



DOVREBANEN HEGGSTADMOEN TERMINAL
SUPPLERENDE UTREDNING HEGGSTADMOEN
Usikkerhetsanalyse

- Akseptert
- Akseptert m/ kommentarer
- Ikke akseptert / kommentert
- Revider og send inn på nytt
- Kun for informasjon

00E	Endelig rapport	30.10.2020	SSB/KLS	KLS/SSB	KLS
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel:		Antall sider:	 HR Prosjekt AS		
Dovrebanen Heggstadmoen Terminal		53			
Supplerende utredning Heggstadmoen		Produsent:			
Km 540.21-542.30		Erstatning for:			
Usikkerhetsanalyse		Erstattet av:			
Prosjektnr.:	22470617	Dokument-/tegningsnummer:		Revisjon:	
Parsell:	00	PTF-00-A-00206		00E	
Planfase:	Utredning				
Saksnr:	N/A				
		FDV-dokument-/tegningsnummer:		FDV-rev.:	
		NA		NA	

NØKKELOPPLYSNINGER

Generelle opplysninger			
Analyse	Type analyse: Usikkerhetsanalyse	Gjennomført av: HR Prosjekt AS	Gjennomført dato: 22.-23. oktober
Prosjekt	Prosjektnavn: Supplerende utredning Heggstadmoen		
	Prosjektfase: Utredning	Prosjektperiode:	Prisnivå: 2019

Resultater					
Supplerende utredning Heggstadmoen – Alternativ 1					
Basiskostnad: 2090 mNOK	Forventet kostnad ¹ : 2344 mNOK	Kostnadsramme (P85): 3082 mNOK	Standardavvik: 708 mNOK	Rel. std. avvik: 30 %	
Hovedposter i basiskalkylen	Forventet	Std. avvik	Usikkerhetsdrivere	Forventet	Std. avvik
Underbygning	115,7 mNOK	24,9 mNOK	U1 Anleggsgjennomføring	139,4 mNOK	352,4 mNOK
JBT	218,3 mNOK	23,6 mNOK	U2 Eierstyring og rammebetingelser	17,7 mNOK	171,6 mNOK
Veger og arealplan	375,0 mNOK	48,0 mNOK	U3 Eksterne aktører og interessenter	71,0 mNOK	157,8 mNOK
Konstruksjoner	167,9 mNOK	18,8 mNOK	U4 Lokale forhold	47,5 mNOK	350,9 mNOK
Terminal	12,9 mNOK	4,8 mNOK	U5 Marked	0 mNOK	228,1 mNOK
Fasekostnader	93,0 mNOK	27,9 mNOK	U6 Prosjektering og modenhet	-26,6 mNOK	288,6 mNOK
Støy	5,1 mNOK	1,2 mNOK	U7 Prosjektorganisasjon og ledelse	-35,5 mNOK	218,6 mNOK
Riving + andre tiltak	16,3 mNOK	6,1 mNOK			
Signalkostnader	157,3 mNOK	22,0 mNOK			
Rigg/drift entreprenør	278,0 mNOK	62,2 mNOK			
Byggherrekostnader (felleskostnad + prosjektering)	435,4 mNOK	58,2 mNOK			
Grunnerverv	255,4 mNOK	66,7 mNOK			
3 viktigste usikkerheter og tilhørende tiltak					
Usikkerhet	Tiltak				
1. Lokale forhold – Grunnforhold	1. Gjennomføre geotekniske og miljøtekniske grunnundersøkelser tidlig i teknisk hovedplan				
2. Anleggsgjennomføring	2. Dialog mot ruteplanleggere for å unngå persontogtrafikk på spor 3 på Heimdal stasjon i byggeperioden. 3. Gjennomføre faseplanlegging for å finne mulige løsninger for anleggsgjennomføring.				
3. Prosjektering og modenhet	4. Alternativvurdere deelementer i tiltak mht. kostnad (og evt. andre kriterier)				

¹ Forventet kostnad og P50 (2341 mNOK) er omtrent sammenfallende. I en Bayesisk modell antas sentralgrenseteoremet å gjelde, og S-kurven blir da tilnærmet en symmetrisk normalfordeling, slik at P50 og forventningsverdi blir det samme ($E(x) = P50$). I en Monte Carlo simulering vil det typisk være et lite avvik (i praksis ubetydelig, så lenge modellen oppfyller de samme kravene som den Bayesiske modellen) mellom P50 og forventningsverdi. I tillegg vil hver Monte Carlo simulering gi et nytt resultat, med små variasjoner, mens en Bayesisk modell gir én beregnet S-kurve og dermed én beregnet P50 / forventningsverdi. Concept-rapport nr.11 gir mer informasjon rundt dette.

Resultater					
Supplerende utredning Heggstadmoen – Alternativ 2					
Basiskostnad: 2231 mNOK	Forventet kostnad ² : 2450 mNOK	Kostnadsramme (P85): 3214 mNOK	Standardavvik: 740 mNOK	Rel. std. avvik: 30 %	
Hovedposter i basiskalkylen	Forventet	Std. avvik	Usikkerhetsdrivere	Forventet	Std. avvik
Underbygning	105,9 mNOK	22,8 mNOK	U1 Anleggsgjennomføring	101,4 mNOK	333,4 mNOK
JBT	214,3 mNOK	23,2 mNOK	U2 Eierstyring og rammebetingelser	18,9 mNOK	183,2 mNOK
Veger og arealplan	352,5 mNOK	45,1 mNOK	U3 Eksterne aktører og interessenter	75,8 mNOK	168,4 mNOK
Konstruksjoner	167,9 mNOK	18,8 mNOK	U4 Lokale forhold	50,7 mNOK	374,5 mNOK
Terminal	122,9 mNOK	9,2 mNOK	U5 Marked	0 mNOK	244,4 mNOK
Fasekostnader	101,5 mNOK	30,5 mNOK	U6 Prosjektering og modenhet	-28,4 mNOK	308,0 mNOK
Støy	1,5 mNOK	0,4 mNOK	U7 Prosjektorganisasjon og ledelse	-37,9 mNOK	233,3 mNOK
Riving + andre tiltak	16,3 mNOK	6,1 mNOK			
Signalkostnader	157,3 mNOK	22,0 mNOK			
Rigg/drift entreprenør	297,8 mNOK	66,6 mNOK			
Byggherrekostnader (felleskostnad + prosjektering)	466,4 mNOK	62,3 mNOK			
Grunnerverv	265,3 mNOK	69,3 mNOK			
3 viktigste usikkerheter og tilhørende tiltak					
Samme som alternativ 1					

² P50 = 2444 mNOK

SAMMENDRAG

HR Prosjekt har fått i oppdrag å gjennomføre usikkerhetsanalyse i forbindelse med *Supplerende utredning Heggstadmoen* basert på kalkyler i estimatklasse 4.

Dagens godsterminal på Heggstadmoen ble bygd ut og tatt i bruk i 2017/2018. Bane NOR har fått i oppdrag fra Jernbanedirektoratet å utrede utvidelse av terminalen. Det er vurdert to alternative løsninger.

Begge alternativer omfatter også tiltak på Heimdal stasjon. Omfanget på stasjonen er likt i de to alternativene. Hovedforskjellen mellom alternativene er knyttet til terminaldriften. I alternativ 1 er det lagt til rette for terminaldrift kun ved bruk av reach stacker, mens i alternativ 2 er det lagt opp til kombinert terminaldrift ved hjelp av 2 stk. kraner på en kranbane og reach stacker.

Det er ikke definert noen fremdriftsplan for gjennomføring. Forutsetningen er at prosjektet skal ferdigstilles innen år 2030, i tråd med definerte effektmål fra Jernbanedirektoratet. Multiconsult anslår byggetid til 2-3 år for begge alternativer.

Tiltak	Basis	p50	Forventet kostnad	P85	Forv. tillegg	Std.avvik
Alt. 1	2090	2341	2344	3082	251 12 %	708 30 %
Alt 2	2231	2444	2450	3214	214 10 %	740 30 %

Denne analysen vurderer ikke eventuelle kvalitative, driftsmessige eller samfunnsøkonomiske konsekvenser, kun investeringskostnaden.

Forventet kostnad kan anbefales som styringsramme for prosjektet, og P85 som prosjektets kostnadsramme. Både Heggstadmoen og Torgård vurderes som lokasjon for godshåndtering i Trøndelag, og det er gjennomført en egen utredning for Torgård. Estimatenes for forventet kostnad og P85 for de to lokalitetene er ikke nødvendigvis direkte sammenlignbare i de to utredningene. Dette bør beslutningstaker være bevisst på når lokalitet skal besluttes.

Dersom Heggstadmoen blir valgt, vil viktigste tiltak fremover bli å sikre gode og forutsigbare rammebetingelser for prosjektet, med raske og tydelige avklaringer og bestillinger. Det vil være en fordel om prosjektet gis bestilling på hoved- og detaljplan samlet, for å opprettholde kontinuitet i prosjektorganisasjonen. Det er lagt til grunn at prosjektet skal ferdigstilles i 2030. Dersom bestilling på hovedplan ikke kommer snarlig, vil fremdriften være knapp. Prosjektet er omfattende, og skal gjennom en større reguleringsprosess, med grensesnitt mot mange eksterne interessenter, samt en omfattende grunnervprosess. Dette er forhold som kan medføre forsinkelser om prosjektet ikke gis prioritet fra start.

Et viktig moment i det videre prosjektarbeidet vil være felles planlegging og samarbeid på tvers av involverte aktører. Dette vil være viktig i en tidligfase for å kunne tilrettelegge for; omlegging av trafikk til andre steder, skyve kryssinger til nabostasjoner og endring i ruteplaner. Hvis en får redusert trafikk i byggeperioden vil dette gi gode forutsetninger for gjennomføring. Å «kjøpe ut tog» kan være en mulighet.

INNHold

Nøkkelopplysninger	2
Sammendrag	4
Innhold	5
Figurliste	6
Tabelliste	7
1 Innledning	8
1.1 Oppdraget	8
1.1.1 Om prosjektet	8
1.1.2 Prosjektets omfang	11
1.1.3 Basiskostnad	11
1.2 Gjennomføring av oppdraget	12
1.3 Metode	12
1.3.1 Overordnet prosess	12
1.3.2 Analyse av hendelsesusikkerheten	13
1.3.3 Analyse av estimatusikkerheten	14
1.3.4 Analyse av usikkerhetsdrivere	14
1.3.5 To alternative løsninger	14
1.4 Forutsetninger	15
1.4.1 Omfang og avgrensninger i prosjektet	15
1.4.2 Forutsetninger for estimatet fra kostnadsrapport	15
2 Usikkerhetsbildet	16
2.1 Prosjektets rammebetingelser	16
2.1.1 Omfang	16
2.1.2 Tid	17
2.1.3 Kompleksitet	17
2.1.4 Nytt	17
2.1.5 Marked	18
2.1.6 Organisasjon	18
2.1.7 Mål	18
2.1.8 Prioritet	18
2.2 Usikkerhetsregister og identifikasjon av hendelser	19
2.2.1 Usikkerhetsnedbrytingsstruktur	19
2.3 Topp 10 hendelser	22
3 Kostnadsusikkerhet Alternativ 1 - Reach-stacker	23
3.1 Inndata og vurderinger	23

3.2	Analyseresultat.....	23
4	Kostnadsusikkerhet Alternativ 2 – Kombinert løsning	26
4.1	Inndata og vurderinger	26
4.2	Analyseresultat.....	26
5	Konklusjon.....	29
5.1	Anbefaling om rammer	29
5.2	Prosessleders kommentar	30
6	Vedlegg og referanser.....	31
6.1	Vedlegg A – Deltakerliste og agenda	31
6.2	Vedlegg B – Prosjektets deterministiske estimat.....	33
6.2.1	Alternativ 1 – med reach stacker.....	33
6.2.2	Alternativ 2 – med reach stacker og kraner	33
6.3	Vedlegg C – Dokumentasjon av estimatusikkerhet.....	34
6.3.1	Alternativ 1 – Oppsummering estimatusikkerhet	34
6.3.2	Alternativ 2 – Oppsummering estimatusikkerhet	34
6.4	Vedlegg D – Dokumentasjon av usikkerhetsdrivere.....	44
6.4.1	Alternativ 1 – Oppsummering driverusikkerhet	44
6.4.2	Alternativ 2 – Oppsummering driverusikkerhet	44
6.5	Vedlegg E – Metode for usikkerhetsanalyse	52

FIGURLISTE

Figur 1.	Dagens terminal og planlagt utvidelse. Nord til venstre i bildet.....	8
Figur 2.	Utsnitt fra modell, sett fra nord. Alternativ 2 med kombinert terminaldrift. Verksted/bilhåndtering til venstre i bildet.	9
Figur 3.	Utsnitt fra modell, sett fra sør. Alternativ 2 med kombinert terminaldrift.	9
Figur 4.	Heimdal stasjon. Påkobling mot terminalområdet til venstre.	10
Figur 5.	Terminalplan alternativ 1.....	10
Figur 6.	Terminalplan alternativ 2.....	10
Figur 7.	Situasjonskart.....	16
Figur 8.	Matrise usikkerhetsnedbrytingsstruktur	19
Figur 9.	S-kurve for total prosjektkostnad (x-aksen viser total prosjektkostnad i mNOK)	24
Figur 10.	Tornadodiagram alternativ 1	24
Figur 11.	S-kurve for total prosjektkostnad (x-aksen viser total prosjektkostnad i mNOK)	27
Figur 12.	Tornadodiagram alternativ 2.....	27

TABELLISTE

Tabell 1. Sammendrag av kalkyle begge alternativer	12
Tabell 2. Basisestimat som var inngangsverdiene til analysen, mNOK 2019-kroner.....	23
Tabell 3. Hovedresultater alternativ 1, mNOK 2019-kroner.....	23
Tabell 4. Basisestimat alternativ 2	26
Tabell 5. Hovedresultater alternativ 2, mNOK 2019-kroner.....	26
Tabell 6. Hovedresultater mNOK 2019-kroner.....	29

1 INNLEDNING

1.1 Oppdraget

HR Prosjekt (HRP) har fått i oppdrag av prosjektet *Supplerende utredning Heggstadmoen* å gjennomføre usikkerhetsanalyse av to alternative løsninger for utvidelse av godsterminalen på Heggstadmoen. Analysen er basert på kalkyler i estimatklasse 4 datert 19.10.2020.

Analysen ble gjennomført etter trinnvismetoden, med gruppesamling 22.-23. oktober som viktigste verktøy. Formøte med prosjektet ble gjennomført 16. oktober. Det ble gjort forberedelser forut for gruppesamlingen og etterarbeid etter gjennomføring. Analysegruppen besto av representanter fra Bane NOR og rådgivere fra Multiconsult. Komplette deltakerliste følger i vedlegg A.

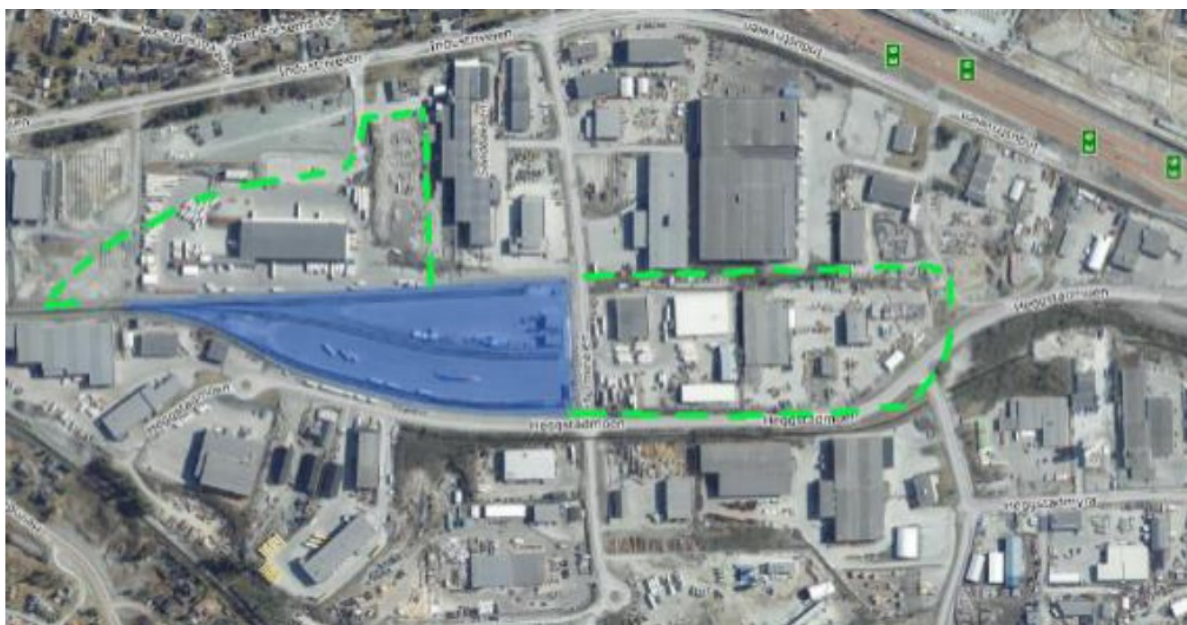
1.1.1 Om prosjektet

Dagens godsterminal på Heggstadmoen ble bygd ut og tatt i bruk i 2017/2018. Bane NOR har fått i oppdrag fra Jernbanedirektoratet å utrede utvidelse av terminalen. Det er vurdert to alternative løsninger.

