

# Vedleggskokument

## Til rapport etter usikkerhetsanalyse av kostnadskalkyle Nord-Norgebanen

Jernbanedirektoratet

22.5.2019



## Innholdsfortegnelse

Vedlegg 1 Gjennomføring av usikkerhetsanalysen - gruppesamlingen.....	3
Vedlegg 2 Dokumentasjon av usikkerhetsdrivere .....	4
Vedlegg 3 Dokumentasjon av kostnadselementer og estimatusikkerhet .....	13
Vedlegg 4 Analysemodeller .....	24
Vedlegg 5 Metode .....	27

## Dokumentkontroll

Revisjon:	Dato:	Revisjonen gjelder:	Saksbeh:	Kontr. av:	Godkj. av
0.8	15.5.2019	Rapport høringsutkast i henhold til avtale	JK	RB	
1.0	22.5.2019	Endelig rapport	JK	RB	

**Vedlegg 1 Gjennomføring av usikkerhetsanalysen - gruppesamlingen****Agenda**

Mandag 29. april 2019

## Innledning

- Gjennomgang av plan for analysedagene, metodisk tilnærming og deltakere.
- Forutsetninger og avgrensninger for utredningen (hensikt, omfang, begrensninger – også for usikkerhetsanalysen)
- Presentasjon av prosjektet og de ulike strekningene og alternativene (PL).
- Gjennomgang av Jernbanedirektoratets byggeklossmetode for estimering og hvordan rådgiver har estimert (kartgrunnlag, regler for estimering etc.)
- Hensikten er at alle skal ha et felles og definert bilde av omfang, planer og status for prosjektet/utredningen

Prosjektets situasjonskart (overordnede utfordringer og muligheter)

## Hendelse og tiltaksanalyse

- Identifisering av hendelser som kan påvirke kostnadsbildet/kalkylen. Gruppering av hendelser i usikkerhetsdrivere (til bruk i kostnadsanalysen)

Tirsdag 30. april 2019

## Kostnadsanalyse

- Analysere usikkerhetsdrivere og beskrive optimistisk, mest sannsynlig og pessimistisk scenario for tre strekninger og begge alternativer
- Kvantifisering av usikkerhetsdrivere for optimistisk, mest sannsynlig og pessimistisk scenario
- Gjennomgang og vurdering av estimatusikkerhet i kalkylepostene for strekningene Fauske-Narvik-Tromsø i alternativ 1 og 2, samt for Bjerkvik-Harstad med optimistisk, mest sannsynlig og pessimistisk scenario og kostnadskonsekvens

**Deltakelse**

Navn	Organisasjon	Rolle
Hanne Juul	Jernbanedirektoratet	Prosjektleder
Helge Voldsund	Jernbanedirektoratet	Ass. Prosjektleder
Njål Svingheim	Jernbanedirektoratet	Kommunikasjon
Svein Åge Skartsæterhagen	Jernbanedirektoratet	Trafikk og markedsanalyse
Per Pedersen	Jernbanedirektoratet	Fagansvarlig utredning
Rolf Hillesøy	Asplan Viak	Rådgiver
Raymond Siiri	Asplan Viak	Rådgiver
Lars Galtung	MetierOEC	Fagspesialist
Anders Beitnes	Beitnes Consulting	Fagspesialist
Trond Johansen	TroCon AS	Fagspesialist
Jakob Kristiansen	MetierOEC	Analytiker
Roar Bjøntegaard	MetierOEC	Prosessleder

## Vedlegg 2 Dokumentasjon av usikkerhetsdrivere

U1 - Markedsusikkerhet		
Usikkerhetselementer		
1 - M: God kapasitet i leverandørmarkedet, god mulighet for bygging av jernbane.		
5 - M: Prosjektet får tiltrukket seg internasjonale aktører, som gir god konkurranse og lave priser.		
49 - Blir krevende å få rådgivere til å prosjektere som følge av et presset marked.		
Beskrivelse av usikkerhetsdriver		
Usikkerhet knyttes til tilgjengelig kapasitet, konjunkturer og makroøkonomiske forhold (nasjonalt og internasjonalt). Herunder usikkerhet knyttet til markeds- og konkurransesituasjonen i leverandør-, entreprenør, rådgiver og råvaremarkedet.		
Relevante forutsetninger		
Virker på		
Hele prosjektkostnaden	Type	Verdi (MNOK)
	Relativ	
<b>Optimistisk basialternativ</b>	<b>Mest sannsynlig basialternativ</b>	<b>Pessimistisk basialternativ</b>
God kapasitet i leverandørmarkedet, god mulighet for bygging av jernbane. Prosjektet tiltrekker seg internasjonale aktører, som gir god konkurranse og lave priser. Store program/porteføljer gir høy attraktivitet. Entreprenørene kan spres over flere år og dermed sikre langsiktig og rasjonell utbygging. Den norske stat er en sikker betaler og forutsigbar finansiering som dermed gjør prosjektet mer attraktivt. Pris på innsatsmidler som stål og olje svinger mye.		Høy aktivitet i anleggsmarkedet gir et presset marked. Størrelsen på prosjektet gjør det lite attraktivt for norske entreprenører. Uhensiktsmessig usikkerhet knyttet til norske forhold. Selektiv tilbudslevering, det er et presset marked og entreprenørene velger de prosjektene de vil by på med påslag. Pris på innsatsmidler som stål og olje svinger mye. Mange entrepriser som følge av at markedet ikke er vant med store entrepriser. Og dermed begrenset konkurransesituasjon.
-20 %	0 %	18 %
-22 576	-	20 318
<b>Optimistisk dagsonealternativet</b>	<b>Mest sannsynlig dagsonealternativet</b>	<b>Pessimistisk dagsonealternativet</b>
		Sannsynligvis vanskeligere konkurranse på bruer, mindre tunnelmarked som er enklere, noen entreprenører kvier seg for å bygge bruer.
-18 %	0 %	20 %
-20 888	-	23 209
<b>Optimistisk Bjerkvik-Harstad</b>	<b>Mest sannsynlig Bjerkvik-Harstad</b>	<b>Pessimistisk Bjerkvik-Harstad</b>
		Færre bruer og tunneler, mer dagsone.
-20 %	0 %	20 %
-3 738	-	3 738

U2 - Rammebetingelser		
Usikkerhetselementer		
12 - M: Sterk miljø-opinion og pressgrupper øker aksept og gjør beslutningsprosessen enklere.		
13 - Sterk miljøopinion og pressgrupper gir restriksjoner under bygging som øker kostnadene.		
18 - Interessenter som reindriftsnæringen og veiaktører mobiliserer mostand mot prosjektet for å unngå at deres interesser blir berørt.		
27 - Nye behov for å løse godstrafikken gjør at det kan bli mindre aktuelt å bygge til Narvik, men samtidig øke behovet lenger nord.		
28 - Høyere kostnad tilknyttet nye miljøkrav som for eksempel utslippsfrie anleggsmaskiner.		
30 - Offentlige prosesser medfører at det kommer nye krav som (for eksempel krav om å unngå strandsone) gjør at man må flytte linja vesentlig og som dermed gir økte kostnader.		
31 - Prosjektet har lang levetid og kan bli utsatt for nye krav underveis som skaper betydelige merkostnader.		
37 - M: Utnyttelse av overskuddsmasser til andre formål.		
45 - Større omfang av miljøtunneler enn det som ligger til grunn.		
48 - Kommuner trenerer prosjektet og krever ekstra tiltak for å gi vedtak.		
Beskrivelse av usikkerhetsdriver		
Tekniske krav. Usikkerhetsdriveren omfatter hvordan endringer i lover, forskrifter og teknisk regelverk påvirker prosjektet, samt hvordan tilsynsmyndighet påvirker løsningsutforming og standard.		
Offentlig prosess. Usikkerhetsdriveren omfatter også påvirkning og føringer fra kommunale/lokale og regionale politiske myndigheter og pressgrupper i forbindelse med reguleringsplanarbeid, byutviklingstiltak og inngrep i interessenters nabolag.		
Virker på	Type	Verdi (MNOK)
Hele prosjektkostnaden	Relativ	
<b>Optimistisk basialternativ</b>	Mest sannsynlig	<b>Pessimistisk basialternativ</b>
Utnyttelse av overskuddsmasser til andre formål. Sterk miljøopinion og pressgrupper gir økt aksept for prosjektet som gjør beslutningsprosessen enklere. Støy og miljøtiltak blir rimeligere som følge av lite bebygde områder. Tidlig involvering av offentlige og private interessenter gir redusert krav om kompensierende tiltak. Statlig reguleringsplan vil dempe deler av kravene.		Sterk miljøopinion og pressgrupper gir restriksjoner under bygging som øker kostnadene. Interessenter som reindriftsnæringen, kommuner, næringsliv og veiaktører (eks NLF) mobiliserer mostand mot prosjektet for å unngå at deres interesser blir berørt. Nye krav tilknyttet for eksempel utslippsfrie anleggsmaskiner vil øke kostnadene. Støy og miljøtiltak kan bli dyrere i bynære områder. Generell utvikling av teknisk regelverk/TSI gir økte krav som gir økte kostnader.
-5 %	0 %	10 %
-5 644	-	11 288
<b>Optimistisk dagsonealternativet</b>	Mest sannsynlig	<b>Pessimistisk dagsonealternativet</b>
Litt reduserte krav til tunneler (brann, beredskap) som følge av færre tunneler. Større potensiale for å redusere tunneler.		Mer involvering av offentlige etater ettersom det er mer dagsone. Mer konflikt med naboer etc. som følge av mer dagsone.
-5 %	0 %	10 %
-5 802	-	11 605
<b>Optimistisk Bjerkvik-Harstad</b>	Mest sannsynlig	<b>Pessimistisk Bjerkvik-Harstad</b>
Stort ønske lokalt gir mindre motstand mot prosjektet. Færre avbøtende tiltak.		Mer bebygde områder og flere interessenter skaper flere konflikter
-5 %	0 %	10 %
-935	-	1 869

