orientering. Det ble en lang bisetning.

- Større eller mindre svakhetssoner. Dette er ansett å være lite sannsynlig. Men man nå sette krav til at dagens teknologi utnyttes til det fulle, det være seg MWD og TSP, med internett-tilgang i tunnelen får man sanntidsinformasjon frem fra utstyret som brukes på stuff, levere MWD-data kalibrert og on-line i kontrakt.
- Tilgang til geologisk informasjon, for en 18 km lang undersjøisk strekning er det gitt at datafangsten i prosjekteringsfasen er begrenset. Det er langt unna å være økonomisk forsvarbart eller praktisk mulig å skaffe informasjon for hver meter tunnel som skal drives under sjøen før tunneldriving starter, så man er tvunget til å anvende alle de muligheter man kan finne under tunneldrivingen. Følge med på borvann(farge på returvann, tap av borvann osv). Alt må inn i en prosedyre og klare responser må finnes for ulike observasjoner.
- Etter hvert som tunnelstuffene drives blir også avstanden fra stuff til overflaten lengre og lengre, og med det behov for å kunne ha utstyr tilgjengelig i nærheten av stuffen. Vannhåndtering – det kan bli mye vann ved lekkasje på stuff langt inne i tunnelen – derfor er fordrøyning, tilstrekkelig pumpekapasitet viktig – og det er ikke toleranse for avvik på lekkasjekravene. Eksempelvis skal dert forskutteres med gjennomsnittslekkasjer ved lokale store innlekkasjer. Ekstraordinært høye innlekkasjer vil kunne kreve ekstra kapasitet, flere pumper og større kapasitet. Det blir viktig å følge opp og holde innlekkasjekravet, og kan hende sikte enda strengere enn opprinnelig, krav < 10l/min/100 meter. Ha steinmasser liggende for å ha tilgjengelig for å bygge motfylling i fall et rasutvikling starter. Indikasjon på dårlig bergmassekvalitet og instabilitet – ha tilgang på ekstra rør og utstyr.
- Med et krav på 10 liter per min per 100 meter betyr dette at innlekkasje fra enkelthull vil være < 1 liter per minutt, og samlet maksimalt 1 liter per minutt. Dette er svært strengt krav.
- Beredskapsmagasin, buffer for å samle opp vann, og igjen viktig å holde seg innenfor kravet som er gitt.
- Vedrørende ventilasjon så kreves det i henhold til Leif Tore ventilasjonsduker på ca. 2,5 meter i diameter, hvilket kan være for store for et T9,5 tverrsnitt, Bjørn viste et T9,5 med 2 stk ventilasjonsduker med diameter 2,5 meter. STU er drevet med T9,5. Entreprenøren må bestemme ventilasjonen for byggingen. Det prøves ut 'mer miljøvennlig sprengstoff (nitrogenfritt) – må sjekke med sprengstoffleverandørene – kravet må være at det skal være miljømessig akseptabelt under tunneldriving. Legge ren luft til grunn med kjente parametre.
- Byggetid, blir lang, man kan gjøre diverse tiltak for å få den ned. Arbeidstid 24/7. Man kan også la massene bli liggende i midlertid deponi i tunnelen og kjøre masser ut på en slik måte at fremdriften på tunnelen sinkes minst mulig. Vanskelig å få til noen realistiskj effektiv tunneldriving til Skuvøy – neppe noen relevante løsning - må evt. drive fra hovedtunnelen og opp til øya, da blir det delt ressurs mellom stuffen sørover i hovedtunnelen og tunnelen til Skuvøy, hvilket ikke er god løsning for hovedtunnelen.

2 Neste møte

Det er ikke avtalt noe neste møte. Dette er forventet å være det siste av disse møtene før en risikomatrise etableres for prosjektet.

BILAG/VEDLEGG

Ingen

SINTEF Community
Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim

Sentralbord: 40005100

info@sintef.no

Foretaksregister: NO
919 303 808 MVA

Internt Prosjektnotat vedr. Risikoelementer vedr. Organisering og Kontraktformat

Oppsummering Teams-møte med Leif Tore Tømmerås og Kristian Storhamar

VERSJON	DATO
01	2023-05-24

FORFATTER(E)
Eivind Grøv

OPPDRAGSGIVER(E)	OPPDRAGSGIVERS REFERANSE
SuTu	Teitur Samuelsen

PROSJEKTNUMMER	ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
102029363	6 + 2 Bilag/vedlegg

Sammendrag

Foreliggende notat summerer opp risikoelementer som ble diskutert i et Teamsmøte mellom Norconsult, SuTu og SINTEF der Leif Tore Tømmerås og Kristian Storhamar var invitert til å delta for å dele sine erfaringer som entreprenører på prosjekter på Færøyene og generelt ellers.