I utredningen er det sett nærmere på hvordan dagens terminalområde på Heggstadmoen kan utvides for å oppnå effektmål og forutsetninger for prosjektet:

- Effektmål
 - 2030: 200 000 TEU
 - 2050: 300 000 TEU
- Forutsetning
 - Dimensjonerende lengde for godstog er 650 m
 - En lokalitet for håndtering av jernbanegods i Trondheim

Utvidelsen av dagens terminalflate er tenkt gjort sørover, over dagens vei «Terminalen» og over et større utbygd næringsareal.



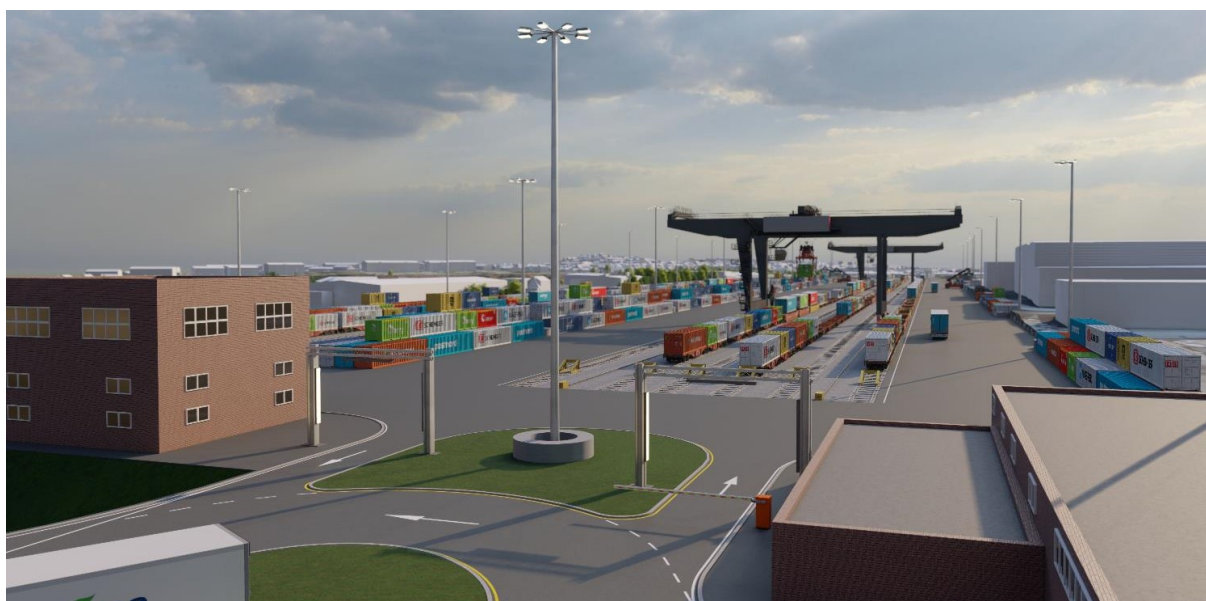
Figur 1. Dagens terminal og planlagt utvidelse. Nord til venstre i bildet.

Begge alternativer omfatter tiltak på Heimdal stasjon. Omfanget på stasjonen er likt for begge alternativer. Hovedforskjellen mellom alternativene er knyttet til terminaldriften. I alternativ 1 er det lagt til rette for terminaldrift kun ved bruk av reach stacker, mens i alternativ 2 er det lagt opp til kombinert terminaldrift ved hjelp av 2 stk. kraner på en kranbane og reach stacker. Alternativ 1 tar utgangspunkt i en direkte forlengelse av de eksisterende sporene på dagens terminal. Dette gjør at selve terminalen strekker seg ca. 30 m lengre mot sør enn alternativ 2. Dette fører igjen til at gateområdet blir liggende tilsvarende nærmere rundkjøring i sør. For alle andre fag er det ingen større forskjell mellom alternativene foruten nevnte økning i areal og bortfall av kran i alternativ 1.

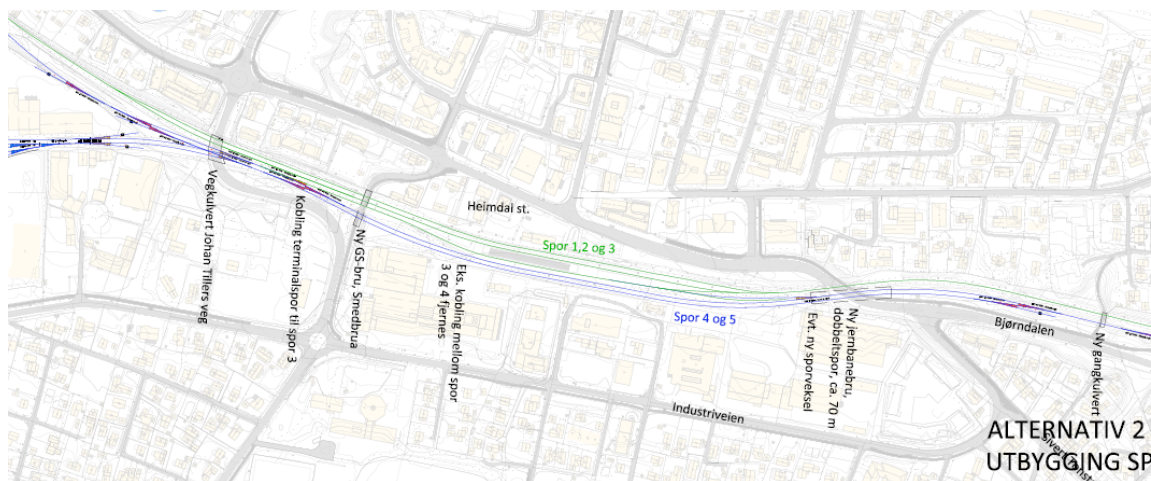
En viktig forutsetning for utforming av begge alternativer er at hele terminalflaten skal ligge på samme nivå. Dette i kontrast til dagens godsterminal hvor den østre terminalflaten ligger 2-3 m høyere enn den vestre terminalflaten.



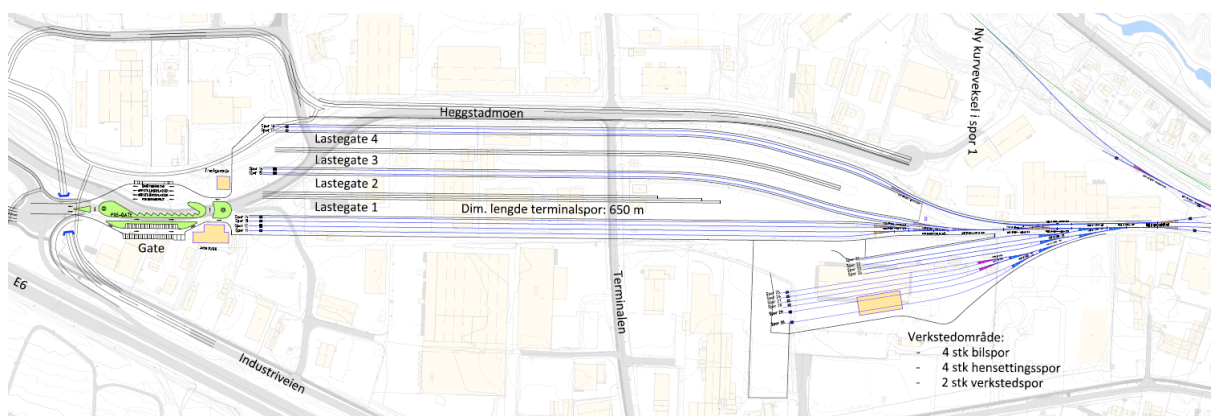
Figur 2. Utsnitt fra modell, sett fra nord. Alternativ 2 med kombinert terminaldrift. Verksted/bilhåndtering til venstre i bildet.



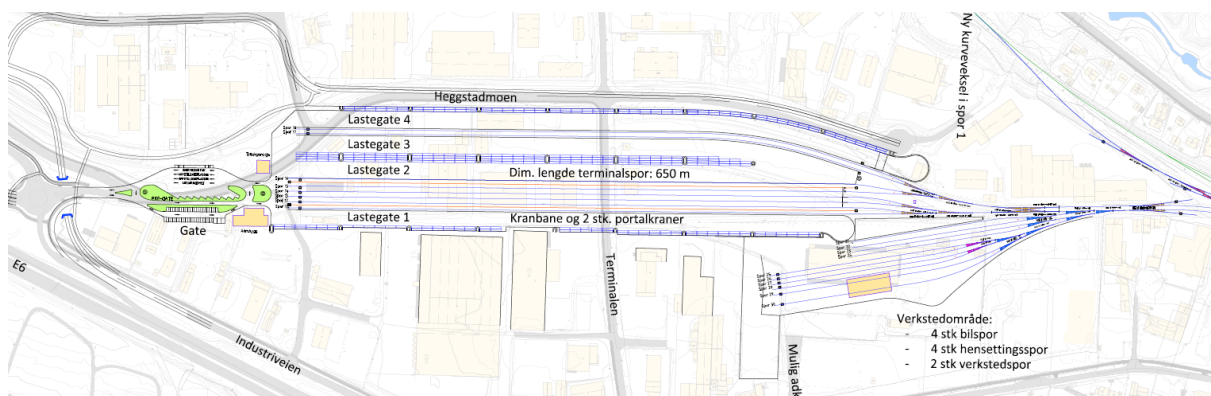
Figur 3. Utsnitt fra modell, sett fra sør. Alternativ 2 med kombinert terminaldrift.



Figur 4. Heimdal stasjon. Påkobling mot terminalområdet til venstre.



Figur 5. Terminalplan alternativ 1



Figur 6. Terminalplan alternativ 2

Det er ikke definert noen fremdriftsplan for gjennomføring. Prosjektet vil følge Bane NORs plansystem med teknisk hovedplan, teknisk detaljplan, byggeplan og produksjon. Forutsetningen for fremdrift som Bane NOR har lagt til grunn, er at prosjektet skal ferdigstilles innen år 2030, i tråd med definerte effektmål fra Jernbanedirektoratet. Multiconsult anslår byggetid til 2-3 år for begge alternativer.

1.1.2 Prosjektets omfang

Prosjektets omfang er beskrevet i PTF-00-A-00199 Fagrapport kostnadsestimat. I estimatrapporten og tilhørende kostnadsestimat (PTF-00-A-00192) er prosjektet delt inn i fem områder: Terminalområdet, Heimdal stasjon, Verksted/bilhåndtering, Gate/atkomst og Vegsystem.

På stasjonen omfatter prosjektet forlengelse av dagens spor 4, etablering av spor 5, jernbanebru over Bjørndalen (veg) nord for Heimdal st., etablering av ekstra tilføringsspor fra Heimdal til Heggstadmoen og ny gang- og sykkelbru (lengdeutvidelse) over sporarrangement. På terminalområdet er det to mulige omfang, avhengig av hvilken terminaldrift som velges. I begge alternativer etableres et verkstedområde (godsvognverksted med to spor, hensettingsspor, bilvognspor) i nordøstre del av området, en gateløsning (automatisert ankomst/avgang for semitrailere, administrasjonsbygg, snørydding) i sør og et vegsystem. Løsningen som er vist i tegninger og modeller representerer én mulig løsning for blant annet vegsystem og gateløsning, og i neste fase må det vurderes flere alternativer.

1.1.3 Basiskostnad

Basiskostnad er sannsynlige verdier for hver kalkylepost, og kan inkludere påslag for uspesifiserte kostnader. Grunnkalkyle er forhåndsberegnede inngangsverdier til analysen uten uspesifiserte kostnader.

Prosjektet er i utredningsfase og estimatet er vurdert til estimatklasse 4. Kostnadsestimatet er utarbeidet av Multiconsult med bistand/kvalitetssikring fra Bane NORs estimeringsressurs. Estimaten er beskrevet i PTF-00-A-00199 Fagnotat kostnadsestimering.

Estimatet er bygget opp iht. hovedelementer (kolonne 2) og områder (rad 2) i regnearket. Videre er hvert hovedelement oppdelt i underkategorier, som til sammen utgjør hovedelementet. Dette for å ha kontroll og oversikt på hvilke kostnader som er lagt inn på de forskjellige områdene.

Det er benyttet både Bane NORs «byggeklosser» og rådgivers erfaringstall fra andre prosjekter som prisgrunnlag. Det er gitt en mer detaljert beskrivelse av hvilke prosjekter som er benyttet i estimatrapporten.

Prosjektteamet opplyser at de var nødt til å fryse basis tidligere enn hva som er vanlig for å rekke gjennomføring av usikkerhetsanalyse innen leveransefrist. Revidert basisestimat som grunnlag til usikkerhetsanalyse ble oversendt fra rådgiver til Bane NOR mandag 19. oktober. På dette tidspunktet anslår rådgiver at estimatet bygde på et teknisk grunnlag som tilsvarer 90 % av ferdig arbeid. Det har etter 19. oktober ikke kommet inn nye løsninger/endringer som endrer prosjektets karakter, eller som har større innvirkning på basisestimatet.

Nedenfor presenteres oversendte basisestimater for de to alternativene. Disse er også gjengitt i vedlegg B.

Tabell 1. Sammendrag av kalkyle begge alternativer

Utvivelse Heggstadmoen godsterminal - sammendrag av kostnader (MNOK) . Grov estimert med +/-40% nøyaktighet.		Faktor / Andel	Terminalområdet [MNOK]	Heimdal st. [MNOK]	Verksted/Bilhåndtering [MNOK]	Gate/adkomst terminal [MNOK]	Vegsystem [MNOK]	Totalt [MNOK]	
Totale Prosjektkostnader			1196	431	312	65	86	2090	
Alt. 1	0. Byggherrekostnader		415,18	104,57	143,83	15,72	20,91	700,21	
	0.1 Felleskostnader byggherre	15 %	117,08	49,02	25,23	7,37	9,80	208,50	
	0.2 Prosjekteringskostnader	17 %	132,69	55,55	28,60	8,35	11,11	236,30	
	0.3 Grunnerverv		165,40	0,00	90,00	0,00	0,00	255,40	
	1. Produksjonskostnader (eksl. Rigg + drift)		624,44	261,42	134,57	39,30	52,28	1112,02	
	1.1 Underbygning spor		46,67	50,21	11,94	2,18	0,00	110,99	
	1.2 JBT		89,49	73,93	40,10	1,60	0,00	205,13	
	1.3 Veger og arealplan		291,35	0,00	40,74	9,99	25,13	367,20	
	1.4 Konstruksjoner		40,50	54,42	25,29	24,94	22,40	167,55	
	1.5 Terminal		12,85	0,00	0,00	0,00	0,00	12,85	
	1.6 Fasekostnader	10 %	48,09	17,86	11,81	0,00	4,75	82,50	
	1.7 Støy		4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	
	2 Riving + andre tiltak		11,00	0,00	4,69	0,61	0,00	16,30	
	3 Signalkostnader		80,00	65,00	0,00	0,00	0,00	145,00	
	4 Rigg/Drift entreprenør	25 %	156,11	65,36	33,64	9,83	13,07	278,00	
	Totale Prosjektkostnader			1340	431	310	64	86	2231
	Alt. 2	0. Byggherrekostnader		457,52	104,57	143,26	15,49	20,91	741,76
0.1 Felleskostnader byggherre		15 %	132,31	49,02	24,97	7,26	9,80	223,36	
0.2 Prosjekteringskostnader		17 %	149,95	55,55	28,30	8,23	11,11	253,14	
0.3 Grunnerverv			175,26	0,00	90,00	0,00	0,00	265,26	
1. Produksjonskostnader (eksl. Rigg + drift)			705,66	261,42	133,16	38,73	52,28	1191,24	
1.1 Underbygning spor			39,10	50,21	10,65	1,60	0,00	101,56	
1.2 JBT			85,74	73,93	40,10	1,60	0,00	201,37	
1.3 Veger og arealplan			269,35	0,00	40,74	9,99	25,13	345,20	
1.4 Konstruksjoner			40,50	54,42	25,29	24,94	22,40	167,55	
1.5 Terminal			122,85	0,00	0,00	0,00	0,00	122,85	
1.6 Fasekostnader		10 %	55,75	17,86	11,68	0,00	4,75	90,04	
1.7 Støy			1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	
2 Riving + andre tiltak			11,00	0,00	4,69	0,61	0,00	16,30	
3 Signalkostnader			80,00	65,00	0,00	0,00	0,00	145,00	
4 Rigg/Drift entreprenør		25 %	176,41	65,36	33,29	9,68	13,07	297,81	

1.2 Gjennomføring av oppdraget

En usikkerhetsanalyse er en kvalitativ- og kvantitativ analyse av investeringskostnaden som kartlegger usikkerhet, og dermed identifiserer sårbare områder og forbedringsmuligheter. Analysen gjennomføres som en gruppeprosess, der det settes sammen en gruppe av deltakere som dekker alle de viktige aspektene av usikkerheten i prosjektet.

