

Rapport

Usikkerhetsanalyse av kostnadskalkyle Nord-Norgebanen

Jernbanedirektoratet

22.5.2019



Rapport

Usikkerhetsanalyse av kostnadskalkyle Nord-Norgebanen

Jernbanedirektoratet
Ved Helge Voldsund

Versjon 1.0
Dato 22.5.2019

Prosessleder: Roar Bjøntegaard
Analytiker: Jakob Kristiansen
Fagspesialister: Anders Beitnes, Trond Johansen, Lars Galtung

Roar Bjøntegaard
Metier OEC

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	

Sammendrag

Metier OEC AS, med støtte fra Beitnes Consulting og TroCon AS, har utført usikkerhetsanalyse av kostnadsestimat for Nord-Norgebanen for strekningene Fauske-Narvik, Narvik-Tromsø og Bjerkvik-Harstad. Kostnadsestimatet er basert på trasevalg og løsninger i en utredning fra 1992. Prosjektet er på utredningsnivå.

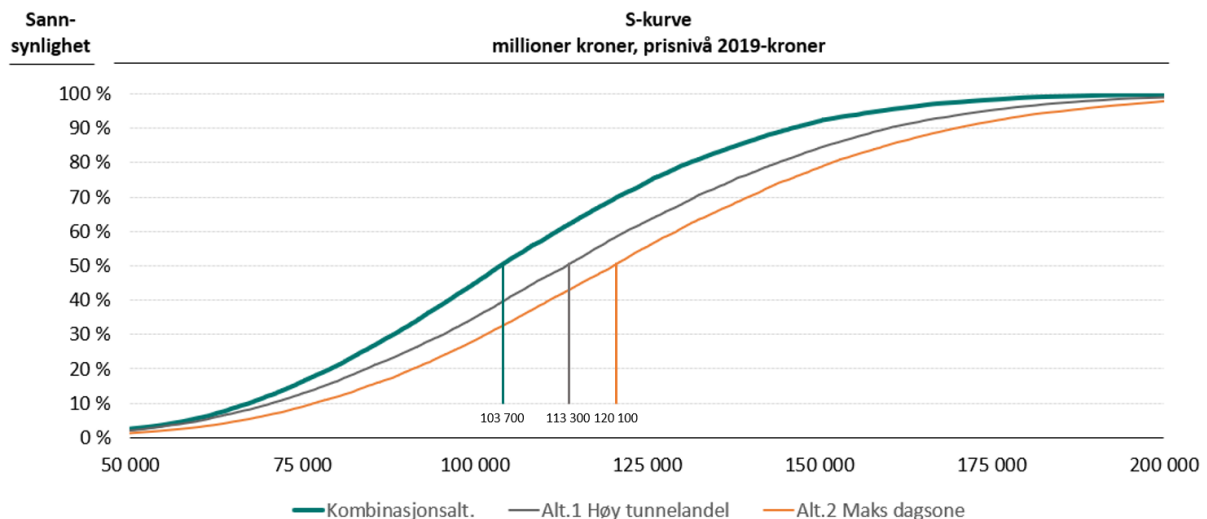
Oppdraget er avgrenset til å gjelde de identifiserte alternativer og traseer. Metier OEC har likevel tatt med et kombinasjonsalternativ som legger alternativ 2 «maks dagsone» til grunn, men som benytter alternativ 1 «høy tunnelandel» for strekningen Kobbelv-Sørfjordbotn (parsell 2).

Resultater av usikkerhetsanalysen

Kostnadsnivå	Alt.1 Høy tunnelandel	Alt.2 Maks dagsone	Kombinasjonsalternativet	Arm Bjerkvik-Harstad
Opprinnelig estimat	125 900	119 500	109 700	19 700
Grunnkalkyle (reduisert påslag rømmingstunnel)	120 000	117 800	104 800	19 700
Korreksjonsfaktorer	-13 300	-8 300	-9 400	-1 800
Basiskostnad	106 700	109 500	95 400	17 900
P15	77 900	84 300	73 500	14 400
P50	113 300	120 100	103 700	20 100
P85	151 300	160 000	138 200	26 400
Standardavvik	31 %	30 %	30 %	29 %

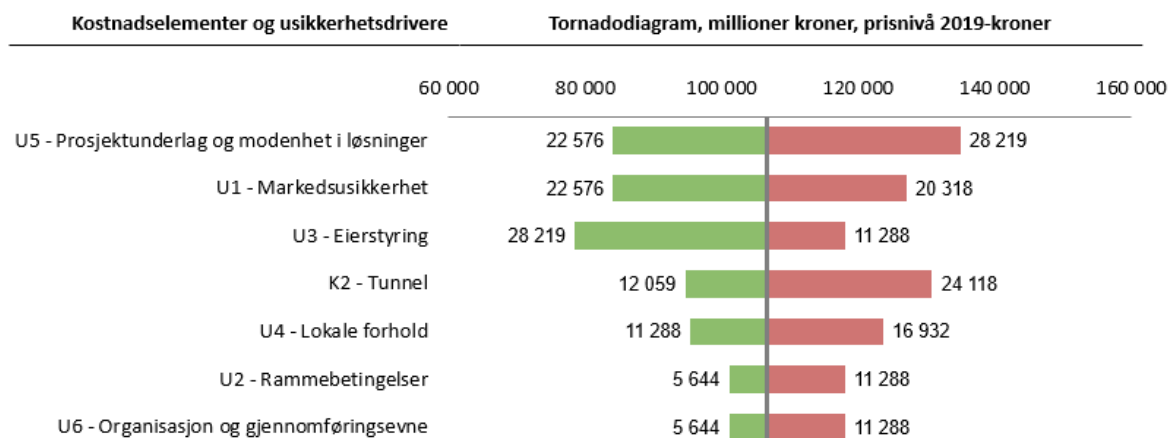
Tabell 1 - Nøkkeltall fra utredning og usikkerhetsanalyse. MNOK 2019-kroner.

Opprinnelig estimat er basert på mengder som Asplan Viak har beregnet og enhetspriser fra kostnadselementer i Jernbanedirektoratets estimeringsmodell (byggeklosser). Basiskostnad reflekterer kostnadsnivået etter at Metier OEC i kvalitetssikring og rimelighetsvurdering (referansesjekk) av grunnkalkylen har justert denne med korreksjonsfaktorer for tunnel-, bru- og dagsonekostnader.



Figur 1 - S-kurver for alternativ 1, 2 og kombinasjonsalternativet.

De største usikkerhetene i usikkerhetsanalysen vises i tornadodiagrammet nedenfor. Tornadodiagrammet viser de syv usikkerhetene som bidrar mest til alternativ 1 – «høy tunnelandels», totale usikkerhet. Se også Figur 9 - Tornadodiagram alternativ 2 maks dagsone. Kostnadspostenes og usikkerhetsdrivernes optimistiske anslag vises i grønt og pessimistiske anslag vises i rødt.



Figur 2 - Tornadodiagram for alternativ 1 høy tunnelandel.

Konklusjon og anbefaling

Det er en utfordring å oppdatere en tidligere utredning uten også å kunne utnytte muligheter for optimalisering av løsninger og trase. Analogestimering med byggeklossmetoden har sin styrke i at den gir sammenliknbare kostnadsestimater for alternativene uten at det legges for mye ressurser i utredningen. Men dersom prosjektet Nord-Norgebanen skal gis en rasjonell vurdering, vil det være behov for en dypere analyse av flere forhold enn bare å sette sammen standard byggeklosser på lite bearbejdede linjealternativer.

Ved åpenbar optimalisering av løsninger og byggestrategi, og ved enkle grep i linjevalg og avklaring av endepunkt Tromsø, kan kostnadene reduseres i betydelig grad, ut over den reduksjon analysen viser.

I tillegg til at de lengste jernbanebruene er kostnads- og usikkerhetsdrivende, kan de vise seg også å bli «showstoppere» teknisk sett, ettersom de er svært kompliserte. Noen store bruene kan imidlertid helt unngås med en indre linje på parsell 2 Fauske – Narvik og med en annen kryssing av Rombaksfjorden.

Usikkerhetsanalysen har i usikkerhetsdriver U3 Eierstyring tatt høyde for at prosjekteiere og -sponsorer kan påvirke kostnadsnivået i positiv retning. Avklaring på prosjektmål, med reduksjon av krav til hastighet, minsteradius og stigningsforhold vil gi mulighet til optimalisering av trase og til å unngå de vanskeligste bruene/konstruksjonene. Det totale omfanget av Nord-Norgebanen gir også mulighet til effektivisering av utbyggingsstrategi og -organisasjon og til å løfte offentlige planprosesser for raskere planlegging og behandling. Forslag til et kombinasjonsalternativ er benyttet for å illustrere potensiale ved optimalisering.

Usikkerhetsdriveren tar ikke med effekten av at Nord-Norgebanen vil kunne bli en ny drivkraft i utvikling av mer effektiv jernbanebygging, både innen finansieringsforutsigbarhet, byggherreorganisering, videreutvikling av normverket (teknisk regelverk) og industrialisering av tekniske løsninger. Dette er illustrert i egen usikkerhetsdriver U7 Game-changer. Effekten er i denne analysen holdt utenfor kostnadsresultatene, men potensialet er vist i beskrivelsen av usikkerhetsdriver U7 i punkt 4.4 nedenfor.

Rådgiver har benyttet Jernbanedirektoratets byggekloss-system for estimering. Metier OEC støtter valgt strategi for estimering i tidligfase. Etter kvalitetssikring og rimelighetsvurdering av grunnkalkylen har Metier OEC anbefalt at det vurderes å ta i bruk en byggekloss som reflekterer «enkle byggeforhold» for ettpors tunnel, eller at det introduseres en byggekloss som i større grad ivaretar ny bane i fjellkjedebergarter, stor overdekning, lite forstyrrende aktivitet/naboer og eventuelt en annen type jernbanetunnel enn i byggeklossenes referansegrunnlag. Metier OEC har i denne analysen valgt å legge inn en korreksjonsfaktor på minus 15 % for kostnadselementet enkeltsporet tunnel.