U3 - Eierstyring		
Usikkerhetselementer		
7 - M: Redusert hastighetskrav vil redusere tunnelandel og unngå de vanskeligste bruene/konstruksjonene.		
14 - M: Redusert minsteradius (1800 meter for 200 km/t) og aksept for høyere stigning (på linje med Saltfjellet - 18 promille) vil gi økt fleksibilitet og lavere kostnad.		
16 - M: Rombaksfjorden vil være enklere å bygge over sammenlignet med det planlagte alternativet - det er enklere å krysse lenger inn i landet.		
24 - Politiske preferanser knyttet til valg av trase kan gi en lite gunstig linjeføring (Hamarøy).		
20 - Manglende politisk enighet i landsdelen vil forsinke beslutninger og skape støy.		
21 - Manglende vilje til å finansiere langsiktig fremfor årlige bevilgninger gir stykkevis utbygging og økte kostnader.		
25 - M: Få grensesnitt mot Bane NORs anlegg gir mulighet til å velge en annen utbyggingsstrategi mht. infrastrukturopertør og utbygger. Kan gi lavere kostnad.		
34 - Avklaring av behov og mål kan endre det planlagte trasevalget og kan gi endrede kostnader.		
38 - M: Tidlige grunnundersøkelser kan gi riktige beslutninger og mer effektiv gjennomføring av konstruksjoner. (Unngå "hals over hode")		
39 - M: Tidlig start av planprosess gir potensiale for mindre utfordringer i offentlige planprosess.		
41 - M: Lavere kostnad til avbøtende tiltak fordi man tidlig involverer interessenter og lokale myndigheter.		
42 - Videre utredning av behovet på andre baner kan vise lavere nytte og endret vilje for å beslutte prosjektet		
43 - Følgekonsekvenser for tilstøtende baner for å hente ut nytten av Nord-Norgebanen kan medføre ekstra tiltak på de tilstøtende banene.		
Beskrivelse av usikkerhetsdriver		
<p><b>Behov og mål.</b> Samfunns mål og prosjektutløsende behov. Omfatter usikkerhet knyttet politiske prioriteringer, finansiering og beslutninger hos prosjekteier (Jernbanedirektoratet, Bane NOR og delvis Statens vegvesen).</p> <p>Videre evne til samspill mellom virksomheter og håndtering av press fra aktører/interessenter (lokalt, regionalt og nasjonalt). Styring av grensesnitt mot andre tilstøtende prosjekter og drift. Disponering av ressurser fra ulike enheter i Bane NOR, herunder signalressurser. Omfatter også usikkerhet knyttet til endringer i bestilling fra overordnet myndighet.</p>		
Forutsetninger		
Virker på	Type	Verdi (MNOK)
Hele prosjektkostnaden	Relativ	

Optimistisk basialternativ	Mest sannsynlig	Pessimistisk basialternativ
<p>Reduserte hastighetskrav vil redusere tunnelandel og unngå de vanskeligste bruene/konstruksjonene. Redusert minsteradius (1800 meter for 200 km/t) og aksept for høyere stigning (på linje med Saltfjellet - 18 promille) vil gi økt fleksibilitet og lavere kostnad.</p> <p>Rombaksfjorden vil være enklere å bygge over sammenlignet med det planlagte alternativet - det er litt enklere å krysse lenger inn i landet.</p> <p>Få grensesnitt mot Bane NORs anlegg, gir gode muligheter til å velge en annen utbyggingsstrategi mht. infrastruktur-operatør og utbygger, som kan gi lavere kostnad.</p> <p>Tidlige grunnundersøkelser kan gi riktige beslutninger og mer effektiv gjennomføring av konstruksjoner. (Unngå "hals over hode").</p> <p>Tidlig start av planprosess gir potensiale for mindre utfordringer i offentlig planprosess. Lavere kostnad til avbøtende tiltak fordi man tidlig involverer interessenter og lokale myndigheter.</p> <p>Et kombinasjonsalternativ kan gi lavere kostnad.</p>		<p>Politiske preferanser knyttet til valg av trase kan gi lite gunstig linjeføring (Hamarøy). Manglende politisk enighet i landsdelen vil forsinke beslutninger og skape støy. Avklaring av behov og mål kan endre det planlagte trasevalget og kan gi endrede kostnader.</p> <p>Manglende vilje til å finansiere langsiktig fremfor årlige bevilgninger gir stykkevis utbygging og økte kostnader.</p> <p>Videre utredning av behovet på andre baner kan vise lavere nytte og endret vilje for å beslutte prosjektet. Følgekonskvenser for tilstøtende baner for å hente ut nytten av Nord-Norgebanen kan medføre ekstra tiltak på de tilstøtende banene.</p>
-25 %	0 %	10 %
-28 219	-	11 288
Optimistisk dagsonealternativet	Mest sannsynlig	Pessimistisk dagsonealternativet
Sammenlignet med alternativ 1, så har ikke alternativ 2 undersjøisk tunnel. Dog er det lengre tunneler, som gir mulighet for reduserte kostnader ved endrede forutsetninger.		
-20 %	0 %	10 %
-23 209	-	11 605
Optimistisk Bjerkvik-Harstad	Mest sannsynlig	Pessimistisk Bjerkvik-Harstad
Redusert omfang på parsellen og kompleksitet på tunnelene og konstruksjonene.		Økt omfang på parsellen og kompleksitet på tunnelene og konstruksjonene.
-15 %	0 %	15 %
-2 804	-	2 804

U4 - Lokale forhold		
Usikkerhetselementer		
10 - Manglende informasjon om grunnforholdene og geologi. Dårlig grunn for bygging av bane i dagen, men også bergkvalitet vil gi økte kostnader.		
11 - M: Manglende informasjon om grunnforholdene og geologi. Bedre grunn for bygging av bane i dagen enn planlagt samt bergkvalitet, vil gi reduserte kostnader.		
17 - Det blir utfordrende å løse logistikken, få inn materialer, riggområder, havner osv. Vil være kostnadsdrivende. Rigg og drift kostnad		
32 - Planleggingen i det videre arbeidet avdekker vesentlige verneområder/miljøområder, som gjør at traseen må endres vesentlig og som dermed gir økte kostnader.		
36 - Massedeponering blir en stor utfordring blant annet som følge av miljøkrav.		
Beskrivelse		
Omfatter grunn- og miljøforholdene i prosjektområdet, herunder; fjellkvalitet, løsmasser og eksisterende infrastruktur i bakken, inkl. kabler og installasjoner, arkeologi, grunnvannstand. Videre omfatter driveren usikkerhet knyttet til miljømessige forhold samt massehåndtering i prosjektet, herunder gjenbruk i linjen, transport, deponering og salg.		
Forutsetninger		
Virker på	Type	Verdi (MNOK)
Hele prosjektkostnaden	Relativ	
Optimistisk basialternativ	Mest sannsynlig	Pessimistisk basialternativ
Manglende informasjon om grunnforholdene og geologi. Bedre grunn for bygging av bane i dagen enn planlagt samt bergkvalitet, vil gi reduserte kostnader. Gode masser - kan gjenbrukes.	Mye stedlig plunder og heft ligger i byggeklossene.	Manglende informasjon om grunnforhold og geologi. Dårlig grunn for bygging av bane i dagen, men også bergkvalitet vil gi økte kostnader.  Planleggingen i det videre arbeidet avdekker vesentlige verne- og miljøområder, gjør at traseen må endres vesentlig og som dermed gir økte kostnader. Massedeponering blir en stor utfordring blant annet som følge av miljøkrav.
-10 %	0 %	15 %
-11 288	-	16 932
Optimistisk dagsonealternativet	Mest sannsynlig	Pessimistisk dagsonealternativet
-10 %	0 %	15 %
-11 605	-	17 407
Optimistisk Bjerkvik-Harstad	Mest sannsynlig	Pessimistisk Bjerkvik-Harstad
-10 %	0 %	15 %
-1 869	-	2 804