Proessen ledes av en prosessleder som sikrer god gjennomføring ved at det etableres tillit mellom deltakerne. Dette anses som nødvendig for at all usikkerhet kommer frem.

Gjennom kartlegging av mulige hendelser vil de viktigste usikkerhetsområdene kunne prioriteres. I tillegg vil en kunne iverksette relevante risikoreducerende tiltak, samt tiltak som sikrer at muligheter ivaretas. Innspillene til usikkerhetsregisteret som fremkom under analysen er en del av rapporten, slik at det kan fungere som innspill til etablering/oppdatering av usikkerhetsregister og videre usikkerhetsstyring i gjennomføringen av prosjektet.

1.3 Metode

1.3.1 Overordnet prosess

Oppdraget er gjennomført i oktober 2020, med strammere fremdrift enn normalt. Prosessen har fokus på gruppesamlingen, der gruppens deltakere bidrar til å sette tripplestimater på kalkyleposter og usikkerhetsdrivere. I forkant av gruppesamlingen oversendes oppdatert kalkyle og prosjektdokumentasjon til leverandør av usikkerhetsanalyse. I dette tilfellet er det kostnadsestimatet i excel (PTF-00-A-00192), fagrapport kostnadsestimering (PTF-00-A-00199)

og en ppt-presentasjon av utredningen som utgjør prosjektdokumentasjonen som ligger til grunn for analysen. Vi viser for øvrig til vedlegg E for beskrivelse av metodikk.

Oppstartsmøte mellom Bane NOR og HR Prosjekt ble gjennomført 16. oktober på Teams, mens gruppesamling ble gjennomført 22.-23. oktober i Bane NORs lokaler på Marienborg i Trondheim. Foreløpige resultater ble oversendt prosjektet 26. oktober. Disse ga forventet tillegg og standardavvik på hhv. 3% og 22,5%. Tirsdag 27. oktober ble det gjennomført et supplerende møte mellom Bane NOR og HRP. Dette fordi det var behov for å gjøre en rimelighetsvurdering av de foreløpige resultatene, da både standardavvik og forventet tillegg syntes for lavt sett i forhold til prosjektets karakter, omfang og fasen (utredning) prosjektet er i. Muligheten for å gjøre justeringer av tripplestimatene ble diskutert mot slutten av gruppeprosessen. Dette fordi man allerede da så at analysegruppen var litt snever i vurderingene sett opp mot den tross alt svært umodne fasen prosjektet er i. Det ble i gruppeprosessen avklart at dersom simuleringene resulterte i vesentlig lavere standardavvik enn normalt i denne fasen av jernbaneprosjekt, kunne det gjøres en relativ justering av tripplestimatene. Resultatet av dette ble at de tripplestimater som i utgangspunktet var snevert vurdert i møtet 27. oktober ble spent opp mer. Dette medførte at relativt standardavvik økte til et mer normalt nivå for fasen. I tillegg ble enkelte poster og drivere gitt et mer høyreskjevt spenn. Dette gjelder eksempelvis kalkyleposten «Veger og arealplan» som i utgangspunktet var vurdert til -15% - 0% - 10 % og som ble endret til -15 % - 0% - 20%. Veger og arealplan ble vurdert venstreskjevt i gruppesamlingen blant annet fordi rådgiver uttrykte at de hadde estimert konservativt. Løsningen for geotekniske tiltak var spesielt konservativ, da det var beregnet med 50 m lange peler overalt, noe som ble ansett som robust. Samme gjelder mengden og pris for masser. Samtidig vet man at overføringsverdien i prisgrunnlaget som er benyttet er usikker, og at det er begrenset hvor mye lavere priser man kan få, men nesten ubegrenset hvor ille det kan gå i verste tilfelle. Etter nærmere vurdering ble derfor tripplestimatet for «Veger og arealplan» endret til -15% - 0% - 20%.

Øvrige endringer som ble gjort i møtet 27. oktober er beskrevet i vedlegg C og D. For de kostnader og drivere hvor det er gjort en endring av tripplestimatene etter gruppesamlingen, er de opprinnelige estimatene beskrevet og det er gitt en kort begrunnelse for justeringen. Antakelser og vurderinger er fremdeles de samme som ble identifisert i gruppesamlingen.

Det er et viktig prinsipp at analysegruppen står inne for de justerte tripplestimatene. Analysegruppen fikk derfor tilsendt en foreløpig versjon av analyserapporten den 28. oktober slik at de kunne melde tilbake om uenigheter til justeringene som ble gjort i etterkant av gruppeprosessen og til rapporten generelt. Samlede tilbakemeldinger fra analysegruppen ble oversendt til HRP torsdag 29. oktober. Det kom ingen motargumenter til tripplestimatene, men det kom innspill til presiseringer og formuleringer i rapporten. Innspillene er ivare tatt i endelig rapport, som ble oversendt til Bane NOR 30. oktober.

1.3.2 Analyse av hendelsesusikkerheten

Hendelser defineres som et forhold som enten inntreffer eller ikke, og som dermed kan identifiseres, spores og måles. Det kan også angis sannsynlighet og konsekvens. En liste av hendelser som kan inntreffe er et godt utgangspunkt for å etablere et usikkerhetsregister. I gruppesamlingen ble det satt av tid til en idédugnad for å fremskaffe en liste over ulike hendelser som kan inntreffe. Hendelsene kan ha både positive og negative konsekvenser, og kan påvirke både kostnader og andre prosjektmål.

Merk at ekstreme hendelser (hendelser med mindre enn 10% sannsynlighet for å inntreffe) ikke modelleres inn. Slike hendelser kan man ikke gardere seg mot, men med en lav sannsynlighet for å inntreffe bør de ikke få påvirke rammene for prosjektet.

1.3.3 Analyse av estimatusikkerheten

Prisnivået for kalkylen er 2019. Som et utgangspunkt for analysen ligger prosjektets kalkyle av dato 19.10.2020.

Estimatusikkerhet er usikkerheten i priser og mengder, gitt de løsninger som er prosjektert og med den fremdriften som er lagt til grunn for estimatene. For entreprisen sin del vil dette lettest kunne sammenlignes med mottatte priser på de etterspurte arbeidene, gitt prosjekterte mengder. Øvrige usikkerheter håndteres som usikkerhetsdrivere og kommenteres i neste kapittel.

Estimatusikkerheten skal dekke prisvariasjoner på arbeidene for dagens kjente markedsituasjon, for sammenlignbare prosjekter. Prosjekterende har benyttet erfaringspriser fra tilsvarende arbeider fra andre prosjekter for å etablere estimatene.

1.3.4 Analyse av usikkerhetsdrivere

Usikkerhetsdrivere er, siden dette er en usikkerhetsanalyse av prosjektkostnaden, øvrige usikkerheter (utover pris-/mengdeusikkerheten omhandlet i estimatusikkerheten) som påvirker kostnadene. Dette kan enten være direkte konsekvenser av f.eks. endrede løsningsvalg eller omfangsendringer som gir endringer i enhetspriser og/eller at mengder blir større eller mindre enn prosjektert. Det kan også være indirekte, eksempelvis gjennom at anleggsgjennomføringen tar kortere/lengre tid enn antatt, eller at lokale forhold viser seg å være annerledes enn det som er lagt til grunn for estimatene. Typisk vil usikkerhetsdrivere dekke forhold som påvirker flere kostnadsposter samtidig, eller forhold som ikke er så lette å relatere til enkeltposter i kalkylen.

Et eksempel på en slik driver er generell markedsusikkerhet, som sier noe om prosjektet kontraheres i et stramt marked med høye marginer og få tilgjengelige tilbydere, eller om markedet er i lavkonjunktur med mange og ivrige tilbydere.

Til usikkerhetsanalysen ble det benyttet standarddrivere utarbeidet av Bane NOR:

- U1 Anleggsgjennomføring
- U2 Eierstyring og rammebetingelser
- U3 Eksterne aktører og interessenter
- U4 Lokale forhold
- U5 Marked
- U6 Prosjektering og modenhet
- U7 Prosjektorganisasjon og ledelse

Prosjektet anslås ferdigstilt i 2030. På grunn av lang tid til ferdigstilling ble det besluttet å ikke inkludere forhold knyttet til Covid-19/pandemi i analysen.

1.3.5 To alternative løsninger

I alternativ 1 er det lagt til rette for terminaldrift kun ved bruk av reach stacker, mens i alternativ 2 er det lagt opp til kombinert terminaldrift. De to alternativene har mange likhetstrekk, samt at prosjektet så langt har for lav detaljeringsgrad til å vesentlig kunne skille på usikkerhetsprofilene til de to. De to alternativene er derfor vurdert parallelt og relativt til hverandre i analysen. Fokuset var på alternativ 1 ved fastsettelse av tripplestimater, og alternativ 2 ble vurdert relativt til alternativ 1.

1.4 Forutsetninger

1.4.1 Omfang og avgrensninger i prosjektet

Prosjektet har grensesnitt mot ERTMS. Terminalprosjektet vil tilrettelegge for innføring av ERTMS. Dette med bruk drivmaskiner tilpasset ERTMS, samt installasjon av T-Pam. Dette forenkler innføring av ERTMS, samtidig at anlegget er operativt om ERTMS skulle bli forsinket.

Hendelser med meget lav sannsynlighet for å inntreffe, men potensielt stor kostnadskonsekvens, holdes utenfor analyseresultatene og anbefalte rammer. Dette fordi dersom en slik hendelse skulle inntreffe, så vil ikke en sannsynlighetsvektet reserve være tilstrekkelig buffer. Slike forhold vurderes derfor best dersom de skulle inntreffe. Mulige kostnadskonsekvenser av dødsulykke, 200-års flom, langvarig streik og tilsvarende ekstreme hendelser er dermed ikke ivaretatt i anbefalte rammer.

1.4.2 Forutsetninger for estimatet fra kostnadsrapport

Det vises til estimatrapport for detaljert beskrivelse. Kostnadsestimatet er vurdert til å ha estimatklasse 4, med nøyaktighet på +/- 40%. Nedenfor er forutsetninger og metodikk for utarbeidelse av estimatet listet opp.

- Basiskostnader er gitt i 2019-priser. Priser er indeksert iht. SSB – Byggekostnad veganlegg.
- Alle kostnader er oppgitt ekskl. mva.
- Estimater er basert på regelverk og krav per høst 2020
- Mengdeuttrekk er hentet fra fagmodeller prosjektert i Novapoint og Autocad, tegninger og tellinger av prosjekterte objekter
- Enhetspriser er basert på erfaring fra andre relevante prosjekter og rådgivers egne erfaringstall. For underbygning er de fleste priser hentet fra byggeklossene.
- Det er lagt inn 10% fasekostnad på enkelte produksjonskostnader, fordi det er forutsatt at prosjektet må gjennomføres i faser for å legge til rette for drift både på stasjonen og terminalen under byggingen.
- Det er ikke brukt påslag for uspesifisert
- Felleskostnader entreprenør er beregnet som 25% påslag på produksjonskostnad.
- Felleskostnader – Prosjektering er beregnet som 17 % av produksjonskostnad (eks. rigg og drift)
- Felleskostnader – Byggherre er beregnet som 15% av produksjonskostnad (eks. rigg og drift)
- Kostnadsestimatet inkluderer kun kostnader f.o.m. hovedplan. Det er ingen påløpte kostnader til utredning som skal belastes prosjektet.
- Grunnerverv er estimert av Bane NORs fagressurs på grunnerverv

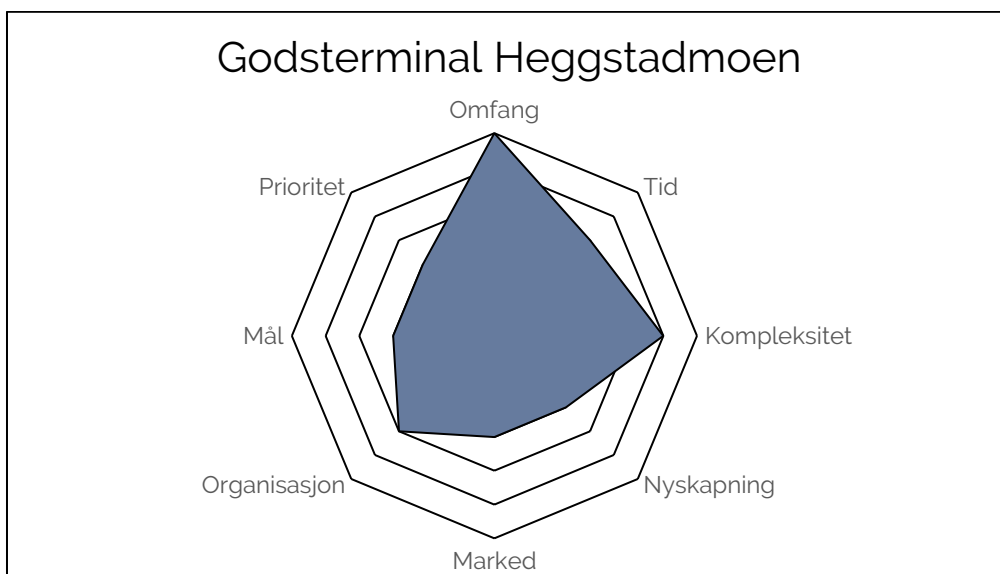
2 USIKKERHETSBILDET

2.1 Prosjektets rammebetingelser

Situasjonskartet er en kvalitativ vurdering av dette prosjektet relativt til andre prosjekter i porteføljen (terminalprosjekter og prosjekter i regionen), og er dermed ikke en usikkerhetsvurdering i seg selv.

Situasjonskartet er delt opp i åtte fokusområder. Hvert fokusområde vurderes på en skala fra 1-6. Et gjennomsnittlig prosjekt vil typisk vurderes midt på skalaen. En score på 1 betyr at det gitte fokusområdet anses som enklere enn andre prosjekter. En score på 6 betyr at det gitte fokusområdet vurderes som krevende relativt til andre prosjekter. Situasjonskartet vil dermed ha mer farge for et fokusområde desto mer utfordrende dette oppfattes, relativt til øvrige prosjekter i porteføljen.

Score 0	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 5	Score 6
Ikke relevant	Mindre krevende enn gjennomsnittet		På gjennomsnitt		Mer krevende enn gjennomsnittet	



Figur 7. Situasjonskart

Det ble i analysen utarbeidet ett radardiagram felles for begge alternativer.

2.1.1 Omfang

Omfang av prosjektet omfatter prosjektet størrelse (volum, kroner), og kan også ha et element av «scope» i seg (bredde, flerfaglighet).

Dette er et relativt stort terminalprosjekt, både tiltaks- og kostnadmessig. Ser man prosjektet i sammenheng med andre prosjekter i regionen, så trekker dette i retning av at dette er et meget omfattende prosjekt. Dette begrunnes blant annet med at et prosjekt i denne størrelsesordenen ikke er gjennomført i regionen de siste 10-20 årene.

Score: 6

2.1.2 Tid

Her er det rammebetingelsene på tid som vurderes opp mot andre prosjekter. To forhold kan være krevende mht. tid: lang varighet på prosjekt, eller dersom prosjektet er veldig presset på tid.

Prosjektet er på nåværende tidspunkt inne i en utredningsfase som tilsier at det prosjektet som nå ligger til grunn, ikke nødvendigvis er det prosjektet som faktisk skal gjennomføres. En kan dermed få bedre eller verre betingelser underveis enn det som foreligger i dag. Det jobbes i dag mot å nå effektmål for 2030, samtidig som det er en reell mulighet for at tidsperspektivet vil bli lengre enn dette utover i prosjektet. Hvis prosjektet likevel skal være ferdig i 2030, kan tidsrammen være noe begrenset da prosjektet må gjennom alle planfaser og omfattende prosesser, inklusiv både regulering og grunnverv. Tidsskjemaet for utredningsfasen har dessuten vært svært stramt så langt. Hvis alt går på skinner vil det i teorien være mulig å gjennomføre prosjektet innenfor gitt tidsramme, men det er generelt lite rom for forsinkelser. Tidsperspektivet oppleves som over gjennomsnitt krevende i prosjektet.

Score: 4

2.1.3 Kompleksitet

I hvilken grad er prosjektet komplekst mht. tekniske løsninger og organisatoriske forhold (mange aktører, krevende kontraktsformer mv.)