Til tross for at løpemeterkostnaden for tunnel vurderes å være mer enn dobbelt så høy som løpemeterkostnaden for daglinje, konkluderer usikkerhetsanalysen med at alternativet med høy tunnelandel har lavere kostnad enn alternativ 2 maks dagsone. Dette indikerer at det er betydelige usikkerheter i kostnadsnivåene. For å redusere usikkerhet bør forutsetningene for Nord-Norgebanen, både målsetninger, strategier og tekniske krav, gjennomgås for å åpne mulighetsrommet i en eventuell konseptvalgutredning (KVU), slik at eksempelvis kostnadskonsekvensen av hastighetskrav gjenspeiles i trasevalg og tekniske løsninger for bruene og konstruksjoner.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	7
1.1. Oppdraget	7
1.2. Gjennomføring av oppdraget	7
1.3. Metode	7
1.4. Forutsetninger for analysen	7
1.5. Mottatt underlag	8
2. Usikkerhetsbildet	9
2.1. Utfordringer	9
2.2. Prioriterte hendelser	10
3. Analysemodell og kostnadskalkyle	11
3.1. Analysemodell	11
3.2. Usikkerhetsdrivere	11
3.3. Kostnadskalkyle	11
3.4. Utbyggingsalternativer	13
4. Analyseresultater	14
4.1. Overordnede resultater for alternativene	14
4.2. Gjennomsnittskostnader per km.....	15
4.3. Trinnvis utbygging	16
4.4. Utredningens største usikkerheter.....	16
4.5. Optimalisering av trasevalg	22
5. Konklusjon og prioriterte anbefalinger	24
6. Vedlegg	25

Tabeller

Tabell 1 - Nøkkeltall fra utredning og usikkerhetsanalyse. MNOK 2019-kroner.	3
Tabell 2 - Mottatt dokumentasjon.....	8
Tabell 3 – Kostnadskalkyle. 2019-kroner	12
Tabell 4 - Nøkkeltall fra utredning og usikkerhetsanalyse. MNOK 2019-kroner.	14
Tabell 5 - Gjennomsnittskostnader per km. MNOK. 2019-kroner.....	15
Tabell 6 - Trinnvis utbygging, alle tall i milliarder 2019-kroner.	16
Tabell 7 - Trinnvis utbygging alle alternativer, MNOK 2019	16
Tabell 8 - Mulig effekt av usikkerhetsdriveren Game changer, MNOK 2019	22
Tabell 9 - Optimalisering - Kryssing av Tysfjord med daglinje	22
Tabell 10 - Reduksjonspotensial ved bruk av dagsone i alternativ 1 der det er mulig. MNOK 2019-kroner.	23

Figurer

Figur 1 - S-kurver for alternativ 1, 2 og kombinasjonsalternativet.....	3
Figur 2 - Tornadodiagram for alternativ 1 høy tunnelandel.	4
Figur 3 - Situasjonsskart. Prosjektets utfordringer	9
Figur 4 - Kombinasjonsalternativet.....	13
Figur 5 - S-kurve alternativ 1, høy tunnelandel.	14
Figur 6 - S-kurve Alternativ 2.	14
Figur 7 - S-kurve Bjerkvik-Harstad	15
Figur 8 - Alternativer for trinnvis utbygging, farget strekning inngår i alternativet. Fra Jdir. presentasjon.	16

Figur 9 - Tornadodiagram alternativ 2 maks dagsone.	17
Figur 11 - Tornadodiagram (alternativ 1) med usikkerhetsdriver U7 Game changer.....	21
Figur 13 - Alternativ kryssing av Rombaksfjorden.	22

1. Innledning

1.1. Oppdraget

Metier OEC AS, med støtte fra Beitnes Consulting og TroCon AS, har utført usikkerhetsanalyse av Nord-Norgebanen for strekningene Fauske-Narvik, Narvik-Tromsø og Bjerkvik-Harstad. Prosjektet er på utredningsnivå.

Det er to alternativer for strekningene, ett alternativ med høy tunnelandel på 375 km hvorav 217 km tunnel og 25 km undersjøisk tunnel og ett alternativ med maksimal andel dagsone på 370 km hvorav 163 km tunnel. Strekingen Bjerkvik-Harstad er på 81 km. Prosjektet omfatter stasjonsløsninger for 14 stasjoner med ulik størrelse og kompleksitet.

Oppdraget er avgrenset til å gjelde de identifiserte alternativer og traseer. Metier OEC har derfor ikke utredet alternative traseer og linjeføringer innenfor alternativ 1 og 2. Det er imidlertid identifisert et kombinasjonsalternativ som, med unntak av parsell 2, består av maks dagsone (alternativ 2), mens det for parsell 2 mellom Kobbelv og Sørfjordbotn velges tunnel for å unngå tre store og kompliserte bruer. Øvrig optimalisering av traseer og linjeføringer innenfor og mellom de beskrevne alternativene er kun håndtert som anbefalinger for neste planfase.

Analysens formål har vært å

- Gi et kvalitativt og kvantitativt bilde av kostnadsusikkerheten i prosjektet som helhet og for de enkelte delstrekninger og alternativer
- Gi grunnlag for å kunne sammenligne investeringskostnader til de forelagte alternativene.

1.2. Gjennomføring av oppdraget

Denne rapporten er basert på to gruppesamlinger gjennomført 29. og 30. april 2019 i Oslo, samt gjennomgang av resultater i et møte 14. mai 2019.

Detaljert underlag fra usikkerhetsanalysen finnes i vedleggdokumentet til denne rapporten.

Vedleggdokumentet har følgende hoveddeler:

- Vedlegg 1 Agenda og deltakelse på gruppesamlingen
- Vedlegg 2 Dokumentasjon av kostnadselementer og estimatusikkerhet
- Vedlegg 3 Dokumentasjon av usikkerhetsdrivere
- Vedlegg 4 Analysemodeller
- Vedlegg 5 Metode

1.3. Metode

Se vedleggdokumentet for dokumentasjon av metode for analysen.

1.4. Forutsetninger for analysen

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for analysen:

- Metier OEC har lagt til grunn at leveransen skal bruke identifiserte traseer og byggeklossalternativer som basiskostnad. Vi vil likevel illustrere kostnadskonsekvens av å optimalisere traseer og optimalisere trase/løsning for delstrekninger. Se punkt 3.2 nedenfor.
- Dimensjonerende hastighet er 200 km/t.
- For de utredede traseene er det lagt til grunn minimum 2400 m radius slik regelverket var i 1992. Etter dagens regelverk er krav til horisontalkurvatur minimum 2000 m radius.
- Det legges til grunn at kostnader i tilstøtende prosjekter ikke inngår i byggeklossene, men må tas med i vurdering av samfunnsøkonomisk nytte. Dette gjelder eksempelvis tiltak for å ivareta kjøring på ikke elektrifiserte baner og eventuelt nødvendig utbygging av krysningsspor på tilstøtende baner som Nordlandsbanen, Ofofbanen og Dovrebanen. Eventuelle begrensninger ved bruk av baner i Sverige er ikke kartlagt, men bør avklares om banene inngår i en samfunnsøkonomisk analyse.

- Forutsetninger for tunnel, se rapport «Nord-Norgebanen Trasévurdering» side 6.
- Forutsetninger for vannkryssinger, se rapport «Nord-Norgebanen Trasévurdering» side 7.

1.5. Mottatt underlag

Som underlag til usikkerhetsanalysen er følgende dokumenter mottatt.

Nr	Dokumentnavn	Mottatt dato
1	Nord-Norgebanen Kostnader samlerapport, versjon 03 datert 9.4.2019	10.5.2019
2	Nord-Norgebanen Trasevurdering, versjon 02 datert 1.4.2019	11.4.2019
3	Jernbane Fauske-Tromsø (Nord-Norgebanen), dokumentasjon av kostnadsestimat. Jernbanedirektoratet. Foreløpig datert 23.4.2019	24.4.2019
4	Kostnadsestimat Nord-Norgebanen 05042019. Excel-fil. Oppdatert fil Kostnadsestimat 090519.	10.5.2019
5	Nord-Norgebanen Markedspotensial utkast 1 14.3.2019	11.4.2019
	Nord-Norgebanen Miljøvurderinger og samiske interesser, versjon 02 datert 1.4.2019.	11.4.2019

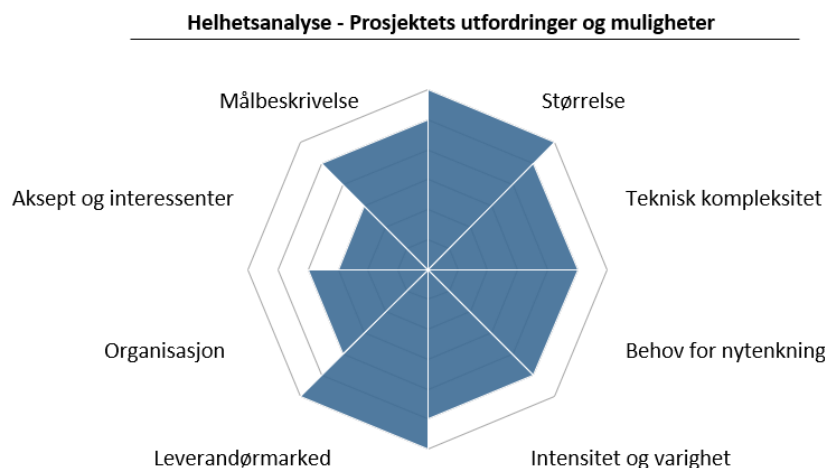
Tabell 2 - Mottatt dokumentasjon

2. Usikkerhetsbildet

2.1. utfordringer

For å få en innledende overordnet vurdering av prosjektets utfordringer, ble analysedeltakerne utfordret til å vurdere prosjektets omfang langs åtte definerte prosjektrelaterte dimensjoner i form av et situasjonskart.

Situasjonskartet viser gruppesamlingens vurdering av prosjektets og strekningenes grad av utfordring for de åtte dimensjonene, på en skala fra 0 (ingen grad av utfordring) til 6 (meget stor grad av utfordring).



Figur 3 - Situasjonskart. Prosjektets utfordringer

Gjennomgangen viser at tiltakets størrelse og den effekten markedsusikkerhet kan ha på totale kostnader representerer de største muligheter og utfordringer.