U5 - Prosjektunderlag og modenhet i løsninger		
Usikkerhetselementer		
2 - M: Lagt til grunn flere kryssingsspor enn behovet tilsier, da det også ligger kryssinger inne på stasjonene.		
3 - M: Ny teknologi gir optimalisering av løsningene. For eksempel delvis eller helt uten elektrifisering av strekningen vil gi gevinst.		
6 - Modenhet i valg av byggekloss gir mulige endringer av kostnader.		
8 - M: Optimalisering av linjevalget gir mer effektive linjer og unngår de mest kompliserte konstruksjonene.		
9 - Strømforsyning er muligens ikke inkludert i byggeklossene og må planlegges/bygges inn for å dekke behovet for kraft.		
15 - Narvik vil være en kompleks by å bygge i, hvor man skal koble på Ofotbanen og utvide stasjonsområdet.		
19 - Rømningsproblematikken medfører at man beslutter å bygge dobbeltsporede tunneler for å løse problematikken knyttet til rømning fra tunneler. Vil gi betydelig økning av kostnader.		
22 - Man finner ingen løsning på bruene med lange spennvidder.		
23 - M: Finner nye tekniske løsninger som for eksempel flytebruere.		
26 - M: Lavere kostnad knyttet til signal som følge av ny teknologi (ERTMS) gjør byggingen enklere og billigere.		
29 - M: Utvikling av båndtransport gjør transporten billigere.		
33 - M: Plassering og dimensjonering av godsterminaler og stasjoner (spesielt Tromsø) kan gi optimaliserte løsninger.		
35 - M: Nye tanker om beredskap kan gi endrede løsninger knyttet til sikkerhet i tunneler. Eks vil en traktor i konstant beredskap (redningslokomotiv) være mer effektivt enn å bygge en ekstra tunnel.		
40 - Lagt til grunn færre kryssingsspor enn behovet tilsier - og at det må legges inn økte lengder for kryssing inne på stasjonene.		
44 - M: Standardisering av løsninger over hele banen kan gi betydelige effekter for en så lang linje.		
47 - M: Tverrsnittet på tunnelene blir mindre enn planlagt (eks som følge av KL-anlegg i skinnene, redusert sikringsbehov.)		
51 - Optimalisering av trase viser at kostnaden blir lavere/høyere som følge av endrede forutsetninger. Eksempelvis optimalisering av trase over Tysfjorden eller den undersjøiske tunnelen ved Tromsø.		
52 - M: Ny teknologi viser at man kan endre forutsetninger for dimensjoneringene på bruene ved eksempelvis redusere hastigheten over bruene.		
53 - Bruene blir vesentlig dyrere enn planlagt		
54 - Godsterminalene er undervurdert, mht. omfanget og kostnadene.		
Beskrivelse av usikkerhetsdriver		
Omfatter usikkerhet knyttet til modenhet og detaljeringsnivå i prosjektunderlaget, hvordan dette kan bidra til økte eller reduserte kostnader. Driveren kan beskrives som differansen mellom det fremtidige ferdige prosjektet (uten at dagens overordnede forutsetninger endres, men løsninger kan endres) og løsningene som i dag er skissert gjennom tegninger, estimer og tidsplaner. Mulighetsiden omfatter løsningsoptimalisering, mens nedsiden omfatter økte kostnader for løsninger som følge av ny informasjon og innsikt.		
Relevante forutsetninger		
Virker på	Type	Verdi (MNOK)
Hele prosjektkostnaden	Relativ	

Optimistisk basialternativ	Mest sannsynlig	Pessimistisk basialternativ
<p>Ny teknologi gir optimalisering av løsningene. For eksempel vil delvis eller helt uten elektrifisering av strekningen gi gevinst.</p> <p>Optimalisering av linjevalget gir mer effektive linjer og man unngår de mest kompliserte konstruksjonene. Finner nye tekniske løsninger som for eksempel flytebruer.</p> <p>Lavere kostnad knyttet til signal som følge av ny teknologi (ERTMS) gjør byggingen enklere og billigere. Utvikling av båndtransport gjør transporten billigere.</p> <p>Plassering og dimensjonering av godsterminaler og stasjoner (spesielt Tromsø) kan gi lavere kostnader.</p> <p>Nye tanker om beredskap kan gi endrede løsninger knyttet til sikkerhet i tunneler. Eks vil en traktor i konstant beredskap være mer effektivt enn å bygge en ekstra tunnel.</p> <p>Standardisering av løsninger over hele banen kan gi betydelige effekter for en så lang linje. Optimalisering av trasé kan gi lavere kostnader. Eksempelvis optimalisering av trase over Tysfjorden eller den undersjøiske tunnelen ved Tromsø. Modenhet i valg av byggekloss gir mulige endringer av kostnader.</p> <p>Det er lagt til grunn flere kryssningsspor enn behovet tilsier, da det også ligger kryssinger inne på stasjonene. Tverrsnittet på tunnelene blir mindre enn planlagt (som følge av KL-anlegg i skinnene, redusert sikringsbehov etc.).</p> <p>Ny teknologi viser at man kan endre forutsetninger for dimensjoneringene på bruene ved eksempelvis redusere hastigheten over bruene.</p>		<p>Modenhet i valg av byggekloss gir mulige endringer av kostnader. Endring av trasé kan gi høyere kostnader.</p> <p>Eksempelvis optimalisering av trase over Tysfjorden eller den undersjøiske tunnelen ved Tromsø.</p> <p>Risiko for at strømforsyning ikke er tilstrekkelig ivare tatt i byggeklossene og må planlegges/bygges inn for å dekke behovet for kraft. Narvik vil være en kompleks by å bygge i, hvor man skal koble på Ofotbanen og utvide stasjonsområdet.</p> <p>Rømningsproblematikken medfører dyrere løsninger for å løse problematikken knyttet til rømning fra tunneler.</p> <p>Man finner ingen løsning på bruene med lange spennvidder. Det er lagt til grunn færre kryssningsspor enn behovet tilsier - og at det må legges inn økte lengder for kryssing inne på stasjonene. Bruene blir vesentlig dyrere enn planlagt.</p> <p>Godsterminalene er undervurdert, omfanget og kostnadene.</p>
-20 %	0 %	25 %
-22 576	-	28 219
<b>Optimistisk dagsonealternativet</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Pessimistisk dagsonealternativet</b>
-20 %	0 %	25 %
-23 209	-	29 012
<b>Optimistisk Bjerkvik-Harstad</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Pessimistisk Bjerkvik-Harstad</b>
-20 %	0 %	25 %
-3 738	-	4 673

U6 - Organisasjon og gjennomføringsevne		
Usikkerhetselementer		
46 - Tilgang på spesialistkompetanse (brubyggere, signal etc.) blir utfordrende å få på plass så langt nord.		
50 - God/dårlig prosjektledelse medfører betydelige endringer på kostnadene.		
55 - M: Gjennomføringen av store prosjektet blir mer effektive gjennom historiske erfaringer med store prosjekter. Nye materialer og nye løsninger.		
56 - Prosjektet tiltrekker seg internasjonale aktører, som gir betydelige språk- og kulturproblemer og gir store utfordringer i gjennomføringsfasen.		
4 - M: Prosjektet får nok ressurser til å bygge kostnadseffektivt.		
Beskrivelse av usikkerhetsdriver		
Usikkerheten omhandler kompetanse, kapasitet, kontinuitet i organisasjonen, både under utredning og i forprosjekt. Herunder hvordan prosjektet styres og kommuniserer med aktører og interessenter. Videre evne til å styre prosjektomfang, sikkerhet, grensesnitt og ivareta løsningsoptimalisering. Driveren omfatter også organisasjonens evne til å utarbeide en gode planer.		
Relevante forutsetninger		
Virker på	Type	Verdi (MNOK)
Hele prosjektkostnaden	Relativ	
<b>Optimistisk basialternativ</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Pessimistisk basialternativ</b>
Gjennomføringen av store prosjektet blir mer effektive gjennom historiske erfaringer med store prosjekter. Nye materialer og nye løsninger. Felles bruk av standarder og maler fra andre store prosjekter gir gevinster for prosjektet, herunder standardiserte løsninger og bedre referanser som gir mer forutsigbarhet for rådgiver.  Prosjektet får nok ressurser til å bygge kostnadseffektivt. Mange prosjekter i programmet gir god læringseffekt og erfaringsoverføring med entreprenører, kontrakter, og andre særegenheter. God kontinuitet i prosjektersurser.  Prosjektet evner å samarbeide godt med kommuner, fylkeskommuner, Statens vegvesen og andre interessenter og får en effektiv offentlig prosess og utvikling av prosjektet.	Som forutsatt.	Prosjektet får ikke tilstrekkelig kompetanse, ressurser og tyngde til å gjennomføre prosjektet ift. prosjektets kompleksitet. Undervurdering av kompleksitet. Tilgang på spesialistkompetanse (brubyggere, signal etc.) blir utfordrende å få på plass så langt nord.  Prosjektet tiltrekker seg internasjonale aktører, som gir betydelige språk- og kulturproblemer og gir store utfordringer i gjennomføringsfasen.  Krevende prosjektledelse, ulikt modenhetsnivå og motstridende målsetninger, prosesser, gjennomføringsplan etc. mellom BaneNOR, kommuner, fylkeskommuner, Statens vegvesen og interessentgrupper.
-5 %	0 %	10 %
-5 644	-	11 288
<b>Optimistisk dagsonealternativet</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Pessimistisk dagsonealternativet</b>
-5 %	0 %	10 %
-5 802	-	11 605
<b>Optimistisk Bjerkvik-Harstad</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Pessimistisk Bjerkvik-Harstad</b>
-5 %	0 %	10 %
-935	-	1 869