Prosjektet oppleves, selv om det er snakk om kjente løsninger, som over gjennomsnittet komplekst. Dette i hovedsak fordi det skal være drift i byggeperioden både på Heimdal stasjon og terminalen. Dette kan føre til krevende anleggsgjennomføring blant annet fordi det krever omlegging i flere faser, godkjenning av tiltak, i tillegg til økende trafikk og godsmengde. Det er altså grensesnitt i anleggsgjennomføringen mot drift av infrastruktur og opprettholdelse av drift som i størst grad gjør prosjektet komplekst. Heimdal stasjon er dessuten i seg selv komplekst, da dette er en stor stasjon i Trøndelag. I tillegg kan koordinering mot myndigheter, og særlig Statens vegvesen, bli krevende. Score henger sammen med omfang, og prosjektet oppleves som godt over gjennomsnittet krevende hva angår kompleksitet.

Score: 5

2.1.4 Nytt

Nytenkning i alle former. Velkjente, velprøvde løsninger? Nye samarbeids- eller avtaleformer?

Faktorer som oppleves som relativt nyskapende sammenliknet med dagens infrastruktur er fjernstyrt kran, samt at skiftestillverk fjernstyres fra togledersentral. Det er i kalkyle ikke tatt stilling til hvorvidt kran skal være automatisk eller ikke-automatisk, og det er et ønske at skiftestillverket på sikt fjernstyres fra togledersentral. Det er derfor lagt inn en forutsetning om fjernstyring av inn- og utkjøring og kran i grunnlaget, forutsatt at det finnes nye teknologier som kan tas i bruk i fremtiden. Det er i dag lagt til grunn tradisjonell hoved- og detaljplan. Bane NOR kan imidlertid være mer nytenkende og forkorte prosessen. Prosjektet er ikke låst til denne løsningen, og en kan velge en mer nyskapende detalj- og hovedplan om en vil. I tillegg må en forvente en teknologisk utvikling frem i tid, særlig med tanke på støy og sporveksler. Dette er likevel ikke tilstrekkelig for å definere prosjektet som veldig nyskapende i seg selv, og prosjektet oppleves som gjennomsnittlig «nytenkende».

Score: 3

2.1.5 Marked

Hvilke rammebetingelser har denne type prosjekter i markedet? Er det krevende å få fatt på entreprenører og leverandører? Krevnes spesialkompetanser?

Prosjektets kostnad kan tilsi at det kun er de største aktørene som kan ta prosjektet. Det er heller ikke gitt at alle som kan, vil ønske å ta prosjektet. På den annen side er det snakk om mye arbeid konsentrert på ett sted, noe som kan være attraktivt. Det gjør det også enklere at prosjektet ikke krever spesiell utenlandsk kompetanse. Kontraktsform er ikke satt, heller ikke om det skal være én eller to hovedkontrakter, eller hvorvidt disse skal deles inn i flere underkontrakter. Markedet oppleves som gjennomsnittlig enkelt/krevende med tanke på markedssituasjonen.

Score: 3

2.1.6 Organisasjon

Har Bane NOR den organisasjonen som kreves allerede, eller må den bygges opp for å få gjennomført dette?

Dette er et ressurskrevende prosjekt som vil trekke ressurser fra flere deler av organisasjonen, blant annet innenfor ERTMS og signal. Prosjektet vil kreve mange interne grensesnitt blant annet for å kunne opprettholde drift. Region midt har begrenset med kapasitet, noe som kan føre til at byggeledere fra andre steder i landet må hentes inn. Dette taler for en byggherrestyrt entreprisform. På den annen side er organisasjonen nå «satt», samtidig som det er jobben til Bane NOR å få gjennomført slike prosjekter. Dessuten er dette et marked i vekst, og sammen med at dette ligger langt fram i tid, så er det mulig at entreprenørene vil bygge seg opp for fremtiden. Også prioriteringer i NTP vil påvirke hvor enkelt eller krevende fokusområdet «organisasjon» vil være.

Score: 4

2.1.7 Mål

Hvor tydelig er målbildet? Hvor omforent er prosjektet, og organisasjonen for øvrig, om målene? Hvor lett er det for prosjektet å styre etter klare mål?

I dag er prosjektets effektmål og resultatmål for delprosesser definert. Overordnet resultatmål for prosjektet er imidlertid ikke definert. Det er utfordrende å si noe om målbilde i dag da mange faktorer spiller inn her, blant annet prioriteringer og kostnader. Dagens målbilde er tydelig nok for den fasen man er inne i, men i videre arbeid kan målbildet måtte redefineres. Hvis mål må endres på et senere tidspunkt, er dette en kilde til usikkerhet i dag. Så langt har ikke den trinnvise utbyggingen vært rett frem å forstå, og det har vært rom for tolkninger her. I utredningsfasen har det heller ikke vært tilstrekkelig med tid til å ettergå alle mulige valg for enkeltelementer, som betyr at man på et senere tidspunkt kan finne andre rimeligere eller dyrere løsninger. I tillegg kan politiske målsettinger direkte endre målbildet i prosjektet.

Score: 3

2.1.8 Prioritet

Motsatt skala. Prosjekter som har høy prioritet får lav verdi (gunstig rammebetingelse), mens prosjekter som har lav prioritet får høy verdi (ugunstig rammebetingelse).

Prosjektet er prioritert for innværende fase både i Bane NOR og Jernbanedirektoratet. Godsterminal i Trondheim har vært diskutert i mange år, og således kan det tenkes at prosjektet

har høy prioritet. Samtidig er det i inneværende NTP satt av midler for gjennomføring av godsterminal i Trøndelag mot slutten av perioden. På den annen side ligger det mange prosjekter i NTP, og det at midler er avsatt først i slutten av perioden kan betyr at prosjektet ikke har så høy prioritet. Prosjektets prioritet avhenger av prioriteringer fra øverste hold. Samtidig vil graden av prioritering av Brattøra kunne påvirke dette prosjektet.

Score: 3

2.2 Usikkerhetsregister og identifikasjon av hendelser

2.2.1 Usikkerhetsnedbrytingsstruktur

Som teknikk for identifisering av usikkerhet er det benyttet en 3x3-matrise som dekker ulike kilder til usikkerhet. Hensikten med å bryte ned usikkerhetskilder på en strukturert måte er å sikre et relativt komplett nedslagsfelt samtidig som identifiseringen går i dybden på hvert område.

Nedbrytingen illustreres i 3x3-matrisen nedenfor:

	Teknisk	Organisatorisk	Økonomisk
Ekstern	Teknisk ekstern	Organisatorisk ekstern	Økonomisk ekstern
Prosjektet	Teknisk Prosjektet	Organisatorisk prosjektet	Økonomisk prosjektet
Bane NOR	Teknisk Bane NOR	Organisatorisk Bane NOR	Økonomisk Bane NOR

Figur 8. Matrise usikkerhetsnedbrytingsstruktur

Deltakerne ble bedt om å notere ned potensielle hendelser og usikkerheter. Hendelsene som ble identifisert i gruppesamlingen er dokumentert nedenfor, og inndelt i områdene teknisk og organisatorisk og økonomisk.

TEKNISK

Alt som kan skje teknisk: Både innenfor prosjektet, styringslaget og eksternt.

- **Endring i støyregelverk som påvirker prosjektet.** Innstramminger kan føre til at en godsterminal i området ikke blir akseptert.
- **Ulike tolkninger av regelverk.** Kan for eksempel gjelde retningslinjer for behandling av støy i arealplanlegging, forurensningsloven og plan- og bygningsloven (PBL).
- **TSI-krav og regelverk på europeisk nivå.**
- **Kommunen kan stille krav som kan påvirke prosjektet.** Slike krav kan for eksempel være gjelde fordrøyning og utslipp av overvann på kommunalt veinett.
- **Samarbeid med offentlige etater.** Er avhengig av et godt samarbeid her, særlig mot Statens vegvesen.

- **Krav fra de som erverves.** Hvis en møter motstand fra boligeiere/grunneiere som kan «stikke kjepper i hjulene».
- **Krav fra eiere av infrastruktur**
- **Grensesnitt mot andre prosjekter i området.** Usikkerhet i grensesnitt mot for eksempel lokalveier, fylkesveier, E6 og utbygging av Heimdal stasjon. Kommunen har arealplanmyndighet, men åpent spørsmål om hvordan dette skal håndteres videre
- **ERTMS og andre jernbanetekniske prisejekter.** Kan gi føringer for hvordan dette prosjektet skal gjennomføres.
- **Usikkerhet knyttet til kvalitet på masser,** spesielt under eksisterende bygg. Kan være bedre eller verre kvalitet på massene enn først antatt.
- **Prosjektets tidlige fase.** Er nå på utredningsnivå som betyr at ikke alle steiner er snudd på dette tidspunktet. Har dermed ikke hatt tid til å kartlegge alle muligheter og nedsider ved prosjektet. Kan blant annet skje endringer knyttet til hensettingsspor.
- **Kryssing under bru.** Kan være mulig å finne andre tekniske løsninger knyttet til bru og veg i senere faser av prosjektet. Hvis ikke tilstrekkelig høyde fra Bjørndalen til eksisterende vei, må i verste fall senke vei til krysset.
- **Vegen Terminalen må være åpen til ny vegløsning i sør er bygd.**
- **Tilgjengelighet på området.** Dette er to-delt. Kan arbeide fritt, og har god tilgjengelighet til, arealer hvor det ikke er terminaldrift i dag. Mer utfordrende i nordenden av terminalen. Drift på eksisterende terminal vil gi begrenset tilgjengelighet ved bygging av terminal her.
- **Søppelfylling i grunn og mulig flytting av masser.** Usikkerhet hvis masser må flyttes. I verste fall må massene ut, og da må området mulig reguleres som deponi i en reguleringsfase. Det vil i så fall trolig være en høy kostnad forbundet med dette. I tillegg er det stor usikkerhet knyttet til graden av forurensing av massene, da det er påvist ukjent forurensingsmasse. (Per nå er det lagt til grunn at massene forblir der de er, og at legges «lokk» over massene).
- **Dårligere grunnforhold enn forventet på terminal og stasjon** - må endre planlagte geotekniske tiltak. Mest usikkerhet i forbindelse med dette på terminalen, særlig i området i sør. Gjelder da for det meste utjevningene som må gjøres her.
- **Bedre grunnforhold enn forventet på terminal og stasjon** som fører til at en må endre på planlagte geotekniske tiltak
- **TTG godkjenner ikke midlertidige trafikale løsninger.** Skal blant annet bygges spor og veksler som en ikke får bruke hvis en ikke får trafikal godkjenning. Den fasevise utbyggingen kan skape usikkerhet, og hvorvidt de blir godkjent eller ikke. Kan sikres manuelt med bemanning, men dette er tids- og kostnadskrevende.
- **For mye fall inn mot stasjon.** Risikoanalyser viser at fall inn mot stasjon ikke er akseptabel, og må forbedres.
- **Endringer i teknisk regelverk som påvirker dette prosjektet.** Må sette et nullpunkt for teknisk regelverk som vil gjelde for hele prosjektet i detaljplan, men er ikke kommet til dette nullpunktet per i dag. Dette kan også være en mulighet, for eksempel i form av lempinger i krav til underbygning. Kan også differensiere mer i regelverket som kan gjøre det enklere å få inn løsninger. Bedre teknologi kan også utgjøre en mulighet. I et så omfattende prosjekt kan det være aktuelt å søke om dispensasjoner fra teknisk regelverk.

- **Trangt sporarrangement i starten av terminalen** (i vifta). Kan føre til ekstra kostnader i forbindelse med utbygging KL, da det er mange veksler som ligger tett.
- **Reduksjon av teknisk kulvert.** Kan finne rimeligere løsninger for denne i form av dimensjonering.
- **Gjenbruk av masser.**
- **Gjenbruk av administrasjonsbygg.** Administrasjonsbygg ligger i dagens sørende ved lastegate, men lite trolig at det er nevneverdige besparelser ved å bevare bygget.
- **Frigjøring av plass i bygg på Heimdal stasjon.** På grunn av signal som skal ut.
- **Risiko for setningsskader på bygninger i øst.** Spesielt fordi at det skal være to nivåer, og at terminal da blir liggende tungt nede i terrenget. Generell fare for rørsler. Det er usikkerhet knyttet til fundament og grunnvann, og en reell sannsynlighet for avtorving.

ORGANISATORISK

- **Prosentpåslag byggherrekostnad.** Mulig prosentsats er for lav. På den annen side er dette et stort prosjekt, og det er derfor snakk om solide mengder penger.
- **Nåværende omorganisering.** Skaper usikkerhet og utfordringer knyttet til koordinering og kontaktpunkter, og uklarheter om hvem som skal involveres når. Det er fastsatt et styre i prosjektet, men dette kan endres. Omorganiseringen kan også være en mulighet hvis det øker effektiviteten.
- **Konkurransen med interne i Bane NOR.** Må stadig omprosjekttere på andre prosjekter for å spare penger for å føre over ressurser til prosjekter som trenger det fra andre prosjekter.
- **Interessenter ERTMS.** Er nå organisert i portefølje, så blir nødt til å prioritere dette. Dette kan skape både muligheter og nedsider.
- **Koordinering mot ERTMS.** Usikkerheten reduseres ved at det ikke er klart når ERTMS skal ta i bruk løsningene. Ikke en så stor usikkerhet da Bane NOR ikke skal være avhengige av ERTMS.
- **Forsinket tilrettelegging for ERTMS:** Tilrettelegging for ERTMS skal være klart når de kommer. En usikkerhet her kan være hvis tilrettelegging ikke er klart innen gitt tid, altså forsinkelser i prosjektet fører til forsinkelser for ERTMS. Det kan da påløpe kostnader ved dette, og kostnader som egentlig ligger hos ERTMS, blir skjøvet over på prosjektet. Dette har vært tilfellet ved Reinsvoll. Kostnader da i form av signalkostnader og forsinkelse.

ØKONOMISK

- **Markedsusikkerhet.** Usikkert blant annet fordi det er et langt tidsperspektiv. Kan være muligheter for både besparelser og økte kostnader. Erfaringsmessig vil prosjekter som er tidlig ute få gode tilbud, som kan være en mulighet for dette prosjektet.
- **Ledetider for sporveksler og kran.** Sporveksler bør bestilles i lang tid forut, men har hatt god dialog med leverandør i dette prosjektet. Leveranse av kran kan være usikkert på grunn av ukjent område. Også lang ledetid for krav (16-18 mnd).

- **Terminaloperatørenes involvering.** Terminaloperatørene er allerede tungt involvert i prosjektet. Om involveringen oppleves som krevende eller ikke vil avhenge av persontyper og deres erfaringer, samt hva de kan påvirke.
- **Koordinering mot Bane NOR eiendom.** Det er Bane NOR Eiendom som skal bygge verksted. Dette blir da en utleier som det må koordineres mot.
- **Prosjektets medieomtale.** Usikkerhet knyttet til hva media vil si om det Bane NOR gjør.
- **Krav fra banesjef.** Hvis de kommer krav en ikke har sett for seg, for eksempel innen vedlikehold. Per i dag er ikke banesjef ikke involvert i prosjektet, foruten gjennom prosjektets fagråd.

2.3 Topp 10 hendelser

Normalt vil man i gruppesamlingen velge ut 10 hendelser basert på kartleggingen over, og få gruppen til å vurdere sannsynlighet og konsekvens, etter en 5-delt skala i henhold til Bane NOR sin prosedyre for usikkerhetsstyring i prosjekter (STY-600568, Rev.009). Det ble vurdert at dette ikke var hensiktsmessig å gjennomføre dette i gruppesamlingen, men heller gi prosjektet listen av identifiserte hendelser som et innspill til etablering og bearbeiding av usikkerhetsregister på et senere tidspunkt.

3 KOSTNADSUSIKKERHET ALTERNATIV 1 - REACH-STACKER

3.1 Inndata og vurderinger

Prosjektets kalkyler er gjengitt i Vedlegg B – Prosjektets deterministiske estimat. Gruppesamlingen avdekket ikke behov for justeringer. Kalkylen er datert 19.10.2020.