Store muligheter og utfordringer finnes også innenfor temaene teknisk kompleksitet, behov for nytenkning, intensitet og varighet og i forbindelse med gjeldende beskrivelse av målsetninger med tiltaket. Gjennomgangen er benyttet som en innledning til den kvantitative usikkerhetsanalysen.

Sektor	Dokumentasjon
Størrelse	Det er et svært stort prosjekt, som gir store muligheter for å optimalisere prosjektet. Finansiering gir utfordringer som er basert på årlige bevilgninger. Trinnvis utbygging gir større muligheter enn normalt, ved erfaringsoverføring til påfølgende prosjekter. Tiltaket er vesentlig større enn vanlige jernbaneprosjekter.
Teknisk kompleksitet	I stor grad et "greenfield"-prosjekt, som gjør at du kan bygge nokså uforhindret. Tunnelene er stort sett greie å bygge, mens bruene er svært komplekse. Noen av konstruksjonene er så store at de er helt i verdensrekord. Det er sannsynligvis krevende med logistikken, hvor man ikke har anleggsveier, veier eller havner til å ta imot maskiner og materiell. Sannsynligvis endel klimatiske utfordringer med vinter og skredfare. Det er forskjell mellom alternativene, sannsynligvis mer krevende med alternativ 2.
Behov for nytenkning	Både teknisk regelverk og tradisjonell måte å tenke jernbaneutbygging på må endres. Logistiksituasjonen gjør at det er et behov for å tenke nytt for gjennomføringen av prosjektet. Prosjektet er såpass stort at det kan være en "game changer", med store muligheter for endringer av markedsituasjon, teknologiske løsninger og organisatoriske løsninger.

Intensitet og varighet	Prosjektet varer over lang tid, med sine fordeler og ulemper. Man kan finne en best mulig utbygging av prosjektet ved å tilpasse utbygging av underbygning og jernbaneteknikk. Det er store muligheter til å finne gode løsninger for utbyggingen. Det er ingen frister som prosjektet må forholde seg til. Trinnvis utbygging kan gi noen følgekonskvenser.
Leverandørmarked	Dersom man antar 15 kontrakter, så vil det bety 6-7 entreprenører. Konkurransesituasjonen betyr at man ganske sikkert må gå bredt ut og fange opp utenlandske entreprenører for å få en tilstrekkelig konkurranse. Man er dessuten avhengig av å ha langvarige kontrakter for å sørge for at entreprenørene er villige til å investere i maskiner og mennesker. Å få entreprenører til å binde opp en kontrakt over så mange år vil også medføre noe risikoprising fra entreprenøren. Det antas et presset marked når det lyses ut konkurranser og at prosjektet vil ha utfordringer med å tiltrekke seg entreprenører. Geografisk beliggenhet anses som utfordrende. Trinnvis utbygging gir noen utfordringer med markeds-situasjonen. Kapasitet på brubyggere som er et stort omfang i prosjektet, vil være begrenset sett utfra dagens behov. Tunnelene anses å ha visse stordriftsfordeler (alternativ 1), mens bruene anses å være krevende. Jernbaneteknikk er presset og det vil være et svært stort omfang for de norske leverandørene. I tillegg vil det være et krevende prosjekteringsmarked hvor man delvis er avhengig av norsk kompetanse.
Organisasjon	Gir mulighet til å etablere en dedikert prosjektorganisasjon som kan konsentrere seg om å bygge ut banen. Er avhengig av korte beslutningsveier og stor grad av frihet. En utfordring å få tilgang på kompetanse som kan styre et så stort prosjekt i et ugunstig geografisk område (for tilgang på ressurser). Totalentrepriser kan gi mer effektive organisatoriske løsninger. Det antas at utenlandske entreprenører ikke bryr seg så mye om hvor i Norge anleggsområdet ligger. Det er 3 store flyplasser i nærheten av byggeområdet, noe som gjør at det skal være muligheter å få på plass god kompetanse.
Aksept og interessenter	Det er lange linjer, og de som bor langt unna en av de få stasjonene som planlegges, antas å ville være negative til linja. Reindriftsnæringen vil være negative. Selv om reindriftsområdene er noe begrenset i utstrekning, vil det være mulige konflikter i store deler av tiltaksområdet. Kommunene antas å ville skifte mellom å beskytte reindriften og ønsket om utbygging av jernbane. Sannsynligvis vil det måtte gjøres avbøtende tiltak for reindriftsnæringen. Det er mange kommuner som skal gi sin tilslutning i prosjektet. Det er interesse for banen lokalt, men vurderes som en stor konkurrent til andre samferdselstiltak (utbedring av fylkesveiene, Ofotbanen, Nordlandsbanen). Det ventes færre konflikter sammenlignet med andre prosjekter ettersom det er få beboere i området.
Målbeskrivelse	Det foreligger ikke foreløpig en klar definisjon av målsettingen til prosjektet. Skal persontrafikk eller godstrafikk prioriteres? Prosjektet har ikke fått rammer til å gjøre nye vurderinger av hva behovet er eller optimaliserte traseer.

2.2. Prioriterte hendelser

Det ble gjennomført en idedugnad for å identifisere hendelsesusikkerheter for prosjektet. Identifiserte usikkerheter med relevans for investeringskostnadene er benyttet i den kvantitative analysen. De identifiserte hendelsesusikkerheter ble brukt for å etablere usikkerhetsdriverne og definere innhold i disse.

Identifiserte hendelser er listet innen relevante usikkerhetsdriverne i vedleggsdokumentet vedlegg 3.

3. Analysemodell og kostnadskalkyle

3.1. Analysemodell

Analysemodellen for kvantifisering av usikkerhet er overordnet beregnet med følgende sammenheng, med hvert begrep forklart i ytterligere detalj under:

$$\begin{aligned}
 & \text{Grunnkalkyle} \\
 & + \text{korreksjonsfaktorer (uspesifiserte kostnader er ikke benyttet, de ivaretas i byggeklossene)} \\
 & = \text{Basiskostnad} \\
 & + \text{Effekten av estimatusikkerheten} \\
 & + \text{Effekten av usikkerhetsdriverne} \\
 & = \text{Prosjektets total kostnad}
 \end{aligned}$$

Estimatet er bygget opp av løpemeter-/stykkepriser, hentet fra Jernbanedirektoratets estimeringsmodell. Dette tilsvarer estimatklasse 4, med nøkkeltall per element, gitt av nøkkeltallstruktur.

Grunnkalkylen representerer prosjektets spesifiserte, deterministiske kostnader.

Estimatusikkerhet er i denne analysen vurdert per kostnadselement, her gruppert etter dagsone, jernbanebruer, tunneler / kulverter, stasjoner og diverse tiltak, herunder tilrettelegging av vei og geotekniske tiltak. I tillegg vurderes usikkerheten i felleskostnader byggherre og entreprenør (rigg og drift). Vedlegg i MSExcel dokumenterer vurderingene som ble gjort samt hvilke forutsetninger som ligger til grunn.

3.2. Usikkerhetsdriverne

Usikkerhetsdriverne kan påvirke hele eller deler av prosjektets total kostnad. Usikkerhetsdriverne er angitt med beskrivelse, samt optimistisk, mest sannsynlig og pessimistisk scenario. Effekten av usikkerhetsdriverne kvantifiseres med trippelanslag i prosent som virker på hele kostnaden for de ulike variantene. Se beskrivelse av de aktuelle usikkerhetsdriverne som ble benyttet under analysen i kapittel 4.4 nedenfor.

3.3. Kostnadskalkyle

Grunnkalkylen er hentet fra mottatte dokumenter «Kostnader samlerapport» datert 9.5.2019 og excel-fil med tilsvarende informasjon.

Kostnadsposter (alle tall i MNOK)	Alternativ 1 Høy tunnelandel	Alternativ 2 Maks dagsone	Bjerkvik- Harstad
Dagsone	17 629	29 338	6 639
Enkle byggeforhold	2 981	2 174	40
Enkle byggeforhold m/påslag for viltkryssing	845	1 629	0
Middels byggeforhold	4 281	4 980	2 765
Middels byggeforhold m/påslag for viltkryssing	4 208	5 599	2 154
Vanskelige byggeforhold	4 870	8 396	1 680
Vanskelige byggeforhold m/påslag for viltkryssing	444	6 560	0
Tunnel	76 830	54 329	9 909
Middels byggeforhold	33 121	38 199	9 384
Middels byggeforhold m/6 % påslag (ukjent grunn)	2 951	0	0
Middels byggeforhold m/30 % påslag Sørfjordbotn tunnel	21 043	0	0
Middels byggeforhold m/35 % påslag for rømningstunnel	14 281	9 062	0
Vanskelige byggeforhold	5 433	7 069	525
Undersjøisk tunnel	14 619	0	0
Rystraumen tunnel - Vanskelige byggeforhold	14 619	0	0
Bruer	7 673	28 608	1 197
Liten spennvidde	452	72	0

Kostnadsposter (alle tall i MNOK)	Alternativ 1 Høy tunnelandel	Alternativ 2 Maks dagsone	Bjerkvik- Harstad
Liten-moderat spennvidde	0	1 448	849
Moderat spennvidde	600	1 303	348
Stor spennvidde	2 180	5 654	0
Stor spennvidde, spesiell konstruksjon	0	14 535	0
Rombaksfjorden - spesiell konstruksjon	4 442	4 442	0
Krysningsspor	1 674	1 430	535
Enkle byggeforhold	155	465	310
Vanskelige byggeforhold	257	514	0
I tunnel - enkle byggeforhold	676	451	225
I tunnel - vanskelige byggeforhold	586	0	0
Godsterminaler	2 030	1 720	310
Fauske godsterminal (liten terminal)	310	310	0
Narvik godsterminal (liten terminal)	310	310	0
Ny godsterminal (Storsteinnes/Tjeldsund - liten terminal)	310	0	310
Tromsø godsterminal (stor terminal)	1 100	1 100	0
Stasjoner	3 719	3 719	902
Enkel 2-spors	3 159	3 159	0
Vanskelig 2-spors	0	0	902
Ny 4-spors stasjon (Tromsø)	560	560	0
Grunnerverv	1 716	1 483	167
Grunnerverv	1 716	1 483	167
SUM	125 890	119 472	19 660

Tabell 3 – Kostnadskalkyle. 2019-kroner

Kalkylen over er basert på mengder som Asplan Viak har regnet ut, mens kostnadselementene er hentet ut fra Jernbanedirektoratets estimeringsmodell (byggeklosser). I etterkant har Metier OEC og analyseteamet gjennomført egne analyser og rimelighetsvurderinger av estimatet. Analysene har avdekket at det er avvik mellom byggeklossene og det som er rimelig å legge til grunn i basiskalkylen. Det er spesielt to forhold som har vesentlig avvik; 1. Påslag for rømningstunnel og 2. Kostnadsnivået på tunneler. I tillegg har analysene avdekket at kostnader for dagsone og bruer også bør justeres i noe grad. Korreksjonene er nærmere forklart under.