**U7 - Game changer****Beskrivelse av usikkerhetsdriver**

Under arbeidsmøtet fremkom det at prosjektets størrelse i seg selv vil kunne medføre at de definerte byggeklosser som estimeringsgrunnlag blir feil. Prosjektets størrelse gir et sterkt insitamant til å definere et eget normverk. Det vil være potensiale for både mer effektiv bygging, smartere, industrialiserte løsninger og mer effektive gjennomføringsmodeller enn det som ligger i all norsk erfaring fram til nå.

Ulike deler av jernbanesektoren jobber med forbedring kontinuerlig. Det er likevel muligheter for at det kan tas grep på tvers av organisasjoner som kan gi større effekt. Gitt en gjennomtenkt strategi for finansiering, byggetakt og kontrahering og kanskje en mer fristilt byggherreorganisasjon, kan det oppnås store kostnadsbesparelser som ikke er tatt hensyn til i basis for de kostnadsoverslagene som er gjennomført i denne sammenhengen.

Analysegruppen mener vi det er mer sannsynlig enn ikke at en betydelig utvikling vil initieres av prosjekteier og innenfor prosjektet. Noen eksempler:

- KL i tunneler, strømskinne og spesielle sakseutligger, som reduserer behov for tverrsnitt/høyde.
- Prefabrikkerte bruspenner, inkl. viadukter ved krevende grunnforhold. Dette bør få dramatisk effekt for bruer med spenn opptil 60 m. Også for lengre spenn på bruer over vann, så som kassedragere og nettverksbruer på opp mot 150 m spenn, kan prefabrikasjon og industrialiserte metoder for montasje fra flåte redusere kostnadene med flere ti-talls %.
- Prefabrikkerte multifunksjons innredning i tunnel. Spesielt for TBM-tunnel kan det utvikles serieproduserte såleelementer som inneholder mye av den tekniske infrastrukturen for føringsveier, lys, gangbane o.l.
- Tunnelportaler bør kunne utvikles for å bygges med kostnadsbesparende metoder, på samme måte som bekke-, vilt- og jordbrukskryssinger, der prefabrikkerte løsninger allerede i dag inngår som mer eller mindre standard.
- For landkar til bruer ligger det stort sett uøkonomiske løsninger og byggemetoder i erfaringsgrunnlaget. I det store omfanget av nye vegprosjekter er erfaringen at det er stort potensiale for forenkling og ikke minst hurtigere ferdigstilling.
- Underbygning skal bygges opp med kvalitetsmasse. Dersom det medfører lange transporter, kan det ligge et betydelig potensial i å tenke nytt om forsterkning av stedlig bergmasse for å oppnå samme stivhet, levetid og drenevne.
- Innen fagene tele og signal (sikkerhetssystemer), samt sensorteknologi, bør den rivende utviklingen bl.a. med 4G kunne gi enklere og sikrere løsninger.

Samlet sett anslås det at det bør være et oppnåelig mål at Nord-Norgebanen skal drive fram en teknologiutvikling som gir 20 -30 % lavere kostnader enn dagens byggemetode, uten at det går på bekostning av kvalitet, regularitet og levetid.

**Relevante forutsetninger**

Det tas beslutninger innen jernbanesektoren, politisk, i Jernbanedirektoratet og i Bane NOR, for å legge til rette for mer kostnadseffektiv utbygging og tilpassing av krav til Nord-Norgebanen.

Virker på	Type	Verdi (MNOK)
Hele prosjektkostnaden	Relativ	
<b>Optimistisk basialternativ</b>	Mest sannsynlig	<b>Pessimistisk basialternativ</b>
Samlet sett anslås det å være et oppnåelig mål at Nord-Norgebanen skal drive fram en teknologiutvikling som kan gi inntil 20 -30 % lavere kostnader enn dagens byggemetode, uten at det går på bekostning av kvalitet, regularitet og levetid.		
-25 %	-10 %	0 %
<b>Optimistisk dagsonealternativet</b>	Mest sannsynlig	<b>Pessimistisk dagsonealternativet</b>
-25 %	-10 %	0 %
<b>Optimistisk Bjerkvik-Harstad</b>	Mest sannsynlig	<b>Pessimistisk Bjerkvik-Harstad</b>
-25 %	-10 %	0 %

## Vedlegg 3 Dokumentasjon av kostnadselementer og estimatusikkerhet

K1 - Dagsone									
Beskrivelse									
Er basert på Jernbanedirektoratets byggeklosser. Inkluderer påslag for rigg og drift (25 % av produksjonskostnadene) som deretter har et påslag for byggherrekostnader (15 %) og prosjekteringskostnader (12 %). Mengder er basert på kartgrunnlag (topografiske kart/ArcGIS) og tidligere trasevurderinger. Her er summen av alle dagsonelengdene fordelt på enkel, middels eller vanskelig bygging av enkeltsporede strekninger. I tillegg er det lagt på et påslag for viltkryssing på de ulike elementene på 10 %. Det er subjektive vurderinger som ligger til grunn for valg av byggekloss.									
Kostnadsposter	Mengde basisalternativ	Enhetspriser basisalternativ	Sum (divisor: Million)	Mengde dagsonealternativet	Enhetspriser dagsonealternativet	Sum (divisor: Million)	Mengde Bjerkvik-Harstad	Enhetspriser Bjerkvik-Harstad	Sum (divisor: Million)
Enkle byggeforhold	27 599	108 000	2 981	20 129	108 000	2 174	371	108 000	40
Enkle byggeforhold m/påslag for viltkryssing	7 113	118 800	845	13 710	118 800	1 629	-	118 800	-
Middels byggeforhold	34 806	123 000	4 281	40 489	123 000	4 980	22 478	123 000	2 765
Middels byggeforhold m/påslag for viltkryssing	31 099	135 300	4 208	41 384	135 300	5 599	15 918	135 300	2 154
Vanskelige byggeforhold	22 652	215 000	4 870	39 049	215 000	8 396	7 814	215 000	1 680
Vanskelige byggeforhold m/påslag for viltkryssing	1 878	236 500	444	27 739	236 500	6 560	-	236 500	-
Grunnkalkyle			17 629			29 338			6 639
Korreksjonsfaktor			-5 %			-5 %			-5 %
Basiskostnad			16 747			27 871			6 307
Beskrivelse av korreksjonsfaktor									
Kostnadene til dagsone er stort sett på riktig nivå, men referansene indikerer at kostnadene burde være noe lavere. Erfaringsprisene i byggeklossene er fra prosjekter med helt andre utfordringer enn man vil ha i Nord-Norge. Det vil være behov for spesielle viltkryssinger for store reinflokker (10 % påslag), samt en god del skjæringer, men dette er hensyntatt i estimeringen. Det som ikke i tilstrekkelig grad har blitt hensyntatt i kalkylen, er at Nord-Norge banen i stor grad vil være et såkalt «greenfield»-prosjekt, med lite bebyggelse og mye jomfruelig terreng. Analysegruppen har derfor lagt til grunn en korreksjon som virker 5 % ned på de samlede dagsonekostnadene									