Tabell 2. Basisestimat som var inngangsverdiene til analysen, mNOK 2019-kroner

Utvidelse Heggstadmoen godsterminal – Alt.1		Basis [MNOK]
Trippelestimat kalkyleposter	Andel	Alt. 1
Underbygning spor		110,99
JBT		205,13
Veger og arealplan		367,20
Konstruksjoner		167,55
Terminal		12,85
Fasekostnader	10%	82,50
Støy		4,50
Riving + andre tiltak		16,30
Signalkostnader		145,00
Rigg/drift entreprenør	25 %	278,00
Byggherrekostnader (felleskostnad + prosjektering)	15%+17%	444,81
Grunnerverv		255,40
Totalt		2 090,23

3.2 Analyseresultat

Hovedresultat – Alternativ 1

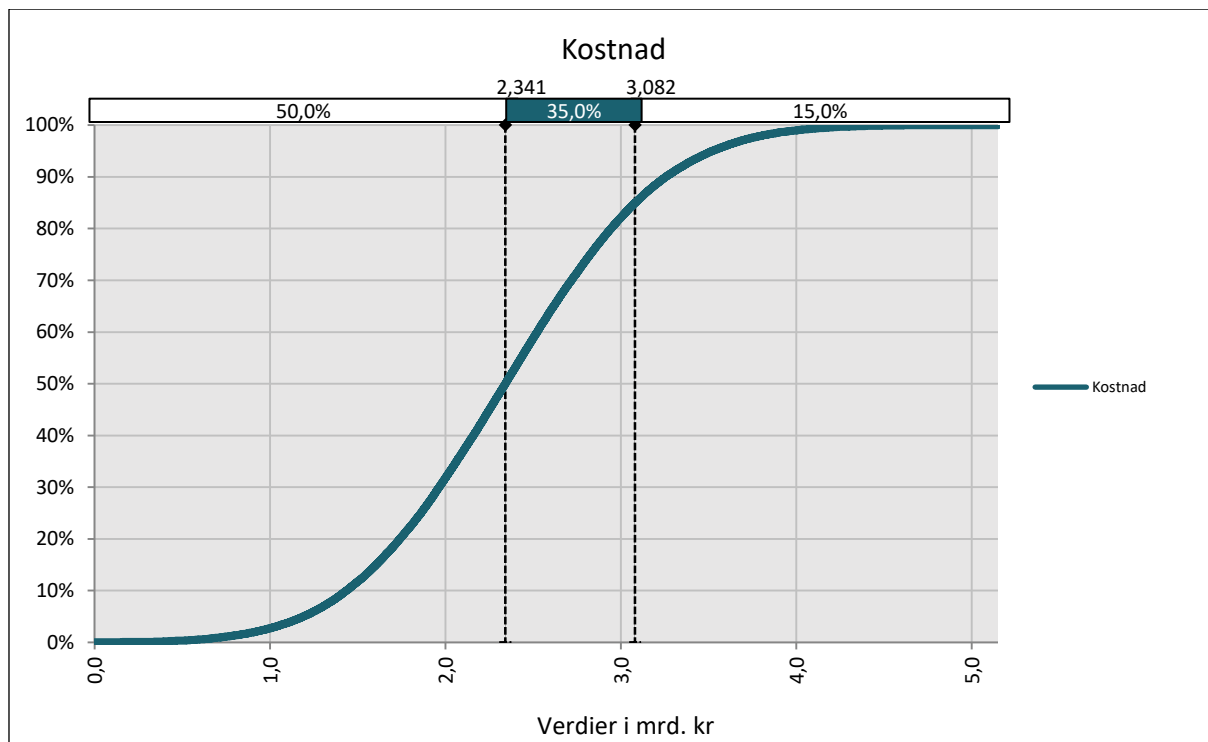
Tabell 3. Hovedresultater alternativ 1, mNOK 2019-kroner

p50/Basis	p85/basis	Tiltak	Basis	p50	Forventet kostnad	P85	Forv. tillegg	Std.avvik
12 %	47 %	Alt. 1	2090	2341	2344	3082	251 12 %	708 30 %

Figuren over viser hovedresultatene fra analysen, målt som usikkerhetsspennet fra basisestimatet via P50 til P85. Beløpene er angitt i mNOK, 2019-kroner, og avrundet til nærmeste 1 mNOK. P50 og P85 viser sannsynligheten for at prosjektkostnaden blir lavere enn beløpene angitt. For eksempel viser en P85 på 3 082 mNOK at det er beregnet en 85% sannsynlighet for at prosjektkostnaden blir lavere enn 3 082 mNOK 2019-kroner.

Sannsynlighetskurve: Hvor stor er usikkerheten?

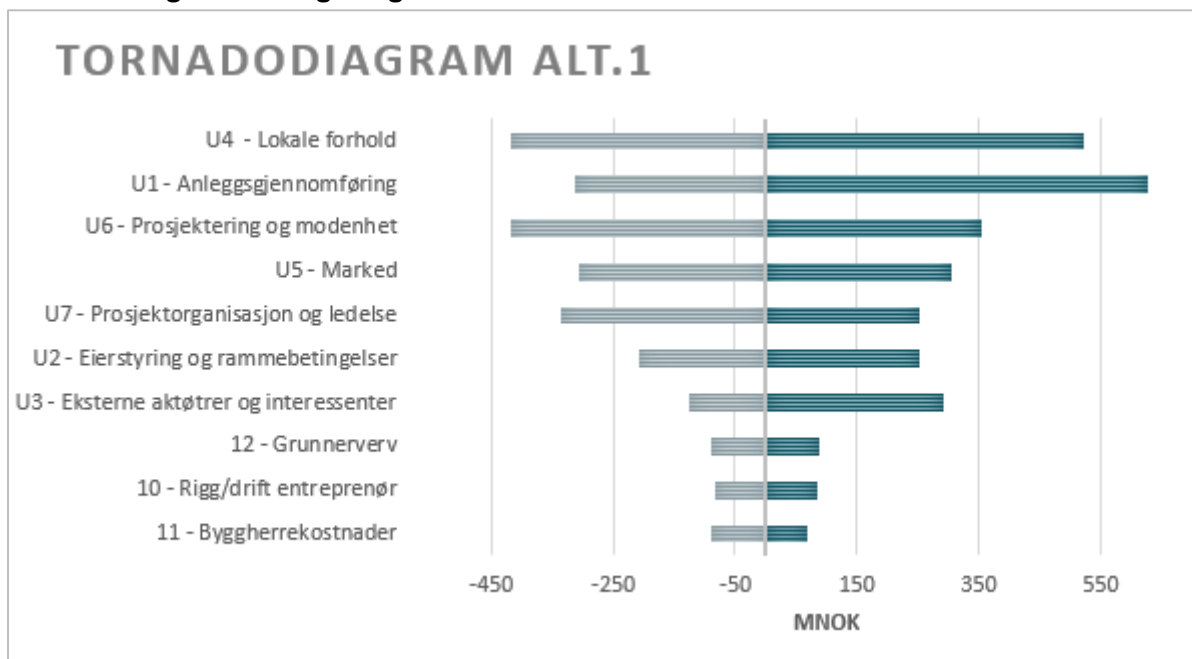
S-kurven viser, for hvert punkt på kurven, sannsynligheten i % (y-aksen) for at investeringskostnaden havner innenfor kostnaden i mNOK (x-aksen).



Figur 9. S-kurve for total prosjektkostnad (x-aksen viser total prosjektkostnad i mNOK)

P85-etimatet er beregnet til 3,082 mrd. kroner.

Tornadodiagram – rangering av usikkerhetslementer



Figur 10. Tornadodiagram alternativ 1

Tornadodiagrammet viser spennet i tripplestimatene identifisert i gruppesamlingen, rangert fra størst spenn til minst spenn, for de de ti mest usikre forholdene.

Den største usikkerheten er **U4 Lokale forhold**. Dette omfatter fysiske betingelser som grunnforhold og kvalitet på masser, grensesnitt mot eksisterende infrastruktur, kabler/rør i grunnen, arkeologi, vernede arter og natur, forurensede masser. Det er ikke gjennomført grunnundersøkelser i forbindelse med utredningen. Det er derfor usikkerhet knyttet til både forurensningsgrad og -mengde og geotekniske forhold. I masser som skal kjøres bort er det lagt til grunn forholdsvis konservative anslag (10% forurensning, klasse 4). Det er kjent at deler av området sør for dagens terminal er oppfylt med søppel, men omfanget er usikkert. Det er også kvikkleire i området, men denne ligger såpass dypt at den ikke skal påvirke stabiliteten. Den medfører imidlertid behov for undersøkelser som kan bli omfattende. Det er usikkert i hvilken grad dagens næringsaktører har skiftet ut toppmassene før etablering. Dette kan utgjøre en mulighet for besparelser. Det er forholdsvis stor usikkerhet knyttet til infrastruktur i grunnen, spesielt i området sør for dagens terminal. Grensesnitt mot eksisterende infrastruktur kan gi merkostnader. På Heimdal stasjon, samt på dagens terminal, har Bane NOR god kontroll på infrastruktur.

Deretter kommer **U1 Anleggsgjennomføring**. Det er usikkerhet knyttet til hvordan prosjektet kan gjennomføres, da det ikke er gjort en faseplanlegging. Det er forutsatt at prosjektet ikke vil få tilgang på lengre sporbrudd, men at prosjektet vil måtte gjennomføres med spor i drift på stasjonen og med drift på terminalen. En dreven og proaktiv entreprenør vil kunne lykkes å finne løsninger for en rasjonell anleggsgjennomføring. Denne vil også kunne utnytte potensialet i masser på området, slik at tilkjøringen av masser kan begrenses. Hvorvidt denne besparelsen vil tilfalle byggherre er usikkert, men det er en mulighet. Effekten av ugunstig anleggsgjennomføring kan få store negative konsekvenser, bl.a. gjennom forsinkelser. Kompleksiteten av nærføringer og spor i drift med korte bruddperioder undervurderes ofte. Prosjektet kan ende opp med en entreprenør med lite eller ingen jernbanekompetanse. Eventuelle delentrepriser vil kunne kreve mye koordinering som fører dårlig styring av prosjektet fra entreprenørens side. Mange driftsfaser og midlertidige løsninger, dårlig tilkomst til anleggsområdet, økende person- og godstrafikk og andre prosjekter i området kan komplisere anleggsgjennomføringen. Et forhold som kan gi besparelser er dersom prosjektet gis gode rammebetingelser for gjennomføring. Å unngå persontrafikk på spor 3 på Heimdal i byggeperioden er ett besparende tiltak, og prosjektet bør derfor søke at dette får prioritert hos rette myndighet.

Den tredje største usikkerheten er **U6 Prosjektering og modenhet**. Denne omfatter detaljering i prosjektgrunnlaget, kvalitet på prosjektering, differansen mellom de løsningene som i dag er skissert og det faktisk ferdige prosjektet i fremtiden. Planfasen tilsier at bygging ligger langt frem i tid og det er derfor naturlig med et betydelig spenn. Rådgiver har gjort konservative estimater, og skissert robuste løsninger, som kan la seg forenkle og optimalisere. Dette understøtter at denne driveren er vurdert å ha større potensial for besparelse enn merkostnad.

Den fjerde største usikkerheten er **U5 Marked**. Denne ivaretar markedsusikkerheten fra nå og frem til antatt kontrahering (etter kontrahering antas prosjektets kontrakter indeksregulert). Kontrahering er antatt å skje først i Q1 2027. Markedsusikkerheten er beregnet i tråd med en formel utarbeidet av Concept-programmet ved NTNU for det statlige KS-regimet. Formelen ivaretar både spredning rundt utviklingen av markedsmiddel over tid, og lokale variasjoner rundt markedsmiddel.

Øvrige usikkerhetslementer er dokumentert i Vedlegg C (estimatusikkerhet) og Vedlegg D (driverusikkerhet).

4 KOSTNADSUSIKKERHET ALTERNATIV 2 – KOMBINERT LØSNING

4.1 Inndata og vurderinger

Prosjektets kalkyler er gjengitt i Vedlegg B – Prosjektets deterministiske estimat. Gruppesamlingen avdekket ikke behov for justeringer av kalkylen. Kalkylen er datert 19.10.2020.

Tabell 4. Basisestimat alternativ 2

Utvidelse Heggstadmoen godsterminal – Alt. 2		Basis [MNOK]
Tripplestimat kalkyleposter	Andel	Alt 2
Underbygning spor		101,56
JBT		201,37
Veger og arealplan		345,20
Konstruksjoner		167,55
Terminal		122,85
Fasekostnader	10%	90,04
Støy		1,36
Riving + andre tiltak		16,30
Signalkostnader		145,00
Rigg/drift entreprenør	25 %	297,81
Byggherrekostnader (felleskostnad + prosjektering)	15%+17%	476,50
Grunnerverv		265,26
Totalt		2 230,81

4.2 Analyseresultat

Hovedresultat – Alternativ 2

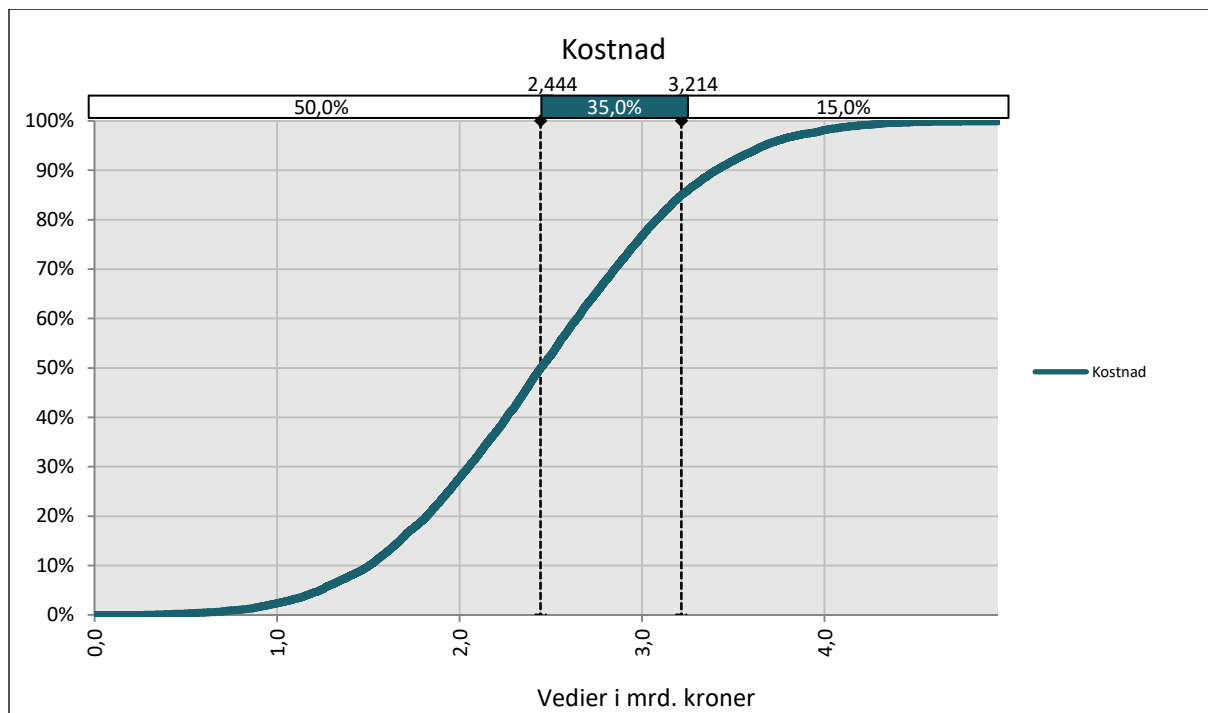
Tabell 5. Hovedresultater alternativ 2, mNOK 2019-kroner

p50/Basis	p85/basis	Tiltak	Basis	p50	Forventet kostnad	P85	Forv. tillegg	Std.avvik
10 %	44 %	Alt 2	2231	2444	2450	3214	214 10 %	740 30 %

Tabellen over viser hovedresultatene fra analysen for alternativ 2, målt som usikkerhetsspennet fra basisestimatet via P50 til P85. Beløpene er angitt i mNOK, 2019-kroner, og avrundet til nærmeste 1 mNOK.

Sannsynlighetskurve: Hvor stor er usikkerheten?

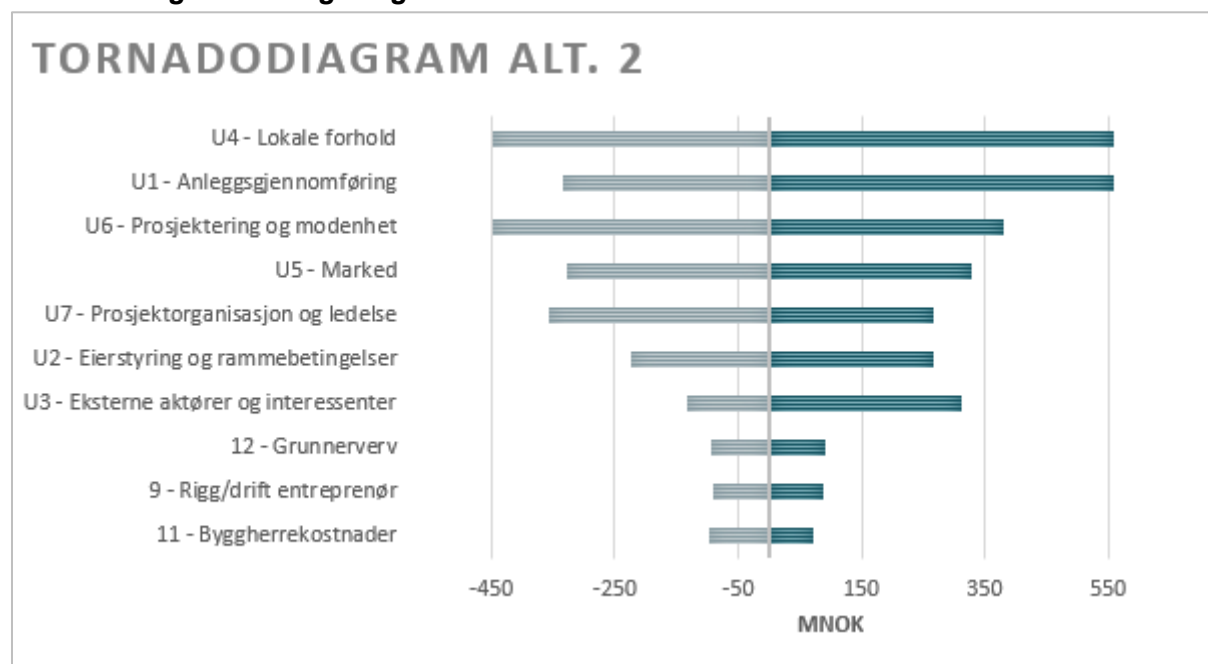
S-kurven viser, for hvert punkt på kurven, sannsynligheten i % (y-aksen) for at investeringskostnaden havner innenfor kostnaden i mNOK (x-aksen).