Rømningstunnel

Det er benyttet 30 % påslag for rømningstunnel for Sørfjordbotn tunnel og 35 % påslag for andre tunneler hvor det er behov for en langsgående rømningstunnel. Dette utgjør over 100.000 kr per løpemeter og ligger dermed vesentlig høyere enn andre sammenlignbare prosjekter. Analyseteamet har avdekket at kostnadene bør ligge lavere (15.000-25.000 kr per meter). Påslaget er dermed justert ned til 10 %, som i sum gir et påslag for rømningstunnel med ca. 30.000 per løpemeter.

Tunnelkostnader

Enkeltsporet tunnel har et svakt referansegrunnlag i byggeklossmetoden og som følge av det mangler det en byggekloss for enkle forhold (det er kun middels og vanskelige byggeforhold for enkeltsporet tunneler). Dersom man skulle etablert en byggekloss for enkle byggeforhold og for enkelhets skyld benyttet samme forholdstall mellom enkel og middels dobbeltsporet tunnel, så ville byggeklossen ha vært 20 % lavere enn nivået på middels.

Analyseteamet har avdekket at tunnelkostnadene har et vesentlig høyere kostnadsnivå enn hva referanseprosjekter i området antyder. Det er god bergoverdekning, det er mye jomfruelig terreng og generelt nokså overkommelig å drive tunnel i området sammenlignet med prosjekter på Østlandet, som danner referanseprisene til byggeklossmetoden.

Metier OEC er av den oppfatning at kostnadene for tunnel bør korrigeres for å gi et mest sannsynlig resultat. Både som følge av forhold i Nord-Norge, men også fordi estimeringsmodellen mangler en byggekloss for enkle forhold. Tunnelkostnadene totalt er derfor korrigert ned med 15 %.

Bruer

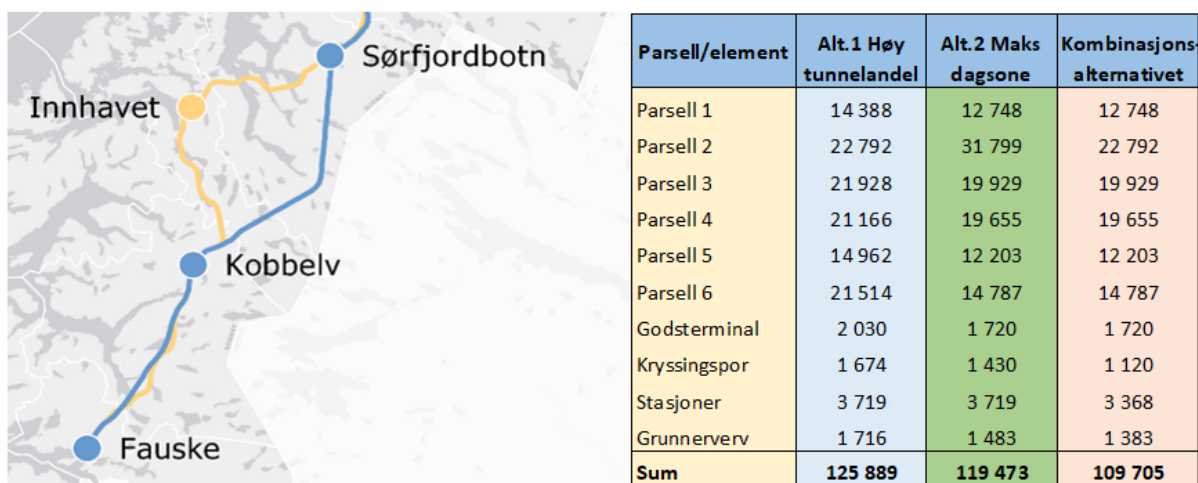
Analyseteamet har gjort undersøkelser av referanseprosjekter på bruene og konkludert med at kostnadsnivået Liten og Liten/moderat spennvidde samt bruene med spesielt store spennvidder ligger på riktig nivå. For bruene med middels og stor spennvidde, ligger byggeklossene noe lavt sammenlignet med referanseprosjekter. Analysegruppens vurdering er at dette er typiske broer av typen Fritt-frem eller mindre Skråstag, hvor det ikke ofte oppstår uforutsette hendelser. Analysegruppen OEC har derfor justert bruene opp med 15 %. Disse bruene utgjør en mindre andel av bruene i kalkylen, slik at den samlede effekten av justeringen blir mellom 3,8 og 5,4 % på basisestimatet.

Dagsonekostnader

Kostnadene til dagsone er stort sett på riktig nivå, men referansene indikerer at kostnadene burde være noe lavere. Erfaringsprisene i byggeklossene er fra prosjekter på Østlandet med helt andre utfordringer enn man vil ha i Nord-Norge. Det vil være behov for spesielle viltkryssinger for store reinflokker (vurdert av analyseteamet til 10 % påslag), samt en god del skjæringer, men dette er hensyntatt i estimeringen. Analyseteamet mener at det ikke i tilstrekkelig grad har blitt hensyntatt i kalkylen at Nord-Norge banen i stor grad vil være et såkalt «greenfield»-prosjekt, med lite bebyggelse og konflikt med annen infrastruktur. Analysegruppen har ikke utredet rasutsatte områder, men har lagt til grunn en korreksjon som virker 5 % ned på de samlede dagsonekostnadene.

3.4. Utbyggingsalternativer

I dokumentasjonen er det beskrevet to utbyggingsalternativer, alternativ 1 – «høy tunnelandel» og alternativ 2 – «maks dagsone». I tillegg har usikkerhetsanalysen vist at det er mulig å beskrive et kombinasjons-alternativ (alternativ 3) uten å foreta en nærmere utredning, men bare ved å sette sammen rimeligste alternativ per parsell.



Figur 4 - Kombinasjonsalternativet

Alternativ 2 mellom Kobbelv og Sørkjølbotn omfatter blant annet tre store bruene som er svært kostnads- og usikkerhetsdrivende. Kombinasjonsalternativet består av alternativ 2 mellom Fauske og Tromsø med unntak av parsell 2 der løsningen for alternativ 1 benyttes.

Kombinasjonsalternativet er redusert med to kryssingspor i parsell 2 (310 MNOK), med Innhavet stasjon (351 MNOK) og med redusert grunnerverv i Tysfjord og Hamarøy (100 MNOK).

4. Analyseresultater

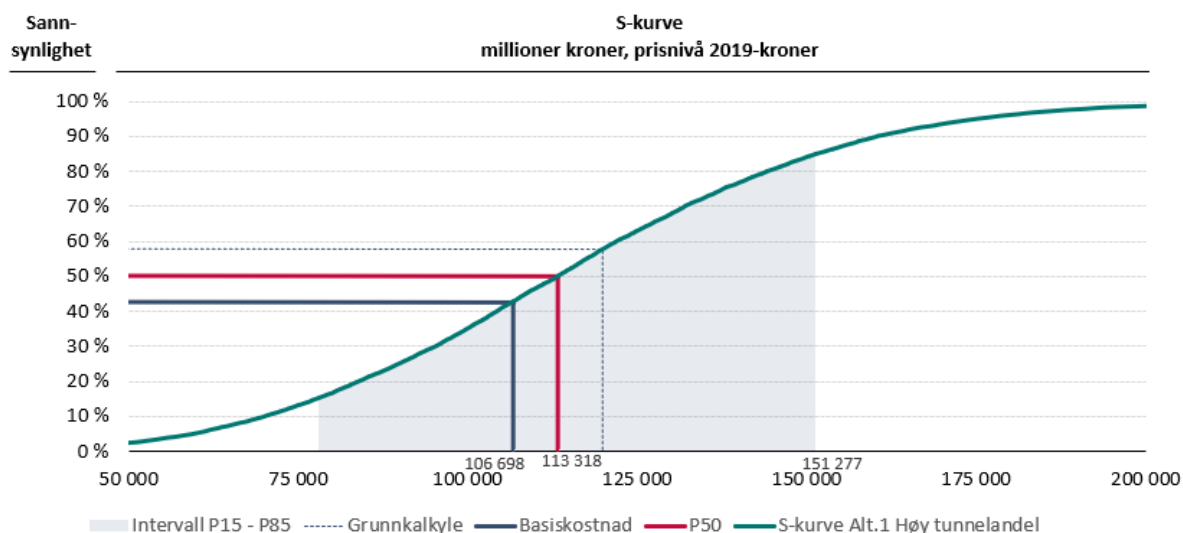
4.1. Overordnede resultater for alternativene

Sammenstilling av kostnadselementer, estimatusikkerhet og usikkerhetsdrivere gir følgende forventet kostnadsnivå (P50) for de identifiserte alternativene.