Optimistisk basialternativ	Mest sannsynlig basialternativ	Pessimistisk basialternativ	
<p>- Generell usikkerhet i enhetspriser, innhold i og valg av byggeklosser langs strekningen.</p> <p>- Forskyving av grensesnitt mellom enkle, middels og vanskelige byggeforhold. Enklere byggeforhold enn lagt til grunn. En annen kontraktstrategi eller annen filosofi.</p> <p>God tilgang på masser. Kan bruke fjellmasser i daglinjen. Generelt færre referanseprosjekter og mer usikkerhet i enkeltsporede strekninger i byggeklossmetoden.</p> <p>Trenger ikke så mye støyskjerming. Bygger i områder med spredt bebyggelse, ikke så mange hensyn som skal tas sammenlignet med referanseprosjektene.</p>	<p>Referanseprisene er sannsynligvis for høye for banen da det er store bynære prosjekter på Østlandet.</p>	<p>- Generell usikkerhet i enhetspriser, innhold i og valg av byggeklosser langs strekningen.</p> <p>- Forskyving av grensesnitt mellom enkle, middels og vanskelige byggeforhold. Vanskeligere byggeforhold enn lagt til grunn.</p> <p>Generelt færre referanseprosjekter og mer usikkerhet i enkeltsporede strekninger i byggeklossmetoden.</p> <p>Må ta mer hensyn til skred. Mye fyllinger og skjæringer som kan være undervurdert. Enhetspriser kan være undervurdert for de vanskeligste byggeforholdene. Undervurdering av tiltak for miljø/viltkrysninger.</p>	
-30 % 11 723	16 747	20 934	25 %
Optimistisk dagsonealternativet	Mest sannsynlig dagsonealternativet	Pessimistisk dagsonealternativet	
-30 % 19 510	27 871	34 839	25 %
Optimistisk Bjerkvik-Harstad	Mest sannsynlig Bjerkvik-Harstad	Pessimistisk Bjerkvik-Harstad	
-30 % 4 415	6 307	7 883	25 %

K2 - Tunnel									
Beskrivelse									
Er basert på Jernbanedirektoratets byggeklosser. Inkluderer påslag for rigg og drift (25 % av produksjonskostnadene) som deretter har et påslag for byggherrekostnader (15 %) og prosjekteringskostnader (12 %). Mengder er basert på kartgrunnlag (topografiske kart/ArcGIS) og tidligere trasevurderinger. Her er summen av alle tunnellengdene fordelt på middels eller vanskelig bygging av enkeltsporede strekninger. I tillegg er det lagt på et påslag på 6 %, 30 % på den svært lange tunnelen og 35 % påslag for rømningstunnel. Det er subjektive vurderinger som ligger til grunn for valg av byggekloss.									
Kostnadsposter	Mengde basialternativ	Enhetspriser basialternativ	Sum (divisor: Million)	Mengde reduisert tunnelandel	Enhetspriser reduisert tunnelandel	Sum (divisor: Million)	Mengde Bjerkvik- Harstad	Enhetspriser Bjerkvik- Harstad	Sum (divisor: Million)
Middels byggeforhold	107 536	308 000	33 121	124 023	308 000	38 199	30 469	308 000	9 384
Middels byggeforhold m/6 % påslag (ukjent grunn)	9 015	327 336	2 951	-	327 336	-	-	327 336	-
Middels byggeforhold m/10 % påslag Sør fjordbotn tunnel	52 519	400 683	21 043	-	400 683	-	-	400 683	-
Middels byggeforhold m/10 % påslag for rømningstunnel	34 346	415 800	14 281	21 793	415 800	9 062	-	415 800	-
Vanskelige byggeforhold	13 383	406 000	5 433	17 411	406 000	7 069	1 293	406 000	525
Grunnkalkyle			76 830			54 329			9 909
Korreksjonsfaktor			-15 %			-15 %			-15 %
Basiskostnad			65 306			46 180			8 423
Beskrivelse av korreksjonsfaktor									
<p>Det er i estimeringen benyttet byggekloss for enkeltsporet tunnel middels vanskelig byggeforhold. I forbindelse med kvalitetssikring av estimatet har fagressursene i analyseteamet vurdert bruk av byggeklossen for middels vanskelig byggeforhold mot et utvalg referanseprosjekter med tilsvarende størrelse og krav om rømningstunnel, samme permanentsikring, PE-skum og sprøytebetong (0-toleranse mot steinnedfall) og omfatter oppbygging av kjørebane til under bærelag, inkludert drenering.</p> <p>Flere av byggeklossenes referanseprosjekter har betydelige kostnader for injeksjon, noe som for ny Nord-Norgebane er inkludert separat avhengig av middels eller vanskelige byggeforhold uten at gjennomsnittlig basispris i byggeklossen er redusert. Basisprisen uten tillegg for injeksjon inneholder således en del injeksjon, sikringsbuer og varierende sikringsomfang.</p>									

Flere av referanseprosjektene går under bebygde områder med relativt liten overdekning som både krever mer sikring og injeksjon; gjennomsnittskostnaden i erfaringsgrunnlaget er således trolig høyere enn hva man kan forvente på ny Nord-Norgebane.

I en alternativ oppbygging av byggeklosskostnader har vi vurdert en engangskostnad per tunnel for forskjæring, portal og tilkomst og lagt til en ekstra kostnad for dette.

Etter dette prinsippet finner vi av egne referanseprosjekter at den komplette byggeklossen for enkeltsporet tunnel bør være anslagsvis 75 % av estimert pris. Dette inneholder et tillegg for å dekke risiko for uteglemler og varierende R & D-kostnader.

Optimistisk basisalternativ	Mest sannsynlig basisalternativ	Pessimistisk basisalternativ	
<p>Stordriftsfordeler bør være mulig å oppnå for mange og lange tunneler. Tunneler kan drives mer rasjonelt. Entreprenørene kan planlegge med flere tunneler i sekvensielt, noe som gir bedre utnyttelse av ressursene.</p> <p>Mer overdekning enn byggeklossen legger til grunn gir mindre behov for over tetting og sikring. Mindre omfang av injeksjon og full utstøpning enn lagt til grunn.</p>	Sannsynligvis blir Sørfjordbotn tunnel bygget som to tunneler.	<p>Dersom entreprenøren ikke har kompetanse til å utføre jobben, vil kostnadene stige. Undervurdert vanskelig geologi. Entreprenørkrav øker omfanget. Større behov for rømning/sikkerhet enn forutsatt.</p> <p>Større omfang av tetting og sikring enn det er lagt til grunn. Større omfang full utstøpning enn lagt til grunn i «reduert» byggekloss.</p> <p>Høyere rigg og drift for tunneler.</p>	
-20 % 48 236	60 295	84 416	40 %
Optimistisk dagsonealternativet	Mest sannsynlig dagsonealternativet	Pessimistisk dagsonealternativet	
-20 % 35 803	44 754	62 655	40 %
Optimistisk Bjerkvik-Harstad	Mest sannsynlig Bjerkvik-Harstad	Pessimistisk Bjerkvik-Harstad	
-20 % 6 738	8 423	11 792	40 %



K3 - Undersjøisk tunnel									
Beskrivelse									
Er basert på Jernbanedirektoratets byggeklosser. Inkluderer påslag for rigg og drift (25 % av produksjonskostnadene) som deretter har et påslag for byggherrekostnader (15 %) og prosjekteringskostnader (12 %). Mengder er basert på kartgrunnlag (topografiske kart/ArcGIS) og tidligere trasevurderinger. For undersjøisk tunnel er det lagt til grunn vanskelige byggeforhold tillagt et påslag på 45 % for høy grad av kompleksitet samt rømningstunnel.									
Kostnadsposter	Mengde basialternativ	Enhetspriser basialternativ	Sum (divisor: Million)	Mengde redusert tunnelandel	Enhetspriser redusert tunnelandel	Sum (divisor: Million)	Mengde Bjerkvik- Harstad	Enhetspriser Bjerkvik- Harstad	Sum (divisor: Million)
Rystraumen tunnel - Vanskelige byggeforhold	24 832	588 700	14 619	-	588 700	-	-	588 700	-
Grunnkalkyle			14 619			-			-
Korreksjonsfaktor			-15 %			-15 %			-15 %
Basiskostnad			12 426			-			-
Beskrivelse av korreksjonsfaktor									
Se beskrivelse under K2 - Tunnel									

Optimistisk basialternativ	Mest sannsynlig basialternativ	Pessimistisk basialternativ
- Generell usikkerhet i enhetspriser, innhold i og valg av byggeklosser på strekningen. - Enklere byggeforhold enn lagt til grunn. Kan gjenbruke fjellmasser i daglinjen. Generelt mer usikkerhet i enkeltsporede strekninger i byggeklossmetoden.		- Generell usikkerhet i enhetspriser, innhold i og valg av byggeklosser langs strekningen. - Vanskeligere byggeforhold enn lagt til grunn. Generelt mer usikkerhet i enkeltsporede strekninger i byggeklossmetoden. Enhetspriser kan være undervurdert for de vanskelige bygge-forholdene.  For undersjøisk tunnel gjelder i større grad høy planleggingskostnad, flere tverrslag og mer forinjeksjon.
-40 % 7 455	12 426	17 396 40 %
Optimistisk dagsonealternativet	Mest sannsynlig dagsonealternativet	Pessimistisk dagsonealternativet
0 % -	-	- 0 %
Optimistisk Bjerkvik-Harstad	Mest sannsynlig Bjerkvik-Harstad	Pessimistisk Bjerkvik-Harstad
0 % -	-	- 0 %