Det var i forkant av møtet delt en risikomatrise mellom deltakerne for dette temaet og dette gitte prosjektet. Temaet var organisering og kontraktfor,at.

De diskuterte punktene er listet i foreliggende notat

UTARBEIDET AV	SIGNATUR
Eivind Grøv	
GODKJENT AV Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	SIGNATUR
PROSJEKTNOTAT NR [Klikk eller trykk her for å skrive inn	**GRADERING** Åpen

COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001

Historikk

VERSJON	DATO	Versjonsbeskrivelse
01	2023-05-24	Utgitt etter møtet den 23. mai 2023

Innholdsfortegnelse

1 Kulepunkter med risikoelementer fra diskusjonen med Tømmerås/Storhamar og prosjektet SUTu 4

2 Neste møte 6

BILAG/VEDLEGG

Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon organisasjon & entrepriseformat den 23. mai
Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon geologi & utforming den 5. juni

1 Kulepunkter med risikoelementer fra diskusjonen med Tømmerås/Storhamar og prosjektet SUTu

Foreliggende notat utformes som et internt prosjektnotat og er møte nr. 2 i en serie av møter knyttet til planleggingen av Sudurøytunnelen, en nær 23 km lang tunnel mellom Sandøy og Sudurøy, og ulike typer risikoelementer i den forbindelse. Notatet er knyttet til risikoelementer vedrørende organisatoriske forhold og kontraktformat.

Den 23. mai 2023 ble det avholdt et Teams-møte med Leif Tore Tømmerås of Kristian Storhamar, hhv. tidligere og nåværende NCC-ansatt og med en lang erfaring med tunneldriving, også på de undersjøiske tunnelene som NCC har drevet på Færøyene. Hensikten med samtalen var å få en entreprenørs tanker omkring risikoelementer for tunneldriving under sjøen – les under Atlanterhavet. I det følgende er listet de elementer som kom frem, det ble benyttet en basis som undertegnede oversendte i forkant til alle deltakerne i Teams-møtet. I tillegg til Tømmerås og Storhamar deltok Teitur Samuelsen og Einar Brimnes i SuTu samt Bjørn Kleppestø, Thomas Seljordsli og Jens Petter Henriksen fra Norconsult, og Eivind Grøv fra SINTEF.

Hensikten med møtet og de etterfølgende punktene er at det skal hensyntas i utarbeidelsen av risikomatriser for prosjektet.

- Vedrørende mangelfull geologisk oppfølging, kapasitet og faglig kompetanse hos byggherren. Det er unektelig slik at prosjektet må ha geologisk bistand tilknyttet eller til stede på tilkallingsbasis. Hvordan man anordner det kan løses å mange måter. EST hadde/har en slank prosjektorganisasjon, hvilket i mange henseende er svært positivt. Under normale forhold, og i et tillitsfullt forhold mellom BH og Entr. er dette et gode og tilstrekkelig. Permanent sikring for EST bestemmes gjennom regulære fellesbefaringer, NCC har det fulle og det hele ansvar for arbeidssikring. I kritiske situasjoner kan det imidlertid være behov for å ha ressurser på anlegget; det er blitt løst ved å tilkalle ingeniørgeolog fra Island, som er på avtale med BH, og som kan være på plass i løpet av ett døgn, noe som fungerte godt på EST. Situasjonen er noe annerledes på SuTu – tiden det tar å komme fra Sandøy til Sudurøy er ett av flere aspekt ved dette. Man kan trekke på nettverket man har for en hastig utrykning. Det ble nevnt at det var viktig at personell har erfaring fra tilsvarende geologi og undersjøiske forhold, men det ble av andre i møtet ikke vektlagt å være særlig viktig. Det ble imidlertid påpekt at det er viktig at BH har personell på plass som har faglig kraft/erfaring/respekt. Referansegruppen kan benyttes – men dette blir som regel et tiltak i ettertid av en eventuell hendelse. Må man velge så er det viktigst at BH besitter stedlig ingeniørgeologisk kompetanse, men det ultimate er at begge parter har slik kompetanse på stedet. Det ble også nevnt at med tunneldriving på bare to stuffer, og med to stuffer så geografisk adskilt er det kan hende ikke tilstrekkelig aktiviteter for å beskjeftige en fulltids ingeniørgeolog. I Norden minus Island er det generelt lite erfaring med denne typen bergmasse som på Færøyene, trekker man på andre lands erfaring finnes muligens de samme geologiske forholdene, men de er ikke matchet opp mot den nordiske måten å drive og bygge undersjøiske tunneler på.
- Vedrørende mangelfulle prosedyrer. Viktig å etablere felles arrangement med faglige tema ved oppstart knyttet til kritiske aktiviteter, slike som: injeksjon, innlekkasje, tung sikring på stuff mm. Også å gjenta dette underveis i arbeidene for å utveksle erfaringer og diskutere eventuelle endringer. Dette har både et økonomisk aspekt og et tidsmessig. Det ble nevnt ordet