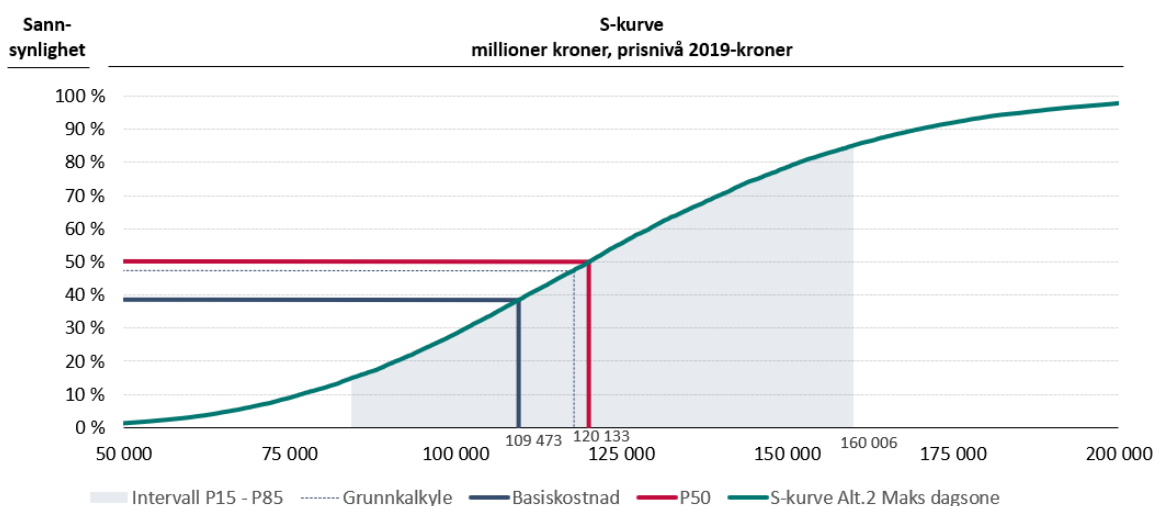
Kostnadsnivå	Alt.1 Høy tunnelandel	Alt.2 Maks dagsone	Kombinasjonsalternativet	Arm Bjerkvik-Harstad
Opprinnelig estimat	125 900	119 500	109 700	19 700
Grunnkalkyle (reduisert påslag rømningstunnel)	120 000	117 800	104 800	19 700
Korreksjonsfaktorer	-13 300	-8 300	-9 400	-1 800
Basiskostnad	106 700	109 500	95 400	17 900
P15	77 900	84 300	73 500	14 400
P50	113 300	120 100	103 700	20 100
P85	151 300	160 000	138 200	26 400
Standardavvik	31 %	30 %	30 %	29 %

Tabell 4 - Nøkkeltall fra utredning og usikkerhetsanalyse. MNOK 2019-kroner.

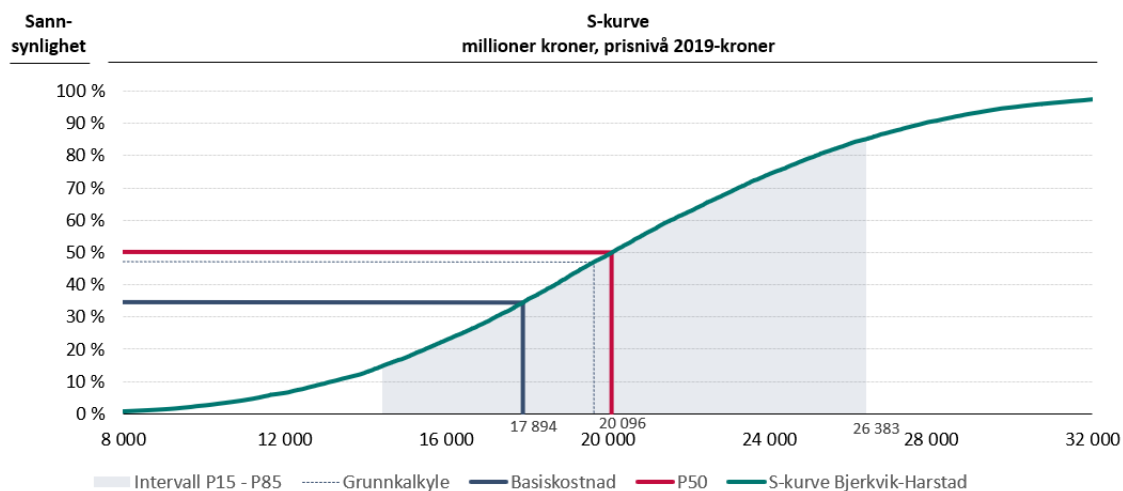
Fordelingsskurvene (S-kurven) under viser sannsynligheten for ikke å overskride bestemte kostnadsnivåer. Usikkerheten i kostnadsestimatet er gitt av det grå-skraverte feltet som angir at det er 70 % sannsynlighet (fra P15 til P85) for at alternativ 1 – høy tunnelandel vil koste mellom 78 og 151 milliarder 2019-kroner.



Figur 5 - S-kurve alternativ 1, høy tunnelandel.



Figur 6 - S-kurve Alternativ 2.



Figur 7 - S-kurve Bjerkvik-Harstad

4.2. Gjennomsnittskostnader per km

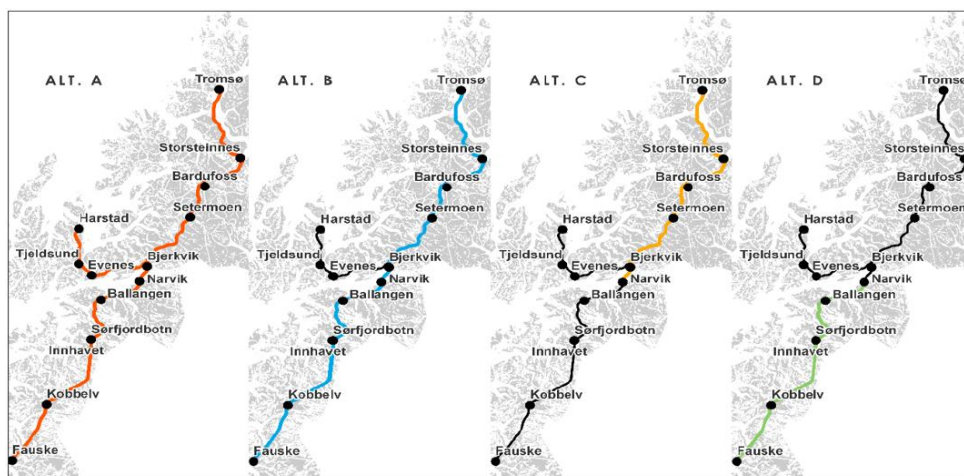
Resultatet fra usikkerhetsanalysen gir følgende gjennomsnittskostnader, alle kostnadselementer sett under ett og fordelt på hele strekningen Fauske-Tromsø.

Kostnad strekningen Fauske-Tromsø	Alt.1 Høy tunnelandel	Alt.2 Maks dagsone	Kombinasjonsalternativet
Trasélengde KM	375	370	351
Basiskostnad MNOK	125 889	119 473	109 705
Snittkostnad MNOK/KM	336	323	313
Kostnad (P50) etter usikkerhetsanalysen MNOK	113 300	120 100	103 700
Snittkostnad MNOK/KM	302	325	295

Tabell 5 - Gjennomsnittskostnader per km. MNOK. 2019-kroner.

4.3. Trinnvis utbygging

Som støtte til vurdering av trinnvis utbygging av Nord-Norgebanen, utbygging av omfanget gjennom flere prosjekter som hver dekker deler av markedsområdet, er kostnader inndelt geografisk som vist i Figur 8 nedenfor.



Figur 8 - Alternativer for trinnvis utbygging, farget strekning inngår i alternativet. Fra Jdir. presentasjon.

	Alt A Fauske-Tromsø + Bjerkvik-Harstad	Alt B Fauske-Tromsø	Alt C Narvik-Tromsø	Alt D Fauske-Narvik
Alternativ 1 P50	133	113	58	54
Alternativ 2 P50	140	120	53	67
Kombinasjons- alternativet P50	124	104	53	51

Tabell 6 - Trinnvis utbygging, alle tall i milliarder 2019-kroner.

Samtlige av trinnene i **Feil! Fant ikke referanseilden.** er analysert og simulert hver for seg, og kan vurderes uavhengig av hverandre. De totale strekningene (Fauske-Tromsø) er gjengitt fra de andre analyseresultatene. Alternativet Bjerkvik-Harstad forutsetter naturligvis at linjen Narvik-Tromsø eksisterer.

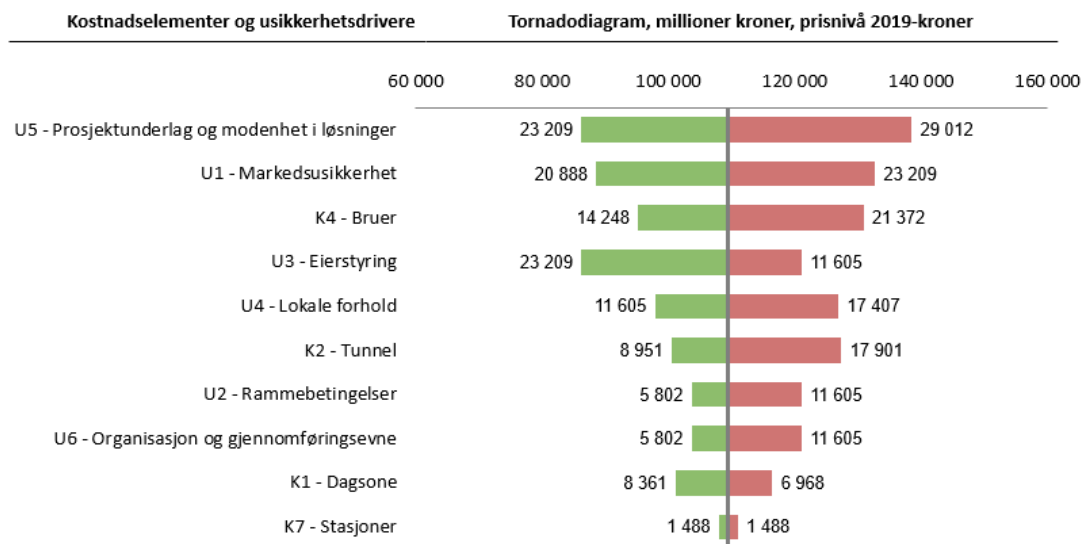
Alternativ	Trasè	Grunnkalkyle	Basiskostnad	P50	P15	P85	Standardavvik
Alt.1 Høy tunnelandel	Trinn Fauske-Narvik	58 000	51 500	54 200	36 800	74 000	33 %
	Trinn Narvik-Tromsø	62 000	55 200	58 200	40 800	76 000	29 %
	Fauske-Tromsø	120 000	106 700	113 300	77 900	151 300	31 %
Alt.2 Maks dagsone	Trinn Fauske-Narvik	66 900	61 600	67 500	46 800	91 600	32 %
	Trinn Narvik-Tromsø	50 900	47 900	53 000	33 500	73 000	36 %
	Fauske-Tromsø	117 800	109 500	120 100	84 300	160 000	30 %
Arm Bjerkvik-Harstad		19 700	17 900	19 800	14 400	26 200	29 %
Kombinasjonsalternativet		104 800	95 400	103 700	73 500	138 200	30 %

Tabell 7 - Trinnvis utbygging alle alternativer, MNOK 2019

4.4. Utredningens største usikkerheter

Tornadodiagrammet gir en rangert visning av hvilke kostnadsposter og usikkerhetsdrivere som bidrar mest til den totale usikkerheten i prosjektet. I tillegg viser diagrammet den enkelte kostnadsposts og usikkerhetsdrivers «skjevhet» i forhold til prosjektets basiskostnad. Tornadodiagrammet for alternativ 1 ligger i sammendraget, mens tornadodiagrammet for alternativ 2 er benyttet nedenfor.