Figur 11. S-kurve for total prosjektkostnad (x-aksen viser total prosjektkostnad i mNOK)

P85-etimatet er beregnet til 3,214 mrd. kroner.

Tornadodiagram – rangering av usikkerhetselementer



Figur 12. Tornadodiagram alternativ 2

Tornadodiagram viser spennet i tripplestimatene identifisert i gruppesamlingen, rangert fra størst spenn til minst spenn for de ti mest usikre forholdene.

Vurderingene rundt usikkerhetsspenn for alternativ 1 og 2 er tilnærmet like. Av den grunn er også tornadodiagrammene omtrent sammenfallende.

5 KONKLUSJON

5.1 Anbefaling om rammer

Forventet kostnad, P50- og P85-verdier oppsummeres i nedenstående tabell, med prosentvis økning fra basisestimat til P50 og P85 i de to venstre kolonnene.

Tabell 6. Hovedresultater mNOK 2019-kroner

p50/Basis	p85/basis	Tiltak	Basis	p50	Forventet kostnad	P85	Forv. tillegg	Std.avvik
12 %	47 %	Alt. 1	2090	2341	2344	3082	251 12 %	708 30 %
10 %	44 %	Alt 2	2231	2444	2450	3214	214 10 %	740 30 %

Denne analysen vurderer ikke eventuelle kvalitative, driftsmessige eller samfunnsøkonomiske konsekvenser, kun investeringskostnaden.

Prosjektet vurderes per i dag å ha normalt gode rammebetingelser. Det bemerkes at omfang og kompleksitet er mer utfordrende enn normalt for organisasjonen i region Midt, men at Bane NOR er godt rigget for å håndtere et slikt prosjekt. Standardavviket anses å være på et normalt nivå for et jernbaneprosjekt i en såpass tidlig fase.

Forventet kostnad kan anbefales som styringsramme for prosjektet, og P85 som prosjektets kostnadsramme. Både Heggstadmoen og Torgård vurderes som lokasjon for godshåndtering i Trøndelag. De to tiltakene er ikke utredet samlet, og det kan derfor være ulikt modenhetsnivå i kostnadsestimatene, samt at usikkerhetsanalysene er utført av forskjellige analysegrupper. Estimaterne for forventet kostnad og P85 er derfor ikke nødvendigvis direkte sammenlignbare i de to utredningene. Dette bør beslutningstaker være bevisst på når lokalitet skal besluttes.

Dersom Heggstadmoen blir valgt, vil viktigste tiltak fremover bli å sikre gode og forutsigbare rammebetingelser for prosjektet, med raske og tydelige avklaringer og bestillinger. Det vil være en fordel om prosjektet gis bestilling på hoved- og detaljplan samlet, for å opprettholde kontinuitet i prosjektorganisasjonen. Det er ikke definert resultatmål for prosjektet, men lagt til grunn at prosjektet skal ferdigstilles i 2030, i tråd med effektmålet i bestillingen fra Jernbanedirektoratet. Dersom bestilling på hovedplan ikke kommer snarlig, vil fremdriften være knapp. Prosjektet er omfattende, og skal gjennom en større reguleringsprosess, med grensesnitt mot mange eksterne interessenter, samt en omfattende grunnervprosess. Dette er forhold som kan medføre forsinkelser om prosjektet ikke gis prioritet fra start.

Et viktig moment i det videre prosjektarbeidet vil være felles planlegging og samarbeid på tvers av involverte aktører. Dette vil være viktig i en tidligfase for å kunne tilrettelegge for; omlegging av trafikk til andre steder, skyve kryssinger til nabostasjoner og endring i ruteplaner. Hvis en får redusert trafikk i byggeperioden vil dette gi gode forutsetninger for gjennomføring. Å «kjøpe ut tog» kan være en mulighet.

Identifiserte hendelser i 2.2 Usikkerhetsregister bør vurderes nærmere for sannsynlighet, konsekvens og tiltak (akseptere, overføre, mitigere) med frist for tiltak, kostnad for tiltak og ansvarlig for tiltaket, samt en vurdering av restrisiko etter gjennomført tiltak.

5.2 Prosessleders kommentar

Prosesen ble gjennomført i Bane NORs lokaler i Trondheim. Med aktiv deltagelse og stor åpenhet rundt mulig risiko fra deltakerne fungerte prosessen godt. Analysedeltakerne bidro til å identifisere både gunstige og ugunstige hendelser og påvirkning fra usikkerhetsdrivere.

Det var et formøte i forkant av gruppesamlingen som bidro med god informasjon om prosjektet og avklaringer rundt oppdraget. Grunnlaget var godt forberedt og tilgjengelig ved analysens oppstart, dog ble siste versjon av estimatrapport tilgjengelig først kvelden før gruppesamlingen. Dagen før gruppesamlingen måtte opprinnelig prosessleder i HRP melde forfall, noe som gjorde at HRP måtte omrokere ressurser for å få gjennomført samlingen. Bane NOR viste stor velvilje og bidro med sin kunnskap om usikkerhetsanalyser til at prosessen ble gjennomført på en god måte.

Det var satt av to dager til gruppesamling, med noe kortere samlingsdager enn vanlig. Dette var tilstrekkelig, om enn litt knapt, særlig med tanke på at to alternativer skulle analyseres.

Alternativene har imidlertid mange likhetstrekk, samt at prosjektet så langt har for lav detaljeringsgrad til å vesentlig kunne skille på usikkerhetsprofilene til de to. Dette gjorde at alternativene kunne vurderes parallelt og relativt til hverandre. Fokuset var på alternativ 1 ved fastsettelse av tripplestimater, og alternativ 2 ble vurdert relativt til alternativ 1.

Prosjektteamet har hatt svært begrenset tid til å utrede og kostnadsestimere alternativene. Modenheten i prosjekteringen av de løsningene som er utredet fremstår detaljert sett i sammenheng med planfasen. Det vurderes som en styrke for estimatet at rådgiver har benyttet 3D-modellering og dermed har god kontroll på den helhetlige løsningen og på mengdene. På grunn av lite tid tilgjengelig er imidlertid ikke alle muligheter eller delemener alternativvurdert og i så måte er prosjektet mindre modent. Det er usikkert hvordan den endelige løsningen vil bli.

Priser i estimatet er godt dokumentert. Rådgiver har imidlertid tilgang på et relativt tynt prisunderlag og med usikker overføringsverdi til dette prosjektet. Dette bidrar til usikkerhet i estimatene. Det anses imidlertid som en styrke at fagressurs innen estimering hos Bane NOR deltok i gruppeprosessen, og at vedkommende også har bidratt til kvalitetssikring av basisestimat i forkant. Likevel kunne estimatet vært bedre gjennomarbeidet og kvalitetssikret, spesielt når det gjelder anleggsgjennomføring/fasekostnader/nærføring til anlegg i drift samt byggherrens kostnader.

Det ble ikke identifisert behov for justeringer av kalkylen i gruppesamlingen.

Usikkerhetsanalysen er gjennomført med strammere fremdrift enn normalt. I tråd med konkurransegrunnlaget er endelig rapport levert kun én uke etter gjennomføring av gruppesamling. Dette kan ha påvirket kvaliteten på analysen. Spesielt tiden mellom foreløpig og endelig rapport, og dermed tilgjengelig tid til gjennomgang for analysegruppen, har vært knapp. Likevel oppleves det som at analysedeltakerne har prioritert å gi gode tilbakemeldinger og få frem en analyse av god kvalitet.

6 VEDLEGG OG REFERANSER

6.1 Vedlegg A – Deltakerliste og agenda

Deltakere gruppeprosess 22. og 23. oktober

Navn	Rolle	Organisasjon	Til stede dag 1	Til stede dag 2
Eirik Winther	Prosjektleder	Bane NOR	X	X
Madeleine Sveinsli	Estimator	Bane NOR	X	X
Christian Nielsen	PL team, prosjektsjef	Bane NOR	X	X
Ingeborg Tulluan	Sporplanlegger	Bane NOR	X	X
Arne Magnus Bråthen	Grunnerverv	Bane NOR	X	X
Morten Gunnar Hvattum	Signal	Bane NOR	X	X
Margareta Viklund	Geotekniker	Bane NOR	X	X (etter lunsj)
Esad Karahasan	PL team	Bane NOR	X	X
Kristin Aflekt Thomessen	Oppdragsleder	Multiconsult	X	X
Hans Gustav Johannesen	Prosjekteringsleder	Multiconsult	X	X
Ørjan Edvardsen	Estimator	Multiconsult	X	X
Susanne Skog Berg	Datastøtte	HR Prosjekt	X	X
Katrine L. Sørstrøm	Prosessleder	HR Prosjekt	X	X

Agenda Dag 1 (22. oktober)

Tid	Aktivitet	Ansvar
09:30	Presentasjon av programmet og prosessen	Prosessleder
09:35	Presentasjon av deltakerne	Prosessleder
09:40	Beskrivelse av prosjektet	v/Prosjektledelsen
10:00	Presentasjon av kostnadsanslag og estimering	Prosessleder
10:30	Overordnet situasjonskart/radardiagram	Prosessleder
11:30	Lunsj	
12:00	Identifikasjon av usikkerheter (hendelser)	Prosessleder
13:00	Trippelanslag på kalkyleposter	Prosessleder
16:00	Slutt	

Agenda Dag 2 (23. oktober)

Tid	Aktivitet	Ansvar
09:15	Kort oppsummering av dagen før	Prosessleder
09:25	Presentasjon av evt. nye deltakere	Prosessleder
09:30	Trippelanslag på kalkyleposter fortsetter, samt evt. annet gjenstående	Prosessleder
11:00	Trippelanslag på usikkerhetsdrivere	Prosessleder
11:30	Lunsj	
12:00	Trippelanslag på usikkerhetsdrivere forts.	Prosessleder
14:30	Slutt	

Deltakere avklaringsmøte 27. oktober (rimelighetsvurdering)

Navn	Rolle	Organisasjon
Eirik Winther	Prosjektleder	Bane NOR
Madeleine Sveinsli	Estimator	Bane NOR
Christian Nielsen	PL team, prosjektsjef	Bane NOR
Susanne Skog Berg	Datastøtte	HR Prosjekt
Katrine L. Sørstrøm	Prosessleder	HR Prosjekt

6.2 Vedlegg B – Prosjektets deterministiske estimat

6.2.1 Alternativ 1 – med reach stacker

Utvidelse Heggstadmoen godsterminal - sammendrag av kostnader (MNOK). Grov estimert med +/-40% nøyaktighet.		Faktor / Andel	Terminalområdet	Heimdal st.	Verksted/Bil-håndtering	Gate/adkomst terminal	Vegsystem	Totalt
			[MNOK]	[MNOK]	[MNOK]	[MNOK]	[MNOK]	[MNOK]
Totale Prosjektkostnader			1196	431	312	65	86	2090
0.	Byggherrekostnader		415,18	104,57	143,83	15,72	20,91	700,21
0.1	Felleskostnader byggherre	15 %	117,08	49,02	25,23	7,37	9,80	208,50
0.2	Prosjekteringskostnader	17 %	132,69	55,55	28,60	8,35	11,11	236,30
0.3	Grunnerverv		165,40	0,00	90,00	0,00	0,00	255,40
1.	Produksjonskostnader (ekskl. Rigg + drift)		624,44	261,42	134,57	39,30	52,28	1112,02
1.1	Underbygning spor		46,67	50,21	11,94	2,18	0,00	110,99
1.2	JBT		89,49	73,93	40,10	1,60	0,00	205,13
1.3	Veger og arealplan		291,35	0,00	40,74	9,99	25,13	367,20
1.4	Konstruksjoner		40,50	54,42	25,29	24,94	22,40	167,55
1.5	Terminal		12,85	0,00	0,00	0,00	0,00	12,85
1.6	Fasekostnader	10 %	48,09	17,86	11,81	0,00	4,75	82,50
1.7	Støy		4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50
2	Riving + andre tiltak		11,00	0,00	4,69	0,61	0,00	16,30
3	Signalkostnader		80,00	65,00	0,00	0,00	0,00	145,00
4	Rigg/Drift entreprenør	25 %	156,11	65,36	33,64	9,83	13,07	278,00

6.2.2 Alternativ 2 – med reach stacker og kraner

Utvidelse Heggstadmoen godsterminal - sammendrag av kostnader (MNOK). Grov estimert med +/-40% nøyaktighet.		Faktor / Andel	Terminalområ det	Heimdal st.	Verksted/B ilhåndterin g	Gate/adkomst terminal	Vegsystem	Totalt
			[MNOK]	[MNOK]	[MNOK]	[MNOK]	[MNOK]	[MNOK]
Totale Prosjektkostnader			1340	431	310	64	86	2231
0.	Byggherrekostnader		457,52	104,57	143,26	15,49	20,91	741,76
0.1	Felleskostnader byggherre	15 %	132,31	49,02	24,97	7,26	9,80	223,36
0.2	Prosjekteringskostnader	17 %	149,95	55,55	28,30	8,23	11,11	253,14
0.3	Grunnerverv		175,26	0,00	90,00	0,00	0,00	265,26
1.	Produksjonskostnader (ekskl. Rigg + drift)		705,66	261,42	133,16	38,73	52,28	1191,24
1.1	Underbygning spor		39,10	50,21	10,65	1,60	0,00	101,56
1.2	JBT		85,74	73,93	40,10	1,60	0,00	201,37
1.3	Veger og arealplan		269,35	0,00	40,74	9,99	25,13	345,20
1.4	Konstruksjoner		40,50	54,42	25,29	24,94	22,40	167,55
1.5	Terminal		122,85	0,00	0,00	0,00	0,00	122,85
1.6	Fasekostnader	10 %	55,75	17,86	11,68	0,00	4,75	90,04
1.7	Støy		1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36
2	Riving + andre tiltak		11,00	0,00	4,69	0,61	0,00	16,30
3	Signalkostnader		80,00	65,00	0,00	0,00	0,00	145,00
4	Rigg/Drift entreprenør	25 %	176,41	65,36	33,29	9,68	13,07	297,81

6.3 Vedlegg C – Dokumentasjon av estimatusikkerhet

Usikkerhetsanalysen fokuserer på spennet i utfallsrommet, det vil si høyeste og laveste verdi. Sannsynlig verdi er i utgangspunktet kalkylens verdi, men kan justeres dersom diskusjonen avdekker uteglemt poster, behov for prisjusteringer eller lignende. Lav verdi: Hvor lav kan kostnaden bli i 1 av 10 tilfeller, tenkt at vi gjennomfører det samme prosjektet 10 ganger. Tilsvarende for høyeste, hvor høy kan kostnaden bli i 1 av 10 tilfeller. Det tas ikke høyde for ekstremverdier som kun inntreffer svært sjeldent.

Estimatusikkerhet omfatter kun pris- og mengdeusikkerhet, gitt at omfanget og gjennomføring er slik det er prosjektert med. Estimer basert på byggeklosser er justert med korreksjonsfaktorer for å ivareta kompleksitet, og usikkerhet rundt disse fanges også opp av estimatusikkerheten. Estimatusikkerheten skal fange opp sprik i tilbud per post fra entreprenør, med normaliserte priser. Risiko for tillegg skal dekkes av driverne.