‘samhandling’ som et verktøy. Et slikt oppsett med møter og diskusjoner på faglige tema bygger opp tilliten mellom partene og har også et aspekt av erfaringsoverføring. Viktig også at det ikke trekker i langdrag fra avslutning EST til oppstart SuTu.

- Vedrørende kommunikasjon mellom partene, det kan gjerne arrangeres møter mellom partene med fasilitator for å sikre god kommunikasjon. Viktig med god og tillitsfull kommunikasjon på ulike og rett nivå i BH- og Entr.-organisasjone.
- Vedrørende kommandolinjer, mandat og ansvar i BH-organisasjonen, dette har så langt ikke vært noe særskilt problem på eksempelvis EST spesifikt eller Færøyene generelt, det er små prosjektorganisasjoner og flerfaglig personell. Men, som det ble sagt; hver time forsinkelse koster mye penger når tunnelen står uten fremdrift. Så det er viktig å ta beslutninger fortløpende og sørge for at man har kontroll på dette.
- Mangel på tunnelerfaring – i basaltiske bergarter – kompetanse. Ikke så absolutt nødvendig ble det sagt. Det ble referert til Rogfast med tanke på krav til kvalifisering for å gi pris/evaluering av tilbydere. Dette kunne det vært nyttig å fått tilgjengelig, ikke nødvendigvis i fulle detaljer, men i prinsipp så kunne vi formulerte våre egne krav. SuTu er ikke bare kryssing v en elv, men > 18 km under Atlanteren, men vanskelig å sette krav til ‘lengde undersjøisk’. Det er en fare for at entre. Kan slippe gjennom prekvalifisering på andre kriterier. Det ble og sagt at det kan være tilstrekkelig med krav til erfaring og kompetanse på nøkkelpersoner, ikke nødvendigvis på selskap. Dette må imidlertid spesifiseres i prekval. Og det må være sammenheng mellom det mannskapet man er prekvalifisert på og det man stiller til start med når kontrakten er vunnet. Det ble videre påpekt viktigheten av elementene listet under og at alt er funksjonelt og operativt under driving for å kunne mobiliseres og settes i drift raskt;
    - Pumper, kapasitet, oppsett og operative forhold, kunnskap om dette hos mannskapene og ledelsen hos entreprenøren
    - Tester på systemer – BH-krav – sikre operativitet til enhver tid
    - Tester på beredskapsutstyr
    - Bruk av pumper – fordrøyningsmuligheter
    - Tekniske spesifikasjoner
    - Alt gjøres for å unngå de store og langvarige stoppene som kan inntreffe ved uønskede hendelser
- Mye arbeid simultant i tunnelen med flere arbeidssteder og personell i gang; ett tiltak er å etablere radioforbindelse der hver person i arbeid i tunnelen har sine radio, vite hvor alle er til enhver tid, redningskammer plassert ut i tunnelen, sette krav i forespørselen til maskinutstyr og at dette tilfredsstiller Euroklasser. Planmessig utførelse. Krav til brannslukningsutstyr, fiberkabel tas i bruk under driving, seksjonsvis ferdigstillelse (for bedre transportforhold) er eksempler på tiltak som kan bedre sikkerheten i tunnelen i driveperioden. Seksjonsvis ferdigstillelse satt i system.
- Fastpris på sikringsarbeidene har fungert godt på EST, det har vært god enighet mellom BH og NCC på EST og man har fått det sikringsbehovet som man har vurdert som det man faktisk trenger. Det er også det nivået man ønsker, hverken mer eller mindre.
- Viktig med tydelig krav.
- Færøyene er ikke bundet av EU’s regelverk, det muliggjør løsninger som kunne vært låst om prosjektet hadde vært gjennomført på fastlandet. For EST ble det valgt, eller forhandlet frem en form for en hybrid kontraktform, som for de foregående to prosjektene VTU og NTU. For EST som har en betydelig andel finansiering sikret gjennom utenlandske finansieringskilder har denne hybride modellen vært nøkkelen for å sikre finansiering. Dette er et viktig moment for SuTu også.