Y-aksen i diagrammet er gitt ved basiskostnaden. Kostnadspostenes og usikkerhetsdrivernes optimistiske anslag vises i grønt og pessimistiske anslag vises i rødt. Skillet mellom grønt og rødt angir mest sannsynlig verdi. Usikkerhetene som har mest areal på venstre side av Y-aksen bidrar til å redusere forventningsverdien, mens usikkerheter på høyre side bidrar til å øke den.



Figur 9 - Tornadodiagram alternativ 2 maks dagsone.

Pessimistiske, optimistiske og mest sannsynlige scenarier for usikkerhetsdriverne og kostnadspostene er beskrevet i Vedlegg 4. Under følger en oppsummering av de største usikkerhetsdriverne, slik de fremkom i usikkerhetsanalysen.

Usikkerhetsdrivere

Usikkerhetsdriver U5 Prosjektunderlag og modenhet i løsninger

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 og løsningene som i dag er skissert. Mulighetsiden omfatter løsningsoptimalisering, mens nedsiden omfatter økte kostnader for løsninger som følge av ny informasjon og innsikt.

I et optimistisk scenario vil ny teknologi gi optimalisering av løsningene. For eksempel vil mindre eller helt uten elektrifisering av strekningen redusere kostnader. Optimalisering av linjevalget gir mer effektive linjer og unngår de mest kompliserte konstruksjonene. Man finner nye tekniske løsninger som for eksempel flytebruer. Lavere kostnad knyttet til signal som følge av ny teknologi (ERTMS) gjør byggingen enklere og billigere. Utvikling av båndtransport gjør massetransport billigere. Plassering og dimensjonering av godsterminaler og stasjoner (spesielt Tromsø) kan gi optimaliserte løsninger. Nye tanker om beredskap kan gi endrede løsninger knyttet til sikkerhet i tunneler. Standardisering av løsninger over hele banen kan gi betydelige effekter for en så lang linje. Optimalisering av trase gir lavere kostnad som følge av endrede forutsetninger. Eksempelvis optimalisering av trase over Tysfjorden og Rombaksfjorden eller den undersjøiske tunnelen ved Tromsø. Modenheten i valg av byggekloss gir mulig endringer av kostnader. Det kan være lagt til grunn flere kryssingsspor enn behovet tilsier, da det også ligger kryssinger inne på stasjonene. Tverrsnittet på tunnelene blir mindre enn lagt til grunn (eks som følge av KL-anlegg i skinnene, redusert sikringsbehov etc.). Ny teknologi viser at man kan endre forutsetninger for dimensjoneringene på bruene ved eksempelvis redusert hastighet over bruene.

I et pessimistisk scenario vil lav modenhet i utredningen gi valg av byggekloss med mulig høyere kostnad. Endrede forutsetninger gir trase med høyere kostnader. Eksempelvis optimalisering av trase over Tysfjorden eller den undersjøiske tunnelen ved Tromsø. Strømforsyning er muligens ikke inkludert 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 Ofofbanen og utvide stasjonsområdet. Rømningsproblematikken medfører dyrere løsninger enn forutsatt. Man finner ingen løsning på de bruene med lange spennvidder. Det er lagt til grunn færre kryssingsspor enn behovet tilsier - og at det må legges inn økte kryssingslengder inne på stasjonene. Bruene blir vesentlig dyrere enn planlagt. Godsterminalene er undervurdert, med hensyn til omfang og kostnader.

Usikkerhetsdriver U1 Markedsusikkerhet

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. Pris på innsatsmidler som stål og olje svinger mye.

I et optimistisk scenario vil det være god kapasitet i leverandørmarkedet og god mulighet for bygging av jernbane. Prosjektet tiltrekker seg internasjonale aktører, som gir god konkurranse og lave priser. Store

program/porteføljer gir en helt annen attraktivitet. Entreprisene 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.

I et pessimistisk scenario vil det være høy aktivitet i anleggsmarkedet, noe som kan gi et presset marked. Størrelsen på prosjektet gjør det mindre attraktivt for norske entreprenører. For utenlandske entreprenører kan det være usikkerhet knyttet til norske forhold. Selektiv tilbudslevering, det er et presset marked og entreprenørene velger de prosjektene de vil by på med påslag. Mange entrepriser som følge av at markedet ikke er vant med store entrepriser, og dermed begrenset konkurransesituasjon. Sannsynligvis vanskeligere konkurranse på bruer, mindre tunnelmarked som er enklere, noen entreprenører kvier seg for å bygge bruer.

Usikkerhetsdriver U3 Eierstyring

Usikkerheten omfatter usikkerhet knyttet til målsetninger, politiske prioriteringer, finansiering og beslutninger hos prosjekteier (Jernbanedirektoratet, Bane NOR og delvis Statens vegvesen). 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.

I et optimistisk scenario vil redusert hastighetskrav kunne redusere tunnelandel og unngå de vanskeligste bruene/konstruksjonene. Redusert minsteradius (1800 meter for 200 km/t) og sterkere stigning (på linje med Saltfjellet - 18 promille) vil gi økt fleksibilitet og lavere kostnad. Få grensesnitt mot Bane NORs anlegg, gir gode muligheter til å velge en annen infrastrukturoperatør og utbygger som kan gi lavere kostnad. Tidlige grunnundersøkelser kan gi en effektiv gjennomføring av konstruksjoner. (Unngå "hals over hode"). Tidlig start av planprosess gir potensiale for mindre utfordringer i offentlige planprosess. Lavere kostnad til avbøtende tiltak fordi man tidlig involverer interessenter og lokale myndigheter. Et kombinasjonsalternativ kan gi lavere kostnad.

I et pessimistisk scenario vil politiske preferanser knyttet til valg av trase kunne gi lite optimale linjeføringer (eksempelvis Hamarøy). Manglende politisk enighet i landsdelen vil skape trenering og støy for muligheten til å få aksept. Avklaring av behov og mål vil endre det planlagte trasevalget og kan gi endrede kostnader. Manglende vilje til å finansiere langsiktig fremfor den årlige bevilgningstakten, vil gi stykkevis utbygging og økte kostnader. 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 og ekstra kostnader.

Usikkerhetsdriver U4 Lokale forhold

Usikkerheten 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, transport, deponering og salg.

I et optimistisk scenario vil manglende informasjon om grunnforholdene og geologi endre omfang og løsninger. Bedre grunn for bygging av bane i dagen enn planlagt samt bergkvalitet, vil gi reduserte kostnader. Gode masser som kan gjenbrukes.

I et pessimistisk scenario vil manglende informasjon om grunnforholdene og geologi endre omfang og løsninger. Dårlig grunn for bygging av bane i dagen, men også bergkvalitet vil gi økte kostnader. Planleggingen i det videre arbeidet avdekker noen vesentlige verneområder/miljøområder, som gjør at traseen må endres vesentlig og som dermed gir økte kostnader. Massedeponering blir en stor utfordring blant annet som følge av miljøkrav.

Usikkerhetsdriver U2 Rammebetingelser

Usikkerheten dekker tekniske krav og offentlig prosess. Tekniske krav; hvordan endringer i lover, forskrifter og teknisk regelverk påvirker prosjektet, samt hvordan tilsynsmyndighet påvirker løsningsutforming og standard.

Offentlig prosess; påvirkning og føringer fra kommunale/lokale og regionale politiske myndigheter og pressgrupper i forbindelse med reguleringsplanarbeid, byutviklingstiltak og inngrep i interessenters nabolag.

I et optimistisk scenario får prosjektet gode overskuddsmasser som kan utnyttes til andre formål. Sterk miljøopinion og pressgrupper gir økt aksept for prosjektet som gjør beslutningsprosessen enklere. Støy og miljøtiltak blir rimeligere som følge av at anleggene ikke forstyrres av infrastruktur og bebyggelse. Tidlig involvering av offentlige og private interessenter gir mindre kompenserte tiltak. Statlig reguleringsplan vil dempe deler av kravene.

I et pessimistisk scenario vil en sterk miljøopinion og pressgrupper gi 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. Maks alternativ 2 kan gi mer involvering av offentlige etater og mer konflikt med naboer ettersom det er mer dagsone.

Usikkerhetsdriver U6 Organisasjon og gjennomføringsevne

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 gode planer.

I et optimistisk scenario vil gjennomføring av store prosjekter bli mer effektiv 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 optimalt. Mange prosjekter i programmet gir god læringseffekt og erfaringsoverføring med entreprenører, kontrakter, og andre særegenheter. God kontinuitet i prosjektressurser. Prosjektet evner å samarbeide godt med departementer, Jernbanedirektoratet, øvrige deler av Bane NOR, kommuner, fylkeskommuner, Statens vegvesen og andre interessenter og får en effektiv offentlig prosess og utvikling av prosjektet.