6.3.1 Alternativ 1 – Oppsummering estimatusikkerhet

Kostnadspost	Kalkyle <i>mNOK</i>	Trippelanslag		
		Lav	MS <i>mNOK</i>	Høy
1 Underbygning	111,0	-25 %	111,0	35 %
2 JBT	205,1	-10 %	234,9	20 %
3 Veger og arealplan	367,2	-15 %	367,2	20 %
4 Konstruksjoner	167,6	-15 %	170,1	15 %
5 Terminal	12,9	-50 %	12,9	50 %
6 Fasekostnader	82,5	-30 %	82,5	60 %
7 Støy	4,5	-20 %	4,5	50 %
8 Riving + andre tiltak	16,3	-50 %	16,3	50 %
9 Signalkostnader	145,0	-10 %	145,0	30 %
10 Rigg/drift entreprenør	278,0	-30 %	278,0	30 %
11 Byggherrekostnader (felleskostnad + prosjektering)	444,8	-20 %	444,8	15 %
12 Grunnerverv	255,4	-35 %	255,4	35 %
SUM	2 090,2			

6.3.2 Alternativ 2 – Oppsummering estimatusikkerhet

Kostnadspost	Kalkyle <i>mNOK</i>	Trippelanslag		
		Lav	MS <i>mNOK</i>	Høy
1 Underbygning	101,6	-25 %	101,6	35 %
2 JBT	201,4	-10 %	230,6	20 %
3 Veger og arealplan	345,2	-15 %	345,2	20 %
4 Konstruksjoner	167,6	-15 %	170,1	15 %
5 Terminal	122,9	-10 %	122,9	10 %
6 Fasekostnader	90,0	-30 %	90,0	60 %
7 Støy	1,4	-20 %	1,4	50 %
8 Riving + andre tiltak	16,3	-50 %	16,3	50 %
9 Signalkostnader	145,0	-10 %	145,0	30 %
10 Rigg/drift entreprenør	297,8	-30 %	297,8	30 %
11 Byggherrekostnader (felleskostnad + prosjektering)	476,5	-20 %	476,5	15 %
12 Grunnerverv	265,3	-35 %	265,3	35 %
SUM	2 230,8			

1 Underbygning

Omfatter

Konto 1.1 – Underbygning. Dette inkluderer underbygning spor, føringsveier, overvannshåndtering og riving av spor.

Posten har en kalkyleverdi på hhv. 110,99 MNOK og 101,56 MNOK for alternativ 1 og 2.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

Prisene i denne posten er mer usikre enn mengdene. Dette skyldes primært bruken av byggeklossmetoden ved estimering av underbygning spor. Det er grunn til å tro at enhetspriser både kan bli billigere eller dyrere. Mengder er kontrollberegnet uten store utslag.

- Estimerer av føringsveier har usikkerhet både i pris og mengde, da de ikke er detaljestimert.
- Estimerer av overvannshåndtering: Er sikker på areal det er tatt utgangspunkt i, men det er her benyttet en faktor for å få opp mengdene, slik at det likevel er en usikkerhet i mengde her (gjelder for alternativ 2).

Begrunnelse for P10:

- Kan være attraktivt for entreprenør med masseflytting, samt mulig tilgang til stein fra Vassfjellet.
- Må ikke bygge ny underbygning på spor 4 ved Heimdal stasjon.
- Stort prosjekt.

Begrunnelse for P90:

- Enhetspriser er konservative da det er et stort prosjekt, hvor det er lagt til grunn mindre prosjekter i estimatene.
- Ikke tatt høyde for eventuelle komplikasjoner i anleggsgjennomføring i prisestimatene.
- Ikke lagt inn løpemetertillegg på spesielle tiltak (for eksempel håndtering av gods ved bygging)

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-25%	Som beregnet	+35%
Alternativ 2	-25%	Som beregnet	+35%

2 JBT

Omfatter

Konto 1.2 – JBT. Dette inkluderer Overbygning + KL, øvrig elektro og sporveksler. Det er benyttet løpemeterpris for estimering av overbygning og KL.

Posten har en kalkyleverdi på 205,13 MNOK og 201,37 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Benyttet løpemeterpris for estimering av overbygning og KL. Pris og mengde for overbygning er relativt sikkert.
- Estimerer for øvrig elektro er mer usikre enn overbygning og KL.
- Generelt liten usikkerhet i pris på sporveksler.

Begrunnelse for P10:

- Mulig besparelse ved priser på ballast.

Begrunnelse for Mest sannsynlig:

- Erfaring tilsier at estimert pris på KL skal være høyere. Enhetspris i estimerer vurderes derfor til å være for lav.
- Usikkerhet i estimerer for øvrig elektro.

Begrunnelse for P90:

- Ikke gjort justering i estimerer for eventuell vanskelig KL-bygning. Må kanskje gjøre tiltak på bygget fordi KL-system ligger nært spor.

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-10%	+14,5 %	+20%
Alternativ 2	-10%	+14,5 %	+20%

3 Veger og arealplan

Omfatter

Konto 1.3 – Veger og arealplan. Dette inkluderer masseflytting/fylling/innkjøring, masseflytting/skjæring/utkjøring (herunder forurensede masser), veger inkl. dreng og belysning, depot og lastegate reachstacker, geotekniske tiltak, parkering og kjørearealer ved gate.

Posten har en kalkyleverdi på 367,20 MNOK og 345,20 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

Den store kostnadsdriveren her er massene, men mindre usikkerhet knyttet til mengden av massene. Pris for deponering av masser er hentet fra Fauske godsterminal, og dette er et konservativt estimat det er knyttet usikkerhet til. Generelt konservative priser her.

Begrunnelse for P10:

- Enorme mengder masser. Pris kan reduseres hvis en for eksempel etablerer et eget deponi (ingen deponiavgift).
- Ikke hensyntatt i estimater at masser kan flyttes «internt» på området.
- Mulig besparelse i mengde for peler (konservativt estimat, antar estimert 50 meter på peler kan være litt mye).
- Konservative enhetspriser og geotekniske tiltak.

Begrunnelse for P90:

- Hvis økning i masser pga. torv.
- Usikkerhet knyttet til hvor fjellene ligger i forbindelse med peling.

Opprinnelig spenn etter gruppeprosess:

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-15%	Som beregnet	+10%
Alternativ 2	-15%	Som beregnet	+10%

Begrunnelse for justering: Estimert for masseflytting vurderes å være estimert for mye «nedenfra og opp» i et tidligestimert. Ikke inkludert uspesifisert.

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-15%	Som beregnet	+20%
Alternativ 2	-15%	Som beregnet	+20%

4 Konstruksjoner

Omfatter

Konto 1.4 – Konstruksjoner. Dette inkluderer bruer, murer, kulvert og bygg.

Posten har en kalkyleverdi på 167,55 MNOK hhv. alternativ 1 og 2. Likt estimat i begge alternativer pga. ingen konstruksjoner i sør.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Liten usikkerhet i mengdene på bruer.
- Liten usikkerhet knyttet til enhetspriser for kulverter.

Begrunnelse for P10:

- Enhetspriser for bygg er for høyt. Prisene er hentet direkte fra Norsk Prisbok, og prisene kan med fordel ganges ned med en faktor, for eksempel 0,6.
- Mulig besparelse på mengde/arealer i kontorbygg.

Begrunnelse for Mest sannsynlig:

- Burde vært lagt til en spuntvegg til underposten «Jernbanebru, dobbeltspor».

Begrunnelse for P90:

- Påslag for nærføring (faktor på 1,2) mellom bru og drift/spor vurderes til å være for lav.
- Enhetspris for gang og sykkelvei vurderes til å være for lavt grunnet at estimater er beregnet fra bru som tidligere lå over tre spor. Bru skal nå ligge over fem spor.
- Gruppen mener «mangler» en underpost, «dobbeltspor mot bilvei», hvor kostnader i tilknytning til gang- og sykkelvei bør ligge innunder.

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-15%	+1,5%	+15%
Alternativ 2	-15%	+1,5%	+15%

5 Terminal

Omfatter

Konto 1.5 – Terminal. Dette inkluderer rundsum for jernbanens terminalområde.

Posten har en kalkyleverdi på 12,85 MNOK og 122,85 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2.

Antakelser og vurderinger

Usikkerhet i alternativ 2 skyldes i hovedsak kran.

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-50%	Som beregnet	+50%
Alternativ 2	-10%	Som beregnet	+10%

6 Fasekostnader

Omfatter

Konto 1.6 – Fasekostnader. Tilsvarende 10% påslag for drift under bygging på aktuelle elementer. Dette inkluderer alt som ligger i bygge ekstra og de tjenester som foregår i dag (daglig drift) samt kostnader knyttet til nærføring. Inkludert i fasekostnader er; midlertidige spor, at en må dele opp faser mtp. sikkerhet ved eksempel arbeid ved siden av trafikkert spor, biltrafikk, midlertidig omlegging av kabler mv. Signal er ikke inkludert i fasekostnader. Posten har da en kalkyleverdi på 82,50 MNOK og 90,04 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Vanskelig å vurdere usikkerheten for denne posten fordi dette er uspesifiserte kostnader, og en vet ikke på nåværende tidspunkt hva som skal gjøres i de ulike fasene (det er ikke utarbeidet faseplan per i dag). Men tar i denne analysen utgangspunkt i de tre fasene.
- Fasekostnader er ikke beregnet ut ifra alle faser (pga. kun utredningsfase nå), men beregnet ut ifra de mer komplekse fasene.

Begrunnelse for P10:

- Generell usikkerhet

Begrunnelse for P90:

- Generell usikkerhet
- Kan påløpe fasekostnader knyttet til signal.

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-30%	Som beregnet	+60%
Alternativ 2	-30%	Som beregnet	+60%

7 Støy

Omfatter

Konto 1.7 – Støy. Dette inkluderer støytiltak som vinduer og ventiler på bolighus. Posten har en kalkyleverdi på 4,50 MNOK og 1,36 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Mengdeusikkerhet ved terminalen, men ikke beregnet på Heimdal.
- Generell liten mengde- og prisusikkerhet i det som er lagt til grunn i kalkyle.

Begrunnelse for P10:

- Generell usikkerhet

Begrunnelse for P90:

- Støy kan treffe boliger på Heimdal som vil medføre tiltak (støyskjerming)

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-20%	Som beregnet	+50%
Alternativ 2	-20%	Som beregnet	+50%

8 Riving og andre tiltak

Omfatter

Konto 2 – Riving og andre tiltak. Dette inkluderer; diverse, riving/fjerning av asfalt og riving av bygg. Posten har en kalkyleverdi på 16,30 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2. Likt estimat i begge alternativer.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Riving/fjerning av asfalt er inkludert og justert opp i kalkyle. Dette tas normalt ikke med i en så tidlig fase, men på grunn av de store mengdene asfalt er det likevel inkludert.

Begrunnelse for P10:

- Generell usikkert – tar høyde for besparelser en ikke kan identifisere nå, men som kan komme.
- Stål og andre materialer som kan selges

Begrunnelse for P90:

- Generell usikkert – tar høyde for kostnader en ikke kan identifisere nå, men som kan komme.

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-50%	Som beregnet	+50%
Alternativ 2	-50%	Som beregnet	+50%

9 Signalkostnader

Omfatter

Konto 3 – Signalkostnader. Dette inkluderer nye NSI-63 innvendige og utvendige sikringsanlegg for Heimdal stasjon, og Heggstadmoen godsterminal (skiftestillverk), samt tilpasning til dagens sikringsanlegg i gjennomføringsfaser. Det er forutsatt bruk av midlertidige sikringsanlegg. Posten har da en kalkyleverdi på 145,00 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2. Likt estimat i begge alternativer.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- En reell prisusikkerhet som driver spennet her. Generelt lite mengdeusikkerhet.

Begrunnelse for P10:

- Hvis ERTMS tar noen av signalkostnadene i fremtiden.
- (Verdi på P10 reflekterer kun mulige besparelser i priser).

Begrunnelse for P90:

- Tar høyde for teknologier som ikke er kjent i dag, men som kan komme.
- Erfaring tilsier at signalkostnader kan bli høyere.

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-10%	Som beregnet	+30%
Alternativ 2	-10%	Som beregnet	+30%

10 Rigg/drift entreprenør**Omfatter**

Konto 4 – Rigg/drift entreprenør. Dette tilsvarer 25% av produksjonskostnader. Dette med utgangspunkt i erfaringstall fra sammenliknbare prosjekter som tilsier en median for påslag på ca. 25%.

Posten har da en kalkyleverdi på 278,00 MNOK og 297,81 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2.

Antakelser og vurderinger**Generelt:**

- Det blir i gruppesamling foreslått å dele opp posten «Rigg/drift entreprenør» i hovedplan.
- Påslaget på ca. 17% ved P10 og ca. 33% ved P90.
- Ser likevel større variasjon enn dette i andre prosjekter.

Begrunnelse for P10:

- Nærhet til Marienborg i Trondheim – mindre reiseutgifter, hotellovernattinger mv.
- Generelt utfallsrom

Begrunnelse for P90:

- Generelt utfallsrom

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-30%	Som beregnet	+30%
Alternativ 2	-30%	Som beregnet	+30%

11 Byggherrekostnader (felleskostnad + prosjektering)

Omfatter

Konto 0.1+0.2 – Byggherrekostnader. Inkluderer felleskostnader (15%) og prosjekteringskostnader (17%). Påslagene tar utgangspunkt i sammenliknbare store prosjekter i størrelsesorden 750 MNOK til 3 mrd. NOK. Erfaringstall viser da spenn i påslag for byggherrekostnader fra 15% til 40% (felleskostnader og prosjekteringskostnader samlet). Byggekløssmodellen tar utgangspunkt i påslag på 27%. Posten har da en kalkyleverdi på 444,81 MNOK og 476,50 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Signal er med i prosjektering, og står vanligvis for en stor del av prosjekteringskostnadene.

Begrunnelse for P10:

- Mulig besparelse hvis totalentreprise – større mulighet for raskere og bedre løsninger, særlig på anleggsgjennomføring.
- Sparepotensialet ligger i at god fremdrift opprettholdes. Alle planfaser og regulering gjenstår.
- Generell tanke om at kostnader kan spares
- I utgangspunktet et tradisjonelt prosjekt

Begrunnelse for P90:

- Kan bli høye kostnader da prosjektet foregår i mange faser og i lang tid.
- Erfaring tilsier at det gjerne påløper en del administrative kostnader mot slutten av et prosjekt som er vanskelig å identifisere nå.

Opprinnelig spenn etter gruppeprosess:

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-20%	Som beregnet	+10%
Alternativ 2	-20%	Som beregnet	+10%

Begrunnelse for justering: For lav P90 i utgangspunktet med tanke på prosjektets tidlige fase, og de ressurser og kostnader som prosjektet vil kreve.

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-20%	Som beregnet	+15%
Alternativ 2	-20%	Som beregnet	+15%

12 Grunnerverv

Omfatter

Konto 0.3 – Grunnerverv. Dette inkluderer; erstatninger, forhandlinger og administrasjon mv., skjønn (pga. antall parter og kompleksitet), advokatutgifter, tinglysing, dokumentavgift mv. og oppmåling av eiendommer. Kostnader knyttet til grunnerverv gjelder for verkstedområdet og terminalområdet. Det er i estimering tatt utgangspunkt i overleverte tegninger samt egen vurdering av omfang.

Har for næringsbygg gjort en vurdering av størrelsen på bygg og estimert normalpris for leie ved næringsbygg. Enhetspriser er fremkommet ved å gjøre en sammenlikning av lager og logistikk i og utenfor byen.

Der hvor det ikke er bygg, er estimater basert på erfaringstall fra tilsvarende grunnerverv i området. En god del er ervervet i området nylig i forbindelse med utbygging av E6, og estimater tar blant annet utgangspunkt i dette.

Posten har en kalkyleverdi på 255,40 MNOK og 265,26 MNOK for hhv. alternativ 1 og 2.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- En del eiendommer som må løses ut i sin helhet.
- Usikkerhet i metode: Har vært vanskelig å finne sammenlikningsgrunnlag for enhetspriser. Har ikke konkrete tall på kvadratmeterpris på næringsleie i Trondheim.
- Generelt mer usikkerhet knyttet til priser enn fremdrift.

Begrunnelse for P10:

- Generell usikkerhet vedr. arealer som berører grunn.

Begrunnelse for P90:

- Generell usikkerhet vedr. arealer som berører grunn.
- Dårlig tid mellom byggestart og reguleringsplan.
- Mulig det må erverves mer grunn ved sørlig spor på Heggstadmoen
- Flytting av leietakere kan ta lengre tid i en forhandlingsfase.

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-35%	Som beregnet	+35%
Alternativ 1	-35%	Som beregnet	+35%

6.4 Vedlegg D – Dokumentasjon av usikkerhetsdrivere

Usikkerhetsdrivere skal ivareta usikkerhet i beregningsforutsetninger og påvirkning fra ytre og indre forhold. Vi klarer ikke å telle alt i et prosjekt. Det kommer alltid inn uforutsette forhold. Driverne er lagt på toppnivå, slik at de påvirker den totale gjenstående prosjektkostnaden inkludert et eventuelt forventet tillegg fra estimatusikkerheten. Usikkerhetsdrivere kan typisk påvirke flere kalkyleposter samtidig, og ulike utfall av samme driver vil kunne påvirke et ulikt utvalg av kalkyleposter og ulikt vektet utslag mellom kalkylepostene. Derfor legges drivere vanligvis på toppnivå i modellen, og så modelleres spennet i forhold til hvilket utslag driveren kan forventes å gi, uavhengig av hvor i modellen utslaget treffe

Her benyttes Bane NORs standard gruppering av usikkerhetsdrivere. Driverne vises i tabellene under.