- Skal man gå ut med enhetspriskontrakt for SuTu og så følge 'same procedure as last year James' – det betyr at man får prissatt relevante enheter i mengdelisten.
- Å legge inn byggetid som et av flere konkurranse-elementer kan være en løsning – det er blitt gjort på andre prosjekter – det betyr at man må et realistisk anslag på alle mengder.
- Byggetid ble videre diskutert og EBA's nye modell for beregning av byggetid ble nevnt, erfaringer fra eksempelvis Rogfast viser at tidsfrister satt med basis i EBAs' nye modell utvides i forhold til tidligere anslag. Altså at denne modellen er mer generøs med byggetidsanslaget. Det er alltid godt for en entreprenør å se at byggetid er romslig, heller enn at den ser at byggetid er knapt – det siste fører til spekulasjoner. Jfr sammenligningen mellom Geologisk rapport – mengdelister – byggetid. Disse skal speile det samme bildet og den samme forståelsen av grunnforholdene som forventes at man møter under tunneldrivingen.
- Enhetspriskontrakt, viktig at det er gjenkjennbare prosesser og elementer og at man ikke slår rundt seg med veldig mye spesielle tekster og nye momenter som skaper usikkerhet og mistro for de entreprenørene som skal by på jobben.
- Erfaringer fra EST; disse må gjennomgås og man bør finne forbedringspotensial – ta bort unødvendige beskrivelser som ikke fungerer som forventet. Ta med folkene fra prosjektet til en felles gjennomgang – identifisere hva som var bra og hva som var mindre bra. Bruke 3D-bilder for et bedre grunnlag for prising og risikoreduksjon.
- Avslutningsvis ble det remset opp en del begreper som man kan vurdere for eventuelt et bedre prosjekt: Referansegruppen, Samarbeidsmøter, Insentiver i kontrakten for økt samarbeid, Raushet, Samhandling slik at man har en enighet og samme forståelse fra Dag 1, entreprenøren kan oppleve det som vanskelig å komme gjennom med forslag til forbedrende tiltak i forhold til å endre prosjekterendes løsning.
- Antall entrepriser, det syntes som om flertallet i møtet entes om at det er fornuftig å bare ha en én -1- entreprenør på dette prosjektet som driver hele tunnelen. Kontrakten blir totalt sett ganske stor, men omsetningen per tidsenhet i kontraktsperioden er ikke så stor grunnet at man kun har 2 angrepspunkter. Og de to ligger geografisk langt unna hverandre.

Hver gang vi skyter ei salve i en slik tunnel, så eksponeres vi for 'hva enn berget skjuler foran oss'. Vi har ikke råd til tvetydigheter eller uklarheter, usikkerhet og risiko må synliggjøres og klargjøres, for en suksessfull prosjektgjennomføring er det som en polferd – vi må stole på hverandre, fullt ut.

2 Neste møte

Nest møte er planlagt til mandag 5. juni klokken 1400. Det gjenstår en matrise knyttet til geologi & utforming. Eivind kaller inn for å diskutere de to temaene. Se vedlegg 2 under for vurdering.

BILAG/VEDLEGG

Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon organisasjon & entrepriseformat den 23. mai
Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon geologi & utforming