I et pessimistisk scenario får prosjektet ikke tilgang på nødvendig kompetanse, ressurser og tyngde til å gjennomføre prosjektet ift. prosjektets kompleksitet. Undervurdering av kompleksitet. Tilgang på spesialistkompetanse (brubyggere, signal etc.) kan bli utfordrende å få på plass så langt nord. Prosjektet får betydelig innslag av internasjonale aktører, som gir språk- og kulturproblemer og gir store utfordringer i gjennomføringsfasen. Krevende prosjektledelse, ulikt modenhetsnivå og motstridende målsetninger, prosesser, gjennomføringsplan etc. mellom departementer, Jernbanedirektoratet, Bane NOR, kommuner, fylkeskommuner, Statens vegvesen og interessentgrupper.

Kostnadselementer

Kostnadselement K2 Tunnel

Kostnadselementet er basert på Jernbanedirektoratets byggeklosser. De inkluderer påslag for rigg og drift (25 % av produksjonskostnadene) som deretter har et påslag for byggherrekostnader (15 %) og prosjekteringskostnader (12 %). Det er lagt på et påslag på 6 %, 30 % på den svært lange tunnelen og 35 % påslag for rømningstunnel.

Det er i kvalitetssikring av kostnadskalkylen før analysen benyttet en korreksjonsfaktor på -15 % samt en reduksjon av påslag for rømningstunnel fra 30/35 % til 10 %. Dette har blant annet bakgrunn i at kostnadsnivået vurderes å være høyt sammenliknet med relevante referanse-prosjekter, som til dels har betydelig omfang av injeksjon og sikringsomfang. Analysegruppen vurderer at byggeklossene bygger på referanseprosjekter som 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 pr tunnel for forskjæring, portal og tilkomst og lagt til en ekstra kostnad for dette.

I et optimistisk scenario vil stordriftsfordeler gi lavere kostnader i de mange og lange tunnelene. Tunneler kan drives mer rasjonelt. Entreprenørene kan planlegge med flere tunneler i sekvensielt, noe som gir bedre utnyttelse av ressursene. 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.

I et pessimistisk scenario vil mangelfull kompetanse hos entreprenøren kunne gi høyere kostnader og de kan ha undervurdert vanskelig geologi. Entreprenørkrav øker omfanget. Det vil bli større behov for rømning/-sikkerhet enn forutsatt. Større omfang av tetting og sikring enn det er lagt til grunn, og større omfang full utstøpning enn lagt til grunn i «reduisert» byggekloss. Høyere rigg og drift for tunneler.

Kostnadselement K4 Bruer

Kostnadselementet er basert på Jernbanedirektoratets byggeklosser. De inkluderer påslag for rigg og drift (25 % av produksjonskostnadene) som deretter har et påslag for byggherrekostnader (15 %) og prosjekteringskostnader (12 %). 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 i kvalitetssikring av kostnadskalkylen før analysen benyttet en korreksjonsfaktor på 15 % for bruene med middels og stor spennvidde, hvor byggeklossene er estimert med noe lave kostnader sammenliknet med

referanseprosjekter. Ekspertenes vurdering er at dette er typiske broer av typen Fritt-frem eller mindre Skråstag. Andel bruer med middels og stor spennvidde tilsier at totale brukostnader justeres med 4-5 %.

Sannsynligvis er kompleksiteten på bruer undervurdert. Entreprenørene sliter med å få fortjeneste på bruer og det er rimelig å forvente at prisene vil øke.

I et optimistisk scenario oppnås stordriftsfordeler gjennom standardiserte og industrialiserte prosesser for bygging av bruer. Prosjektet har et svært stort omfang og kan investere i utvikling av løsninger som man kan oppnå gevinst av, eksempelvis prefabrikkerte løsninger.

I et pessimistisk scenario er kompetansen på bruer begrenset da det bygges få av de svært store bruene. Kulturen for å bygge i Norge er basert på "belte og bukseseler" - blir ofte overdimensjonert. De aktuelle store bruene er jernbanebruer som ikke er bygget før og som vil være utsatt for mye vær og vind - kompleksiteten kan være undervurdert. Grunnforholdene er ukjente og kan være undervurderte.

Kostnadselement K3 Undersjøisk tunnel

Se beskrivelsen av K2 Tunnel. Kostnadselementet er basert på en skjønnsmessig vurdering av hva undersjøisk jernbanetunnel vil koste, og er ikke beskrevet som byggekloss basert på referanseprosjekter. Det er betydelig usikkerhet i dette kostnadselementet, både optimistisk og pessimistisk.

I et optimistisk scenario er det enklere byggeforhold enn lagt til grunn i estimeringen. Påslag for undersjøisk jernbanetunnel tar høyde for vanskeligere byggeforhold og mer sikring enn det viser seg å være behov for.

I et pessimistisk scenario er det vanskeligere byggeforhold enn lagt til grunn. Undervurderte enhetspriser. Mer sikring enn forutsatt. For undersjøisk tunnel gjelder i større grad høy planleggingskostnad, flere tverrslag, mer forinjeksjon.

Kostnadselement K1 Dagsone

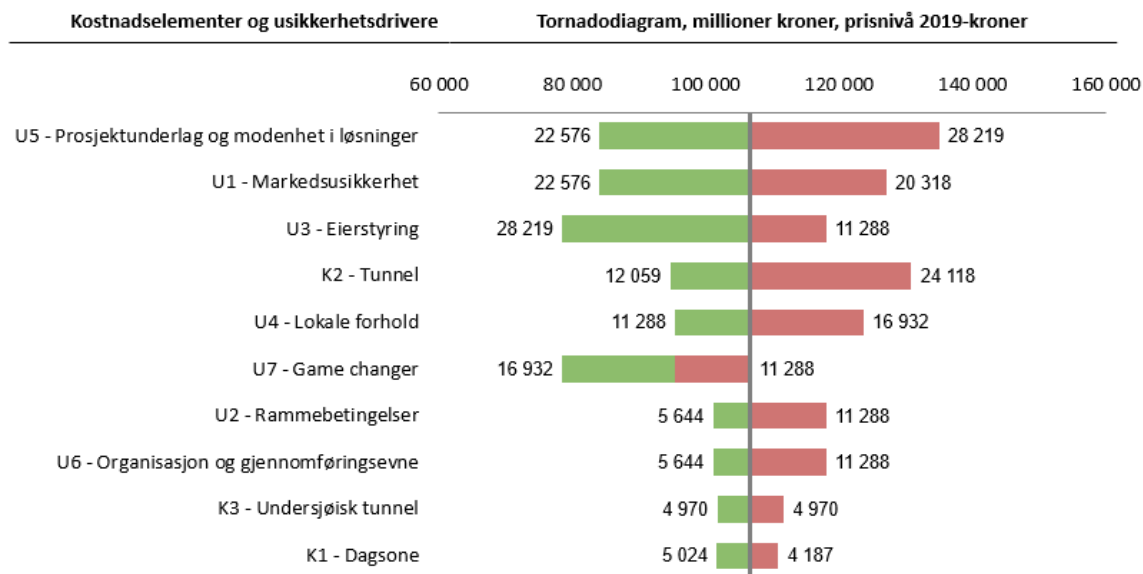
Kostnadselementet er basert på Jernbanedirektoratets byggeklosser. De inkluderer påslag for rigg og drift (25 % av produksjonskostnadene) som deretter har et påslag for byggherrekostnader (15 %) og prosjekteringskostnader (12 %). Mengder er basert på kartgrunnlag (topografiske kart/ArcGIS) og tidligere trasevurderinger. Her er summen av alle dagsoneleddene 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 15 %.

Erfaringsprisene i byggeklossene er fra prosjekter på Østlandet 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. Metier OEC har derfor lagt til grunn en korleksjon som virker 5 % ned på de samlede dagsonekostnadene.

I et optimistisk scenario er enklere byggeforhold enn lagt til grunn, og grensesnittet mellom enkle, middels og vanskelige byggeforhold forskyves. Mer gjenbruk av egne masser i linjen. Mindre behov for støyskjerming enn forutsatt. Bygger i jomfruelig terreng, ikke så mange hensyn som skal tas sammenlignet med referanseprosjektene.

I et pessimistisk scenario er det vanskeligere byggeforhold enn lagt til grunn og mer konflikter med interessenter og eksisterende infrastruktur. Må ta mer hensyn til skred. Fyllinger og skjæringer kan være undervurdert. Undervurdering av tiltak for miljø/viltkryssinger.

Usikkerhetsdriver U7 «Game changer»



Figur 10 - Tornadodiagram (alternativ 1) med usikkerhetsdriver U7 Game changer.

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 insitament 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 sakseutliggerer, 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 sålelementer 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 inntil 20 -30 % lavere kostnader enn dagens byggemetode, uten at det går på bekostning av kvalitet, regularitet og levetid.

Denne usikkerhetsdriveren inngår ikke i analyseresultatet i punkt 4.1 og 4.3 ovenfor. Effekten av usikkerhetsdriver U7 Game changer er som vist i tabellen nedenfor.

Kostnadsnivå	Alt.1 Høy tunnelandel		Alt.2 Maks dagsone		Arm Bjerkvik-Harstad	
	106 700		109 500		17 900	
Basiskostnad	106 700		109 500		17 900	
P15/ P15 inkl Game changer	77 900	60 000	84 300	65 600	14 400	11 200
P50/ P50 inkl Game changer	113 300	94 600	120 100	102 000	20 100	17 000
P85/ P85 inkl Game changer	151 300	134 500	160 000	142 100	26 400	23 500
Standardavvik	31 %	38 %	30 %	36 %	29 %	35 %

Tabell 8 - Mulig effekt av usikkerhetsdriveren Game changer, MNOK 2019

4.5. Optimalisering av trasevalg

Trasevalg fra tidligere utredning (1992) er ikke utfordret i denne oppdateringen. Det vurderes imidlertid å være betydelig mulighet for optimalisering av løsninger for å oppnå noe lavere kostnader. For å angi et potensial for optimalisering av trase beskrives noen kostnadsbesparende muligheter i det følgende.