## K4 - Bruer

Beskrivelse									
Er basert på Jernbanedirektoratets byggeklosser. Inkluderer påslag for rigg og drift (25 % av produksjonskostnadene) som deretter har et påslag for byggherrekostnader (15 %) og prosjekteringskostnader (12 %). Mengder er basert på kartgrunnlag (topografiske kart/ArcGIS) og tidligere trasevurderinger. Her er summen av alle brulengdene fordelt på liten, liten-moderat, moderat, eller store spennvidder. I tillegg er det gjort en særskilt vurdering av spesielle konstruksjoner med stor spennvidde. Det er skjønsmessige vurdering som ligger til grunn for valg av byggekloss.									
Kostnadsposter	Mengde basisalternativ	Enhetspriser basisalternativ	Sum (divisor: Million)	Mengde dagsonealternativet	Enhetspriser dagsonealternativet	Sum (divisor: Million)	Mengde Bjerkvik-Harstad	Enhetspriser Bjerkvik-Harstad	Sum (divisor: Million)
Liten spennvidde	1 591	284 000	452	254	284 000	72	-	284 000	-
Liten-moderat spennvidde	-	363 000	-	3 988	363 000	1 448	2 339	363 000	849
Moderat spennvidde	1 358	442 000	600	2 947	442 000	1 303	788	442 000	348
Stor spennvidde	3 676	593 000	2 180	9 535	593 000	5 654	-	593 000	-
Stor spennvidde, spesiell konstruksjon	-	-	-	4 778	2 700 000	12 901	-	2 700 000	-
Rombaksfjorden - spesiell konstruksjon	1 645	2 700 000	4 442	1 645	2 700 000	4 442	-	2 700 000	-
Storstraumen bru - spesiell konstruksjon light (justert ned til 58,6 %)	-	2 700 000	-	1 033	1 582 200	1 634	-	2 700 000	-
Grunnkalkyle			7 673			27 453			1 197
Korreksjonsfaktor			5 %			4 %			4 %
Basiskostnad			8 090			28 496			1 250
Beskrivelse av korreksjonsfaktor									
<p>Analyseteamet har gjort undersøkelser av referanseprosjekter på bruer og konkludert med at kostnadsnivået Liten og Liten/moderat spennvidde samt de spesielle brune med spesielt store spennvidder ligger på riktig nivå. For bruene med middels og stor spennvidde, er byggeklossene estimert noe lavt sammenlignet med referanseprosjekter. Analyseteamets vurdering er at dette er typiske broer av typen Fritt-frem eller mindre Skråstag, hvor det kan forventes en del uforutsette hendelser og har derfor justert disse bruene opp med 15 %. Disse bruene utgjør en mindre andel av bruene i kalkylen, slik at den samlede effekten av justeringene blir mellom 3,8 og 5,4 % på basisestimatet.</p>									

Optimistisk basialternativ	Mest sannsynlig basialternativ	Pessimistisk basialternativ	
<p>Stordriftsfordeler gjennom standardiserte/industrialisert prosesser for bygging av bruer.</p> <p>Prosjektet er svært stort og kan dermed investere i utvikling av løsninger som man kan oppnå gevinst av. For eksempel prefabrikkerte løsninger.</p> <p>Generell pris- og mengdeusikkerhet.</p>	<p>Sannsynligvis er kompleksiteten på bruer undervurdert.</p> <p>Entreprenørene sliter med å få fortjeneste på bruer og det er rimelig å forvente at prisene vil øke.</p>	<p>Kompetansen på bruer er begrenset da det bygges få av de store bruene. Kulturen for å bygge i Norge er basert på "belte og bukseseler" – de blir ofte overdimensjonert.</p> <p>Dette er jernbanebruer som ikke er bygget før og som vil være utsatt for mye vær og vind - kompleksiteten kan være undervurdert.</p> <p>Grunnforholdene er ukjente og kan være undervurderte.</p>	
-30 %	5 663	12 944	60 %
Optimistisk dagsonealternativet	Mest sannsynlig dagsonealternativet	Pessimistisk dagsonealternativet	
Flere bruer og spesielt store og kompliserte bruer bidrar til høyere usikkerhet		Flere bruer og spesielt store og kompliserte bruer bidrar til høyere usikkerhet.	
-50 %	14 248	49 869	75 %
Optimistisk Bjerkvik-Harstad	Mest sannsynlig Bjerkvik-Harstad	Pessimistisk Bjerkvik-Harstad	
-30 %	875	1 999	60 %

K5 - Kryssingsspor									
Beskrivelse									
Er basert på Jernbanedirektoratets byggeklosser. Inkluderer påslag for rigg og drift (25 % av produksjonskostnadene) som deretter har et påslag for byggherrekostnader (15 %) og prosjekteringskostnader (12 %). Mengder er basert på kartgrunnlag (topografiske kart/ArcGIS) og tidligere trasevurderinger. Her er summen av alle kryssingsspor fordelt på enkel eller vanskelige byggeforhold og med/uten tunnel. Det er subjektive vurderinger som ligger til grunn for valg av byggekloss.									
Kostnadsposter	Mengde basialternativ	Enhetspriser basialternativ	Sum (divisor: Million)	Mengde dagsonealternativet	Enhetspriser dagsonealternativet	Sum (divisor: Million)	Mengde Bjerkvik-Harstad	Enhetspriser Bjerkvik-Harstad	Sum (divisor: Million)
Enkle byggeforhold	1	155 000 000	155	3	155 000 000	465	2	155 000 000	310
Vanskelige byggeforhold	1	257 000 000	257	2	257 000 000	514	-	257 000 000	-
I tunnel – enkle byggeforhold	3	225 400 000	676	2	225 400 000	451	1	225 400 000	225
I tunnel – vanskelige byggeforhold	2	293 020 000	586	-	293 020 000	-	-	293 020 000	-
Grunnkalkyle			1 674			1 430			535
Korreksjonsfaktor			0 %			0 %			0 %
Basiskostnad			1 674			1 430			535
Forutsetninger									
Optimistisk basialternativ			Mest sannsynlig basialternativ			Pessimistisk basialternativ			
Ved å bygge kryssingsspoet samtidig med bygging av enkeltsporet bane, vil man sannsynligvis oppnå stordriftsfordeler.			Vil kryssingsspor på en bane som ikke er bygget være en del lavere enn å legge et kryssingsspor på eksisterende bane. Det blir ekstra kostnader for sporveksler og signal.						
-30 %	1 172		1 674			2 177			30 %
Optimistisk dagsonealternativet			Mest sannsynlig dagsonealternativet			Pessimistisk dagsonealternativet			
-30 %	1 001		1 430			1 859			30 %
Optimistisk Bjerkvik-Harstad			Mest sannsynlig Bjerkvik-Harstad			Pessimistisk Bjerkvik-Harstad			
-30 %	375		535			696			30 %

K6 – Godsterminaler									
Beskrivelse									
Er basert på erfaringstall fra andre prosjekter. Det er enten lagt til grunn en liten eller stor godsterminal.									
Kostnadsposter	Mengde basialternativ	Enhetspriser basialternativ	Sum (divisor: Million)	Mengde dagsonealternativet	Enhetspriser dagsonealternativet	Sum (divisor: Million)	Mengde Bjerkvik-Harstad	Enhetspriser Bjerkvik-Harstad	Sum (divisor: Million)
Fauske godsterminal (liten terminal)	1	310 000 000	310	1	310 000 000	310	-	310 000 000	-
Narvik godsterminal (liten terminal)	1	310 000 000	310	1	310 000 000	310	-	310 000 000	-
Ny godsterminal (Storsteinnes/Tjeldsund – liten terminal)	1	310 000 000	310	-	310 000 000	-	1	310 000 000	310
Tromsø godsterminal (stor terminal)	1	1 100 000 000	1 100	1	1 100 000 000	1 100	-	1 100 000 000	-
Grunnkalkyle			2 030			1 720			310
Korreksjonsfaktor			0 %			0 %			0 %
Basiskostnad			2 030			1 720			310

Optimistisk basialternativ	Mest sannsynlig basialternativ	Pessimistisk basialternativ
Det er betydelig usikkerhet knyttet til arealer, grunnarbeid og omfang.		Det er betydelig usikkerhet knyttet til arealer, grunnarbeid og omfang. En liten godsterminal dekker ikke behovet for et fremtidig marked og omfanget vokser.
-15 % 1 726	2 030	3 045 50 %
Optimistisk dagsonealternativet	Mest sannsynlig dagsonealternativet	Pessimistisk dagsonealternativet
-15 % 1 462	1 720	2 580 50 %
Optimistisk Bjerkvik-Harstad	Mest sannsynlig Bjerkvik-Harstad	Pessimistisk Bjerkvik-Harstad
-15 % 264	310	465 50 %