Vedlegg 1. Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon den 23. mai

Kategori	Risikoelement	Sannsynlighet	Tiltak	Sannsynlighet etter tiltak	Innspill fra diskusjonen
Organisatoriske	Mangelfull geologisk oppfølging, kapasitet og faglig hos BH	Veldig sannsynlig	Etablere/leie inn flere med ing.-geologisk bakgrunn, fylle opp entreprenørens skiftplan, trene opp og lære av hverandre	Lite sannsynlig	
	Mangelfulle prosedyrer og aksjonslister og kontroll-punkter i prosjektet (BH + Entrpre)	Veldig sannsynlig	Gjennomgå med alle parter i prosjektet i fellesskap behov for prosedyrer og hvilke	Lite sannsynlig	
	Dårlig kommunikasjon BH – Entreprenør	Veldig sannsynlig	Prosedyrer og tillit og respekt for hverandre	Lite sannsnynlig	
	Mangelfull intern kommandolinje i BH-organisasjonene	Sannsynlig	Prosedyrer og stillingsbeskrivelser, ansvarsmatrise	Lite sannsynlig	
	Usikre på mandat og ansvar i BH-organisasjonen	Veldig sannsynlig	Se over	Lite sannsynlig	
	Mangel på tunnelerfaring med undersjøisk og vulkanske bergarter hos Entrpr.	Veldig sannsynlig	Prekvalifisering, krav, dokumentasjon og prosedyrer	Sannsynlig	
	Mye arbeid og personell mange steder i tunnel	Veldig sannsynlig	Personbrikker og prosedyrer for hvor enhver person er til enhver tid i tunnelen	Lite sannsynlig	
	Mangelfull intern kommandolinje hos entreprenøren	Sannsynlig	Kreve bemanningsplan, stillingsbeskrivelser og organsiasjonsplan med beslutningsmatriser og ansvar begrensninger (hvor store beløp kan		

			stedlig plassjef forplikte selskapet)		
	Regelrett underbemanning og feil ressurser på anlegget, det kan gjelde både BH og entreprenør – vil gi lang beslutningstakingstid , tap av tid og momentum, mangelfullt utstyr ++	Sannsynlig	Sikre en god entreprenør, et entydig kontraktsgrunnlag og kontrakt, samt tilstrekkelig og rett bemanning		
Entrepriseformat - kendte metoder og regelsæt, samt at benytte entreprenører, som har kendskab til " nordisk/norsk" byggekultur og regelsæt	Fastpris – kamp for enhver bolt etc.	Veldig sannsynlig	Tydelige krav på funksjon etc Må	Sannsynlig	
	Konflikt knyttet til risiko-delingen. Alt må være i samme format, enten all risiko på BH eller all risiko på Entrpr.	Lite sannsynlig	jobbes med kontrakt og ansvar, risiko for å unngå grensesnitt med tvil. Risiko kan evt, deles; all geologisk risiko på BH – all annen risiko på Entrepr.	~~Veldig~~ sannsynlig	
	Mangel på prekvalifisering og uerfaren Entrpr. Får jobben	Sannsynlig	Gjennomføre grundig PQ, kreve dokumentasjon på erfaring, ikke være ettergivende i kontraktsforhandlinger	Lite sannsynlig	
	Geologisk rapport – Mengdelister – Byggetid gir forskjellige bilder av forventningede	Sannsynlig	Presentere all informasjon på ensartet vis slik at de ulike lagene bygger på hverandre til et enhetlig felles bilde. Mengder skal være de vi faktisk forventer kommer til utførelse	Lite sannsnynlig	
	Byggetid gitt for stram i forhold til arbeidsmengde	Sannsynlig	Heller legge byggetiden med synlig slakk i selve drivefasen	Lite sannsnylig	
	Geologisk rapport vil aldri gi det fulle og	Veldig sannsynlig =	Bygge inn tillit til at Forundersøkelser +	Sannsynlighet for uventede	

	det hele bildet av geologiske forhold = 18 km undersjøisk trasé	stor risiko for alle parter	undersøkelser under driving gir et komplett bilde som det kan bygges etter	geologiske forhold uansett	
	Enhetspriskontrakt som inviterer til spekulative tilbud	Sannsynlig	Lage klare grensesnitt, tydelige og utvetydige beskrivelser og informasjon, bruke kjente avregningsmåter og oppgjørsformer, spesiell tekst så lite som overhodet mulig, kvalifisere egenskaper med tall/kvantitative beskrivelser.	Lite sannsnynlig	
	Mangel på åpenhet – suboptimal gjennomføring både med hensyn på tid og kostnad – tapt anseelse for alle parter	Sannsynlig	Utveksle informasjon, dele geologisk kartlegging og all annen datainnsamling, alt fra dag 1 for å underbygge de facto et tillitsforhold og samarbeid mellom to parter – vi skal krysse polen sammen, da må vi stole blindt/100% på hverandre	Lite sannsnynlig	
	Vi skal gjøre noe som ingen andre har gjort før – ikke anledning til å feile				

Vedlegg 2. Risikomatrise utgangspunkt for diskusjon geologi & utforming den 5. juni