Optimalisering av alternativ 2 parsell 2 - Kryssing av Tysfjord med daglinje

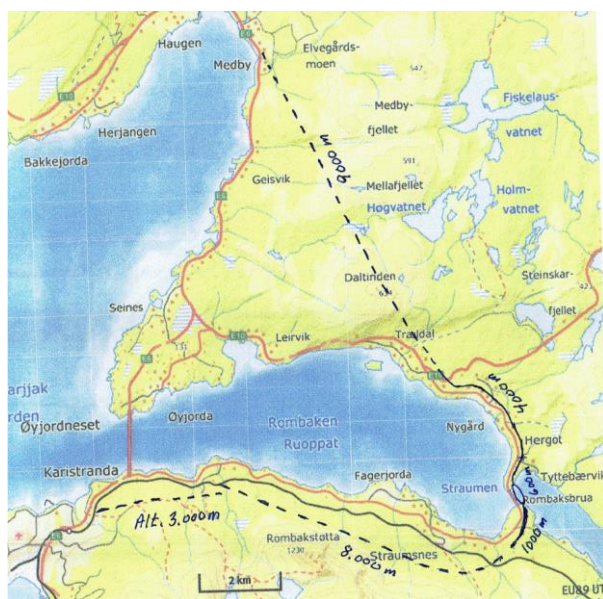
I oppgitt anslag består strekningen mellom Drag og Sørfjordbotn av, og med byggeklossene og kostnadene til venstre i tabellen (13 237 MNOK). I en alternativ løsning (i alternativ 2) kan man ta inn langs Grunnfjorden og krysse denne innenfor Råna (vel 300m), fortsette inn til Grunnfjordpollen, videre med tunnel til Mannfjorden, og så videre over til Sørfjorden (11 006 MNOK). Alternativ trasé er beregnet etter byggekloss-priser. I tillegg er risikoprofilen betydelig mindre da man unngår 2 lange broer til bortimot 3 Mrd. NOK.

Tysfjord bru	3 600	Tysfjord bru	3 600	
Grunnfjordbrua	1 840	Vei langs Hellemfjorden	738	6.000 m x 123.000
Mann-vatnet tunnel,	1 177	Tunnel over til Grunnfjorden	1 848	6.000 m x 308.000
Mannfjord bru sør	3 672	Bru over Grunnfjorden	237	400 m x 593.000
Daglinje	331	Vei til Grunnfjordpollen	492	4.000 m x 123.000
Mannfjord bru nord	463	Tunnel til Mannfjorden	616	2.000 m x 308.000
Mølnelvtinden tunnel	2 005	Vei i Mannfjorden	246	2.000 m x 123.000
Daglinje	149	Tunnel til Sørfjorden	3 080	10.000 m x 308.000
		Daglinje Sørfjorden	149	
SUM	13 237	SUM	11 006	

Tabell 9 - Optimalisering - Kryssing av Tysfjord med daglinje

Rombaksfjorden

Hålogalandsbroa blir et kapittel for seg. Her tror vi det vil være langt mer økonomisk å krysse Rombaksfjorden lenger inn, der gammel E6-bru ligger.



Figur 11 - Alternativ kryssing av Rombaksfjorden.

Kryssingen av Rombaksfjorden kan være lik i begge alternativene, med kryssing lenger inn (Sørneset-Langstranda), der hvor E6 krysset Rombaksfjorden helt til den nye Hålogalandsbroen ble åpnet i 2018. Det kan bygges ny tunnel helt fra Narvik, eller man kan utnytte Ofotbanen noen kilometer før traseen må gå nedover mot Sørneset.

Kryssing til Langstranda kan foretas med såkalt Fritt-Frem bro da dybdene her er overkommelige. Med bare 3 km utnyttelse av Ofotbanen, og med byggeklossenes priser vil alternativet være ca. 1,5 milliarder billigere enn kryssing iht. foreslått broalternativ, og selv med tunnel helt fra Narvik vil det kunne spares ca. 0,5 milliarder. Det bemerkes at den foreslåtte kryssingen av Rombaksfjorden parallelt med ny E6-bro medfører svært store utfordringer; en slik bro for jernbane er ikke bygget

før i verden. En mer realistisk besparelse, inkludert usikkerhet, er mer i størrelsesorden 3 milliarder.

Optimalisering av alternativ 1 for å oppnå laveste kostnad

De to alternativene er parallelle over lange strekninger, men likevel ikke sammenfallende. Der hvor alternativ 2 ikke har tunneler har det parallelle alternativ 1 flere strekninger med tunneler. Det er ikke kjent hvorfor alternativ 1 er planlagt med tunneler mens alternativ 2 «maks dagsone» rett ved siden ikke har tunneler, men det medfører at alternativ 1 Høy tunnelandel får høyere kostnader enn alternativ 2 Maks dagsone på disse strekningene. Den presenterte kostnaden for Nord-Norgebanens alternativ 1 blir på denne måten unødvendig høy. Eventuelle miljøkonsekvenser er ikke utredet, men vil være samme konsekvens for begge alternativer. Noen eksempel, og da med tall fra byggeklossene:

STREKNING	Høy tunnelandel	Maks dagsone	Differanse
Parsell 1 Fauske – Kobbelv	14 308	12 308	2 000
Parsell 3 Sørfjordbotn – Narvik	23 242	21 260	1 982
Parsell 4 Bjerkvik – Målselv	20 951	19 445	1 506
Reduksjon			5 488

Tabell 10 - Reduksjonspotensial ved bruk av dagsone i alternativ 1 der det er mulig. MNOK 2019-kroner.

Frem til Målselv vurderes således alternativ 1 «Høy tunnelandel» å være priset 5,5 milliarder for høyt.

Videre til Tromsø vokser forskjellen med over 8 milliarder, men sammenlikningen her er litt spesiell med en lang undersjøisk tunnel (for alternativ 1) og en meget spesiell brokryssing (for alternativ 2). Med så høye kostnader for begge disse strekningene bør det, i en konseptvalgutredning, vurderes om det er behov for og tilstrekkelig nytte av å ha en jernbaneforbindelse helt til øya.

5. Konklusjon og prioriterte anbefalinger

Det er en utfordring å oppdatere en tidligere utredning uten også å kunne utnytte muligheter for optimalisering av løsninger og trase. Analogestimering med byggeklossmetoden har sin styrke i at den gir sammenliknbare kostnadsestimater for alternativene uten at det legges for mye ressurser i utredningen. Men dersom prosjektet Nord-Norgebanen skal gis en rasjonell vurdering, vil det være behov for en dypere analyse av flere forhold enn bare å sette sammen standard byggeklosser på lite bearbejdede linjealternativer.

Ved åpenbar optimalisering av løsninger og byggestrategi, og ved enkle grep i linjevalg og avklaring av endepunkt Tromsø, kan kostnadene reduseres i betydelig grad, ut over den reduksjon analysen viser.

I tillegg til at de lengste jernbanebruene er kostnads- og usikkerhetsdrivende, kan de vise seg også å bli «showstoppere» teknisk sett, ettersom de er svært kompliserte. Noen store bruer kan imidlertid helt unngås med en indre linje på parsell 2 Fauske – Narvik og med en annen kryssing av Rombaksfjorden.

Usikkerhetsanalysen har i usikkerhetsdriver U3 Eierstyring tatt høyde for at prosjekteiere og -sponsorer kan påvirke kostnadsnivået i positiv retning. Avklaring på prosjektmål, med reduksjon av krav til hastighet, minsteradius og stigningsforhold vil gi mulighet til optimalisering av trase og til å unngå de vanskeligste bruene/konstruksjonene. Det totale omfanget av Nord-Norgebanen gir også mulighet til effektivisering av utbyggingsstrategi og -organisasjon og til å løfte offentlige planprosesser for raskere planlegging og behandling. Forslag til et kombinasjonsalternativ er benyttet for å illustrere potensiale ved optimalisering.

Usikkerhetsdriveren tar ikke med effekten av at Nord-Norgebanen vil kunne bli en ny drivkraft i utvikling av mer effektiv jernbanebygging, både innen finansieringsforutsigbarhet, byggherreorganisering, videreutvikling av normverket (teknisk regelverk) og industrialisering av tekniske løsninger. Dette er illustrert i en egen usikkerhetsdriver U7 Game-changer. Effekten er i denne analysen holdt utenfor kostnadsresultatene, men potensialet er vist i beskrivelsen av usikkerhetsdriver U7 i punkt 4.4 ovenfor.

Rådgiver har benyttet Jernbanedirektoratets byggekloss-system for estimering. Metier OEC støtter valgt strategi for estimering i tidligfase. Etter kvalitetssikring og rimelighetsvurdering av grunnkalkylen har Metier OEC anbefalt at det vurderes å ta i bruk en byggekloss som reflekterer «enkle byggeforhold» for ettspors tunnel, eller at det introduseres en byggekloss som i større grad ivaretar ny bane i fjellkjedebergarter, stor overdekning, lite forstyrrende aktivitet/naboer og eventuelt en annen type jernbanetunnel enn i byggeklossenes referansegrunnlag. Metier OEC har i denne analysen valgt å legge inn en korreksjonsfaktor på minus 15 % for kostnadselementet enkeltsporet tunnel.

Til tross for at løpemeterkostnaden for tunnel vurderes å være mer enn dobbelt så høy som løpemeterkostnaden for daglinje, konkluderer usikkerhetsanalysen med at alternativet med høy tunnelandel har lavere kostnad enn daglinje. Dette indikerer at det er betydelige usikkerheter i kostnadsnivåene. For å redusere usikkerhet bør forutsetningene for Nord-Norgebanen, både målsetninger, strategier og tekniske krav, gjennomgås for å åpne mulighetsrommet i en eventuell konseptvalgutredning (KVU), slik at eksempelvis kostnadskonsekvensen av hastighetskrav gjenspeiles i trasevalg og tekniske løsninger for bruer og konstruksjoner.

6. Vedlegg

Vedlegg til rapporten finnes i et eget vedleggdokument.

Vedleggdokumentet har følgende hoveddeler:

Vedlegg 1 Agenda og deltakelse på gruppesamlingen

Vedlegg 2 Dokumentasjon av kostnadselementer og estimatusikkerhet

Vedlegg 3 Dokumentasjon av usikkerhetsdrivere

Vedlegg 4 Analysemodeller

Vedlegg 5 Metode