K7 - Stasjoner									
Beskrivelse									
Er basert på Jernbanedirektoratets byggeklosser. Inkluderer påslag for rigg og drift (25 % av produksjonskostnadene) som deretter har et påslag for byggherrekostnader (15 %) og prosjekteringskostnader (12 %). Plassering av stasjon er basert på kartgrunnlag (topografiske kart/ArcGIS) og tidligere trasevurderinger. Her er summen av alle stasjoner fordelt på enkel eller vanskelig stasjon samt en 4-sporstasjon. Det er subjektive vurderinger som ligger til grunn for valg av byggekloss.									
Kostnadsposter	Mengde basialternativ	Enhetspriser basialternativ	Sum (divisor: Million)	Mengde dagsonealternativet	Enhetspriser dagsonealternativet	Sum (divisor: Million)	Mengde Bjerkvik- Harstad	Enhetspriser Bjerkvik- Harstad	Sum (divisor: Million)
Enkel 2-spors	9	351 000 000	3 159	9	351 000 000	3 159	-	351 000 000	-
Vanskelig 2-spors	-	451 000 000	-	-	451 000 000	-	2	451 000 000	902
Ny 4-spors stasjon (Tromsø)	1	560 000 000	560	1	560 000 000	560	-	560 000 000	-
Grunnkalkyle			3 719			3 719			902
Korreksjonsfaktor			0 %			0 %			0 %
Basiskostnad			3 719			3 719			902
Forutsetninger									
Optimistisk basialternativ			Mest sannsynlig basialternativ			Pessimistisk basialternativ			
Store muligheter for å planlegge effektivt og industrialisert, med samme teknologi og nyvinninger.						Mest sannsynligvis vil disse bli bygget med 950 meter kryssing. Man bygger inne i tettbebygde strøk.			
-40 %	2 231			3 719		5 207			40 %
Optimistisk dagsonealternativet			Mest sannsynlig dagsonealternativet			Pessimistisk dagsonealternativet			
-40 %	2 231			3 719		5 207			40 %
Optimistisk Bjerkvik-Harstad			Mest sannsynlig Bjerkvik-Harstad			Pessimistisk Bjerkvik-Harstad			
-40 %	541			902		1 263			40 %

K8 - Grunnerverv									
Beskrivelse									
Basert på telling av boliger/landbruk/skog etc. i en antatt trasé.									
Kostnadsposter	Mengde basialternativ	Enhetspriser basialternativ	Sum (divisor: Million)	Mengde redusert tunnelandel	Enhetspriser redusert tunnelandel	Sum (divisor: Million)	Mengde Bjerkvik-Harstad	Enhetspriser Bjerkvik-Harstad	Sum (divisor: Million)
Grunnerverv	1	1 716 000 000	1 716	1	1 483 000 000	1 483	1	167 000 000	167
Grunnkalkyle			1 716			1 483			167
Korreksjonsfaktor			0 %			0 %			0 %
Basiskostnad			1 716			1 483			167
Forutsetninger									
Optimistisk basialternativ			Mest sannsynlig basialternativ			Pessimistisk basialternativ			
Det er betydelig usikkerhet knyttet til omfang av grunnerverv ettersom endelig linjeføring ikke er besluttet. Usikkerhet også til enhetspriser på eiendom og bygninger.						Det er betydelig usikkerhet knyttet til omfang av grunnerverv ettersom endelig linjeføring ikke er besluttet. Usikkerhet også til enhetspriser på eiendom og bygninger.			
-50 %	858			1 716			2 574		50 %
Optimistisk dagsonealternativet			Mest sannsynlig dagsonealternativet			Pessimistisk dagsonealternativet			
-50 %	742			1 483			2 225		50 %
Optimistisk Bjerkvik-Harstad			Mest sannsynlig Bjerkvik-Harstad			Pessimistisk Bjerkvik-Harstad			
-50 %	84			167			251		50 %

## Vedlegg 4 Analysemodeller

Kostnadsposter	Grunnkalkyle	Basiskostnad	O		M		P		P50	Standard-avvik	Forventet tillegg
K1 - Dagsone	17 629	16 747	-30 %	11 723	0 %	16 747	25 %	20 934	16 533	3 412	-215
K2 - Tunnel	70 935	60 295	-20 %	48 236	0 %	60 295	40 %	84 413	64 372	13 334	4 077
K3 - Undersjøisk tunnel	14 619	12 426	-40 %	7 455	0 %	12 426	40 %	17 396	12 398	3 656	-28
K4 - Bruer	7 673	8 090	-30 %	5 663	0 %	8 090	60 %	12 944	8 898	2 699	808
K5 - Kryssingspor	1 674	1 674	-30 %	1 172	0 %	1 674	30 %	2 177	1 682	369	8
K6 - Godsterminaler	2 030	2 030	-15 %	1 726	0 %	2 030	50 %	3 045	2 285	488	255
K7 - Stasjoner	3 719	3 719	-40 %	2 231	0 %	3 719	40 %	5 207	3 729	1 094	10
K8 - Grunnerverv	1 716	1 716	-50 %	858	0 %	1 716	50 %	2 574	1 712	633	-4
<b>Sum prosjektkostnad</b>	<b>119 996</b>	<b>106 698</b>							<b>112 121</b>	<b>14 559</b>	<b>5 424</b>
Usikkerhetsdrivere	Basiskostnad		O		M		P		P50	Standard-avvik	Forventet tillegg
U1 - Markedsusikkerhet		112 878	-20 %	-22 576	0 %	-	18 %	20 318	-502	16 011	-502
U2 - Rammebetingelser		112 878	-5 %	-5 644	0 %	-	10 %	11 288	1 879	6 347	1 879
U3 - Eierstyring		112 878	-25 %	-28 219	0 %	-	10 %	11 288	-5 499	14 748	-5 499
U4 - Lokale forhold		112 878	-10 %	-11 288	0 %	-	15 %	16 932	1 922	10 489	1 922
U5 - Prosjektunderlag og modenhet i løsninger		112 878	-20 %	-22 576	0 %	-	25 %	28 219	1 703	18 725	1 703
U6 - Organisasjon og gjennomføringsevne		112 878	-5 %	-5 644	0 %	-	10 %	11 288	1 897	6 372	1 897
<b>Sum usikkerhetsdrivere</b>									<b>1 982</b>	<b>31 742</b>	<b>1 982</b>
<b>Sum prosjektkostnad med usikkerhetsdrivere</b>	<b>119 996</b>	<b>106 698</b>						<b>Analyseresultat</b>	<b>113 318</b>	<b>35 117</b>	<b>6 620</b>
								<b>P15</b>	<b>77 921</b>		
								<b>P85</b>	<b>151 277</b>		
								<b>Relativt standardavv.</b>	<b>31 %</b>		

Figur 1 - Analysemodell Alternativ 1, Høy tunnelandel, MNOK, 2019-verdier



Kostnadsposter	Grunnkalkyle	Basiskostnad	O		M		P		P50	Standard-avvik	Forventet tillegg
K1 - Dagsone	29 338	27 871	-30 %	19 510	0 %	27 871	25 %	34 839	27 434	5 712	-437
K2 - Tunnel	52 651	44 754	-20 %	35 803	0 %	44 754	40 %	62 655	47 931	10 038	3 177
K3 - Undersjøisk tunnel	-	-	0 %	-	0 %	-	0 %	-	-	-	-
K4 - Bruer	27 453	28 496	-50 %	14 248	0 %	28 496	75 %	49 869	30 989	13 187	2 493
K5 - Kryssingspor	1 430	1 430	-30 %	1 001	0 %	1 430	30 %	1 859	1 425	315	-5
K6 - Godsterminaler	1 720	1 720	-15 %	1 462	0 %	1 720	50 %	2 580	1 935	418	215
K7 - Stasjoner	3 719	3 719	-40 %	2 231	0 %	3 719	40 %	5 207	3 687	1 093	-32
K8 - Grunnerverv	1 483	1 483	-50 %	742	0 %	1 483	50 %	2 225	1 480	548	-3
<b>Sum prosjektkostnad</b>	<b>117 794</b>	<b>109 473</b>							<b>115 863</b>	<b>17 482</b>	<b>6 390</b>
Usikkerhetsdrivere	Basiskostnad		O		M		P		P50	Standard-avvik	Forventet tillegg
U1 - Markedsusikkerhet		116 046	-18 %	-20 888	0 %	-	20 %	23 209	738	16 411	738
U2 - Rammebetingelser		116 046	-5 %	-5 802	0 %	-	10 %	11 605	1 916	6 456	1 916
U3 - Eierstyring		116 046	-20 %	-23 209	0 %	-	10 %	11 605	-3 748	12 991	-3 748
U4 - Lokale forhold		116 046	-10 %	-11 605	0 %	-	15 %	17 407	1 882	10 897	1 882
U5 - Prosjektunderlag og modenhet i løsninger		116 046	-20 %	-23 209	0 %	-	25 %	29 012	1 703	19 365	1 703
U6 - Organisasjon og gjennomføringsevne		116 046	-5 %	-5 802	0 %	-	10 %	11 605	1 929	6 522	1 929
<b>Sum usikkerhetsdrivere</b>									<b>5 709</b>	<b>31 796</b>	<b>5 709</b>
<b>Sum prosjektkostnad med usikkerhetsdrivere</b>	<b>117 794</b>	<b>109 473</b>					<b>Analyseresultat</b>		<b>120 133</b>	<b>36 609</b>	<b>10 660</b>
							<b>P15</b>		<b>84 265</b>		
							<b>P85</b>		<b>160 006</b>		
							<b>Relativt standardavv.</b>		<b>30 %</b>		