Kategori	Risikoelement	Sannsynlighet	Tiltak	Sannsynlighet etter tiltak
Geologi	Uventede forkastninger ell. Svakhets-soner/svakhets-lag, ikke oppdaget på forhånd eller forventet Ras på stuff,	Rimelig sannsynlig	Sonderboring MWD/TSP/Prosedyrer/ bemanning/kartlegging/ forward prediction/kjerneboring foran stuff – følge tunneldrivingen tett Støpeskjold tilgjengelig Frysing i verste fall	Lite sannsynlig
	Kritisk lav overdekning, feil i grunnlaget, undersøkelsene misset	Sannsynlig	Bore oppadrettede sonderborhull	Lite sannsynlig
	Generelt mer oppsprukket, vannførende og dårlig stabilitet i enkelte lag i lagpakkene	Veldig sannsynlig	Planlegge for tiltak, ha utstyr på anlegget, være beredt alltid	Lite sannsynlig
	Kaviteter	Lite sannsynlig	Som over	Lite sannsynlig
	Stressbruddsoner med åpne vannførende sprekker – store mengder kan drukne tunnelen	Lite sannsynlig	Som over	Lite sannsynlig
	Svakhetssoner eller sprekkesoner med svellende leirmaterialer og potensielt ras på stuff	Sannsynlig	Kartlegge og ta prøver lokalt – teste enket i et vannglass, for bedre kontroll send til lab	Lite sannsynlig
	Større eller flere/gjentagne svakhetssoner, geologiske forhold er verre enn på forhånd antatt, ikke oppdaget i forkant av tunneldrivingen	Lite sannsynlig	Fortette undersøkelsene, altså hyppigere eksempelvis kjerneboring foran stuff,	Lite sannsynlig
	Bergspenninger, lave eller høye Blokknedfall, squeesing i svake bergartslag, sprakefjell, åpning av eksisterende sprekker og økt innlekkasje av vann	Sannsynlig (høye ved Sudurøy. lave gjennom tunnelen under sjø)	Ha sikringstiltak tilgjengelig	Lite sannsynlig

	Begrenset informasjontilgang -	Veldig sannsynlig	Sonderboring, MWD/TSP/prosedyrer (som over)	Lite sannsynlig
Utforming/design	Lange stufflengder – opp mot 10-12 km – sjeldent for B&S – lang kjøretid for å få inn utstyr i kritiske situasjoner	Veldig sannsynlig	Grundig planlegging – logistikk – prosedyrer for kjente og ukjente situasjoner Sørge for at man har noe utstyr som følger tunneldrivingen eksempelvis at støpeskjoldet settes i en passende nisje ved f.eks. 5 km.	Lite sannsynlig
	Ett eller to lavbrekk – fungerer som vannlås	Veldig sannsynlig	Etablere midlertidig pumpesump i lavbrekk – sikre utpumping ved uønskede store innlekkasjer, prosedyrer for utforming og utførelse	Sannsynlig – må et utvides med pumpevakt, varslinger og prosedyrer
	Ventilasjon – lang vei transportere luft ut fra stuff	Veldig sannsynlig	Redusere dieselbruk på biler, sjekke sprengstoff som avgir mindre gasser, elbiler, ellaster ++ Jobbe med (nye) løsninger blir viktig i prosjekteringsfasen	Sannsynlig, men så lenge det er B&S så blir det sprenggasser
	Biltransport VS transportbånd	Veldig sannsynlig	Erstatte dieselbiler med transportbånd drevet på EL, vil kunne kreve knusing bak stuff	Sannsynlig, men bør kan hende se på en rekke andre tiltak
	Kan tverrslag, eksempelvis til Skugvøy avhjelpe	Sannsynlig	Tverrslag til Skugvøy som kan avhjelpe noe, men usikkert hvor mye og til hvilken kostand	Sannsynlig – vanskelig å se for seg en stor gevinst av denne og evt. om kostnad og risiko kan slå ut negativt
	Lang Byggetid antatt 5-7 år for tunneldriving og 2-3 år for installasjoner	Veldig sannsynlig	Seksjonsvis ferdigstillelse med ett asfaltlag for å lette transport mm, arbeidstid 24/7, parallelle aktiviteter som kan øke kapasiteten, risiko for økt	Sannsynlig, men krevende

			sannsynlighet for arbeidsuhell, tenke nye løsninger fr å komprimere byggetiden	