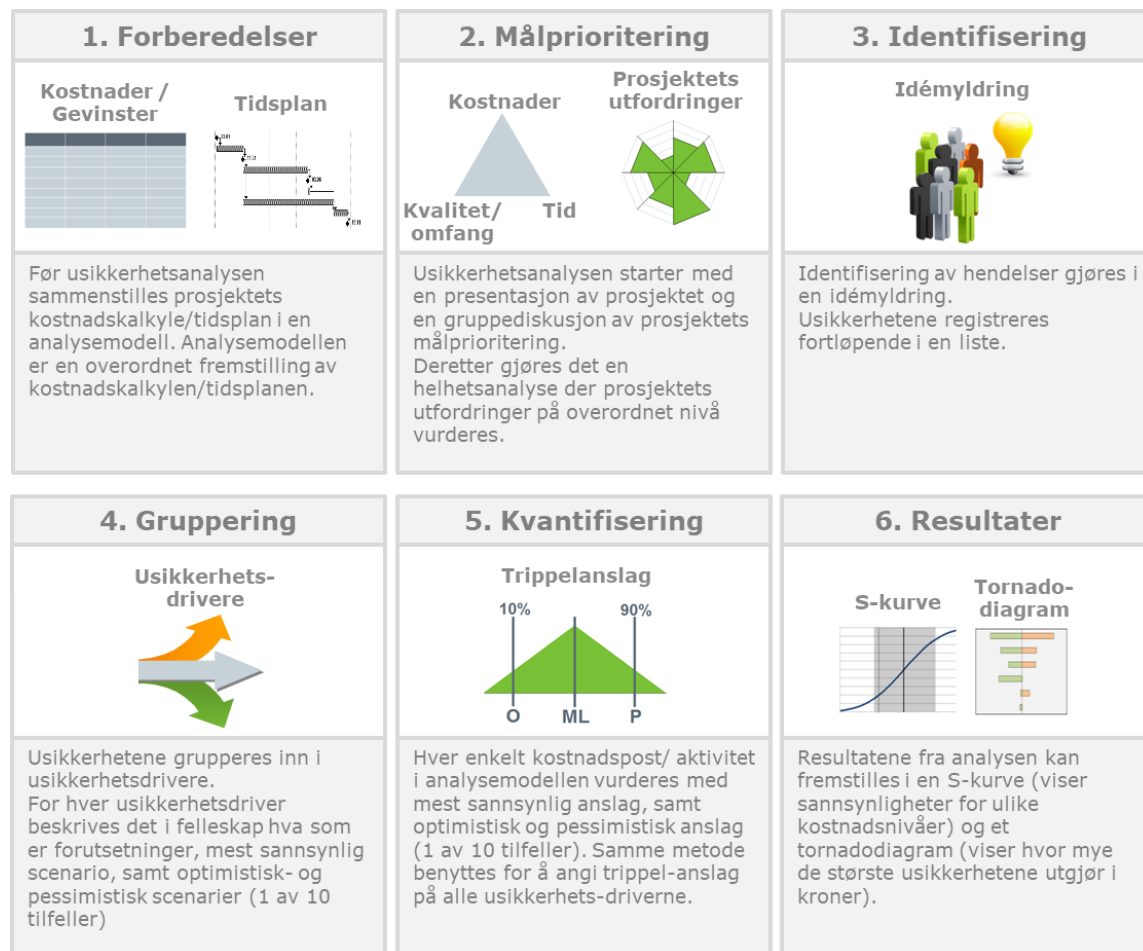
Figur 2 - Analysemodell Alternativ 2, Maks dagsone, MNOK, 2019-verdier

Kostnadsposter	Grunnkalkyle	Basiskostnad	O		M		P		P50	Standard-avvik	Forventet tillegg
K1 - Dagsone	6 639	6 307	-30 %	4 415	0 %	6 307	25 %	7 883	6 203	1 289	-104
K2 - Tunnel	9 909	8 423	-20 %	6 738	0 %	8 423	40 %	11 792	9 001	1 870	578
K3 - Undersjøisk tunnel	-	-	0 %	-	0 %	-	0 %	-	-	-	-
K4 - Bruer	1 197	1 250	-30 %	875	0 %	1 250	60 %	1 999	1 377	415	128
K5 - Kryssingspor	535	535	-30 %	375	0 %	535	30 %	696	535	118	-0
K6 - Godsterminaler	310	310	-15 %	264	0 %	310	50 %	465	349	75	39
K7 - Stasjoner	902	902	-40 %	541	0 %	902	40 %	1 263	900	268	-2
K8 - Grunnerverv	167	167	-50 %	84	0 %	167	50 %	251	167	62	-0
<b>Sum prosjektkostnad</b>	<b>19 660</b>	<b>17 894</b>							<b>18 655</b>	<b>2 325</b>	<b>762</b>
Usikkerhetsdrivere	Basiskostnad		O		M		P		P50	Standard-avvik	Forventet tillegg
U1 - Markedsusikkerhet		18 691	-20 %	-3 738	0 %	-	20 %	3 738	-13	2 767	-13
U2 - Rammebetingelser		18 691	-5 %	-935	0 %	-	10 %	1 869	325	1 044	325
U3 - Eierstyring		18 691	-15 %	-2 804	0 %	-	15 %	2 804	-5	2 094	-5
U4 - Lokale forhold		18 691	-10 %	-1 869	0 %	-	15 %	2 804	313	1 736	313
U5 - Prosjektunderlag og modenhet i løsninger		18 691	-20 %	-3 738	0 %	-	25 %	4 673	332	3 130	332
U6 - Organisasjon og gjennomføringsevne		18 691	-5 %	-935	0 %	-	10 %	1 869	320	1 044	320
<b>Sum usikkerhetsdrivere</b>									<b>1 618</b>	<b>5 162</b>	<b>1 618</b>
<b>Sum prosjektkostnad med usikkerhetsdrivere</b>	<b>19 660</b>	<b>17 894</b>					<b>Analyseresultat</b>		<b>20 096</b>	<b>5 729</b>	<b>2 203</b>
							<b>P15</b>		<b>14 423</b>		
							<b>P85</b>		<b>26 383</b>		
							<b>Relativt standardavv.</b>		<b>29 %</b>		

Figur 3: Analysemodell Arm Bjerkvik-Harstad, MNOK, 2019-verdier

## Vedlegg 5 Metode

Analyseprosessen er gjennomført i henhold til MetierOECs metode. Metoden baseres på Trinnvismetoden (NTNU / Lichtenberg).



Figur 4 - MetierOEC metode for usikkerhetsanalyse.

Alle kvantitative usikkerhetsvurderinger er gjort ved bruk av trippelanslag, der optimistisk (lav), mest sannsynlig og pessimistisk (høy) verdi angis. Optimistisk og pessimistisk vurdering representerer 10 og 90 % sannsynlighet. Eksempelvis innebærer en optimistisk vurdering på 20 MNOK at det er 10 % sannsynlighet for at kostnaden vil være 20 MNOK eller lavere.

Kostnadsanalysen er gjennomført med simulering av inngangsverdiene ved bruk av Oracle Crystal Ball tilleggsmodule til MS Excel.

Det er ikke benyttet korrelering av usikkerhet mellom kostnadsposter eller mellom usikkerhetsdrivere, med mindre det er beskrevet spesielt.

«Pearson's product-moment correlation coefficient» (eller Pearsons  $\rho$ ) er en kjent indikator på korrelasjon. Indikatoren måler samvariasjonen mellom to variabler ved å dele variablenes kovarians på produktet av variablenes standardavvik:

$$\rho_{X,Y} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_X\sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X\sigma_Y}$$