6.4.1 Alternativ 1 – Oppsummering driverusikkerhet

Usikkerhetsdriver	Drivergrunnlag <i>mNOK</i>	Trippelanslag		
		Lav	MS	Høy
U1 Anleggsgjennomføring	2090,2	-15 %	2 %	30 %
U2 Eierstyring og rammebetingelser	2090,2	-10 %	0 %	12 %
U3 Eksterne aktører og interessenter	2090,2	-6 %	0 %	14 %
U4 Lokale forhold	2090,2	-20 %	1 %	25 %
U5 Marked	1390,0	-22 %	0 %	22 %
U6 Prosjektering og modenhet	2090,2	-20 %	0 %	17 %
U7 Prosjektorganisasjon og ledelse	2090,2	-16 %	0 %	12 %

6.4.2 Alternativ 2 – Oppsummering driverusikkerhet

Usikkerhetsdriver	Drivergrunnlag <i>mNOK</i>	Trippelanslag		
		Lav	MS	Høy
U1 Anleggsgjennomføring	2230,8	-15 %	2 %	25 %
U2 Eierstyring og rammebetingelser	2230,8	-10 %	0 %	12 %
U3 Eksterne aktører og interessenter	2230,8	-6 %	0 %	14 %
U4 Lokale forhold	2230,8	-20 %	1 %	25 %
U5 Marked	1489,1	-22 %	0 %	22 %
U6 Prosjektering og modenhet	2230,8	-20 %	0 %	17 %
U7 Prosjektorganisasjon og ledelse	2230,8	-16 %	0 %	12 %

U1 Anleggsgjennomføring

Beskrivelse

Entreprenørens gjennomføringsevne og egnethet, forhold knyttet til SHA, tilkomst til anlegg, koordinering mellom kontrakter, logistikk og materialhåndtering.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Erfaring tilsier høyreskjevt spenn.
- Forskjellen mellom P90 i alternativene: Anleggsgjennomføring i alternativ 1 er nærmere geografisk til Sandmoenkrysset enn alternativ 2. Dette gjør alternativ 1 mer utfordrende med tanke på nærføring til vei.

Optimistisk:

Ser en optimistisk på anleggsgjennomføring kan en få en dyktig entreprenør som; ser gode muligheter for gjenbruk og deponering av masser, er samarbeidsvillig, er selvstendig og pålitelig og krever dermed mindre oppfølging, ser effektive og kostnadsbesparende løsninger og har et godt samarbeid med andre entreprenører. I tillegg kan en få til en god plan for anleggsgjennomføring samt legge til rette for god tilgang til riggområder i anleggsperioden. Et godt samarbeid med kommune og Statens vegvesen muliggjør deling av riggområder som vil være kostnadsbesparende. Tidlig innløsning av tomter gjør at areal for eksempel kan brukes til lagring av byggherrelevert materiell som gir mulighet for tidlig oppstart.

Pessimistisk:

Ser en pessimistisk på anleggsgjennomføringen kan en ende opp med en entreprenør som har lite eller ingen jernbanekompetanse som gir dårlig gjennomføring og sluttprodukt. Eventuelle delentrepriser vil kunne kreve mye koordinering som fører dårlig gjennomføring og styring av prosjektet fra entreprenørens side. I tillegg kan det være krevende grensesnitt mot flere aktører, for eksempel Bane NOR Eiendom. Lite tilgjengelige arealer til lagring av jernbanemateriell gjør arbeidet krevende, og arbeid tett inntil spor i drift går utover SHA. Behov for mer spunting enn tidligere antatt vil være kostnadsdrivende.

Mange driftsfaser og midlertidige løsninger, dårlig tilkomst til anleggsområdet, økende person- og godstrafikk og andre prosjekter i området kan komplisere anleggsgjennomføringen, og således være kostnadsdrivende. I tillegg kan det gå på bekostning av kvalitet hvis tilbyder med lavest pris vinner.

Opprinnelig spenn etter gruppeprosess:

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-7%	+2%	+10%
Alternativ 2	-7%	+2%	+8%

Begrunnelse for justering: Øker spennet i begge retninger, utfallsrom større enn først vurdert. Økt spenn i byggherrekostnader tilsier økt spenn i anleggsgjennomføring, pga. antakelse om samvariasjon.

	I beste tilfelle	Mest sannsynlig	I verste tilfelle
	- Kan redusere antall kontrollører fra 5 til 2,5 årsverk - Hvis entreprenør har; god kapasitet, forkorter tiden, og har godt samarbeid med sine underentreprenører.	- Nye KL-lokk - Dyrere master	- Hvis entreprenør; har dårlig kapasitet, forlenger tiden, og har dårlig samarbeid med sine underentreprenører. - Krevende anleggsgjennomføring pga. nærføring til vei (alt. 1)
	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-15%	+2%	+30%
Alternativ 2	-15%	+2%	+25%

U2 Eierstyring og rammebetingelser

Beskrivelse

Forutsigbarhet rundt rammebetingelser, avhengighet til eiers beslutninger, beslutningsprosesser og tempo, nivå på overordnet styring, tydelighet i bestillinger, tekniske krav og godkjenning fra Statens jernbanetilsyn (SJT), TTG, spordisponering.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Hvis ERTMS blir forsinket, er ikke dette en så stor usikkerhet for dette prosjektet da prosjektet kan pågå i mange år uten at de påvirkes av ERTMS.
- Forutsigbarhet rundt rammebetingelser er generelt en kilde til usikkerhet i organisasjonen.
- Hvis prosjektet stoppes, kan et tiltak for å spare penger være å fatte en beslutning og å få gjennomført alle faser i starten. At Bane NOR får bestilling på alle faser, fra planleggingsfase til investering (K03-avtale)

Optimistisk:

Det er politisk interesse rundt prosjektet, så hvis en får til en felles beslutning for å få til enighet med næringer, så legger dette til rette for en bedre og mer effektiv gjennomføring (også mot interessenter, spordisponering mv). Gode grensesnitt mot andre prosjekter i Bane NOR kan gi bedre betingelser her. Hvis en unngår persontogtrafikk på Heimdal, så gir dette bedre tilgang til spor. Dette fordrer en god prioritering av prosjektet hos Jernbanedirektoratet og Bane NOR.

Pessimistisk:

Litt usikkerhet knyttet til målbildet. Effektmål er satt til 2030, men ikke endelig satt at anlegg skal tas i bruk da. Mulig at effektmålene endres underveis i prosjektet. Det er tatt noen valg i starten av prosjektet for å opprettholde fremdrift, men det er sannsynlig at valg vil bli endret underveis. Hvis tidspunkt for ibruktakelse (2030) ikke endres, men prosjektet tar lengre tid enn nå antatt, så kan dette føre til utfordringer.

Hvis en blir forsinket i tilrettelegging for ERTMS, kan dette føre til forsinkelser for ERTMS. Kan da påløpe kostnader i forbindelse med dette, samt at kostnader for ERTMS blir skjøvet over til dette prosjektet. I et pessimistisk scenario kan forsinkelser ifm. ERTMS føre til en nedprioritering av prosjektet. Det kan da være snakk om økte signalkostnader. Treghet i prosesser og avklaringer samt endringer i bestillinger kan være kostnadsdrivende. I tillegg kan endringer i forutsetninger fra ledelsen, kan dette i verste fall føre til at det må settes inn nytt signalanlegg. Det er i kalkyle tatt høyde for endringer, men ikke et evt. helt nytt signalanlegg.

Opprinnelig spenn etter gruppeprosess:

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-5%	0%	+5%
Alternativ 2	-5%	0%	+5%

Begrunnelse for justering: Erfaring tilsier høyreskjevtt spenn, og mer høyreskjevhet ut i prosjektet.

	I beste tilfelle	Mest sannsynlig	I verste tilfelle
	- Endringer i teknisk regelverk fører til lavere kostnader. - Enighet politisk og mot næringer fører til mer effektiv gjennomføring	Som beregnet	- Endringer i teknisk regelverk - Ibruktakelse i 2030 opprettholdes, men prosjektet tar lengre tid enn antatt. - Hvis endrede forutsetninger gir krav om nytt signalanlegg
	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-10%	0%	+12%
Alternativ 2	-10%	0%	+10%

U3 Eksterne aktører og interessenter

Beskrivelse

Behov, krav og endringer fra interessenter og aktører utenfor prosjektet som f.eks. kommuner, interesseorganisasjoner og naboer.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Aktuelle interessenter vil kunne påvirke prosjektet også i planleggingsfasen, ikke bare i byggefasen.
- Aktuelle interessenter som kan påvirke prosjektet er blant annet; Trondheim kommune, NVE, Statens vegvesen, fylkeskommunen, godsoperatører.
- Teknisk regelverk fra kommunen og Statens vegvesen vil ha stor innvirkning på prosjektet.
- Politiske kjerneområder i Trondheim kan være et moment for prosjektet og dets geografiske beliggenhet.
- Enighet om høyreskjevhet her, ikke så store rom for besparelser som kostnader. Antar det vil avdekkes behov for mer tid og ressurser i planfasen, som det ikke er tatt høyde for her.

Optimistisk:

Hvis en får til et godt samarbeid mot andre prosjekter i området, kan kostnader og ressurser ved utredninger og analyser deles mellom aktørene, og på denne måten gi besparelser for Bane NOR.

Pessimistisk:

Det er knyttet usikkerhet til veisystem i sør, og det kan være aktuelt med ombygging av Sandmoenkrysset på sikt. Hvis det er interessenter som ser en mulighet for «å sko seg» på at Bane NOR nå skal gjøre undersøkelser og analyser i området, kan det være en fare for at prosjektet pålegges ytterligere utredninger og analyser, som prosjektet isolert sett ikke skulle vært pålagt.

Opprinnelig spenn etter gruppeprosess:

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-3%	0%	+7%
Alternativ 2	-3%	0%	+7%

Begrunnelse for justering: Dobler spennet i begge retninger, utfallsrom større enn først vurdert.

	I beste tilfelle	Mest sannsynlig	I verste tilfelle
	<ul style="list-style-type: none"> - Hvis vegeier deler kostnad med Bane NOR hvis samme interesser med andre - Hvis en kan unngå problemer med veisystem (helt eller delvis). - Hvis en får redusert problemer med vei og kulvert, så kanskje ned 20-40 MNOK. 	Som beregnet	<ul style="list-style-type: none"> - Hvis Bane NOR må ta kostnader ved tiltak fra aktører med samme interesser - Krav fra inneklemt eiendommer ved gate - Ytterligere behov ved terminalen fra interessenter - Krav fra kommunen om tiltak ved gang- og sykkelvei pga. lysforurensning/støy. - Naboer som skal svares ut. - Krav om støytiltak «uten effekt»/visuell støyskjerming - Nye krav ifm. Bjørndalen
	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-6%	0%	+14%
Alternativ 2	-6%	0%	+14%

U4 Lokale forhold

Beskrivelse

Grunnforhold og kvalitet på masser, grensesnitt mot eksisterende infrastruktur, kabler/rør i grunnen, arkeologi, vernede arter og natur, forurensede masser, klimafaktorer etc.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Usikkerhet knyttet til de antatte forurensingsmassene. Har forutsatt 10% forurensede masser i klasse 4.
- En har i dag god oversikt over infrastruktur (kabler og rør) i grunnen på eksisterende terminal, men det er større usikkerhet knyttet til området i sør hvor utvidelsen skjer. Kan være kostnadsdrivende hvis infrastruktur må omlegges, og mindre kostnadsdrivende hvis infrastruktur skal rives. På Heimdal stasjon er det nylig gjennomført et prosjekt hvor infrastruktur er kartlagt, så en har mer kontroll på infrastruktur i grunn her.
- Det er ikke gjennomført grunnundersøkelser og er usikkerhet både knyttet til mengde og forurensingsgrad for masser, i tillegg til geotekniske forhold og løsninger. Sørlig del av terminal blir liggende over et areal som tidligere er fylt igjen, hvor store deler av massene består av gammel søppelfylling.
- Usikkert i hvilken grad dagens næringer i området har drevet utskifting av masser, for eksempel med tanke på torv. Denne usikkerheten kan være kostnadsdrivende eller kostnadsbesparende for Bane NOR.

Optimistisk:

En besparelse for prosjektet kan være hvis en kan gjenbruke masser «internt» på området, og masser generelt er bedre enn antatt. I tillegg kan en gjenbruke asfalt på området.

Pessimistisk:

Det er ikke kartlagt eventuelle høyspentledninger eller kommunale vann- og rørledninger på Heggstadmoen. Det kan øke kostnadene hvis dette må flyttes. Det kan komme krav fra kommunen vedr. veisystem og overvann, for eksempel krav om fordrøyningsanlegg. I verste fall kan det også komme krav om skifte av hovedsystem, og i en slik situasjon kan det tenkes at Bane NOR må være med å ta denne kostnaden. Kvikkleire i grunn er ikke et problem i seg selv da dette ligger for dypt. Det må likevel tas høyde for at det her vil kreves undersøkelser.

Opprinnelig spenn etter gruppeprosess:

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-12%	1%	+16%
Alternativ 2	-12%	1%	+16%

Begrunnelse for justering: For lavt spenn. Dukker trolig opp mer i utbyggingsfase enn først antatt.

	I beste tilfelle	Mest sannsynlig	I verste tilfelle
	<p>- Går for et rimeligere tiltak enn betongplate på peler (som er kostbart)</p> <p>- Billigere løsninger. F.eks. Masseutskifting. Kanskje mulig å halvere betongplaten.</p> <p>- Bedre masser enn forventet, mindre kostnader til deponi/ bortkjøring. Gjenbruk av asfalt.</p>	<p>- Prisgrunnlag tar ikke høyde for usikkerheter i grunn (kun priset inn kabler på Heimdal). MS begrunnes med usikkerheter i grunn på sørsiden av terminal</p>	<p>- Vesentlig større mengder forurensede masser enn antatt i estimatet</p> <p>- Hvis myndigheter sier en må ta vekk alle forurensede masser i området i sør.</p>
	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-20%	1%	+25%
Alternativ 2	-20%	1%	+25%

U5 Marked

Beskrivelse

Kapasitet og konkurransesituasjon i markedet ved kontraktsutlysning, prosjektets attraktivitet og interesse fra leverandører, konjunkturer utover markedsmiddel. Beregnes ut fra Concept-formel med utgangspunkt i tidspunkt for kontrahering.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Prosjektet omfatter blant annet flytting av store mengder masser. Det er mange entreprenører som kan flytte masser, men kanskje en mindre andel som kan flytte de *store mengdene* masser som gjelder i dette prosjektet.
- Det ble besluttet å ikke inkludere forhold knyttet til Covid-19/corona-situasjonen i denne driveren.

Det legges til grunn kontrahering Q1 2027.

	I beste tilfelle	Mest sannsynlig	I verste tilfelle
	- Jf. markedsusikkerhet fra Concept-formel.	Som beregnet	- Jf. markedsusikkerhet fra Concept-formel.
	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-22%	0%	+22%
Alternativ 2	-22%	0%	+22%

U6 Prosjektering og modenhet

Beskrivelse

Detaljering i prosjektgrunlaget, kvalitet på prosjektering, differansen mellom de løsningene som i dag er skissert og det faktisk ferdige prosjektet i fremtiden.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Planfasen tilsier at bygging ligger langt frem i tid. Derfor naturlig med et betydelig spenn.
- Konservativt estimerer taler for venstreskjevheten i denne driveren.
- Et godt tiltak for å redusere kostnader vil være å ha med prosjektleder og prosjekteringsleder i en tidlig fase.

Optimistisk:

En mulighet for optimalisering kan være hvis en får forenklet veisystem. Dette vil avhenge av Statens vegvesen. Mange av løsningene som ligger til grunn nå er kostbare (pga. lagt inn robuste tall hvis usikkert), og det er mulig med besparelser hvis en får tid til å undersøke løsningene i detalj.

Pessimistisk:

Det foreligger mer detaljering i prosjektet i dag enn det som er «vanlig» i en utredningsfase. Dette kan isolert sett være ne bra ting, men det skaper også en risiko for det er utelatt ting. Erfaring tilsier dessuten at ting gjerne blir dyrere jo lengre i prosjektet en kommer, heller enn billigere, da utfallsrommet gjerne er større en det en klarer å se for seg i en tidlig fase. Det er også generelt mye i prosjektet som en ikke har rukket å ettergå i detalj.

	I beste tilfelle	Mest sannsynlig	I verste tilfelle
	<ul style="list-style-type: none"> - TTG og signal har vært tidlig delaktig i utarbeidelse av sporplan. Sporplanen er gjennomarbeidet og moden til å være i en utredningsfase. - Lastegater og oppbygging av lastegater – mulige besparelser i hvordan det skal se ut. - Tidlig involvering av interessenter og eksterne og deres behov taler for at dette prosjektet er mer modent sammenliknet med andre prosjekter. - Mengder og enhetspriser er overordnet er konservativt, ikke tatt med fordeler som for eksempel gjenbruk. 	Som beregnet	<ul style="list-style-type: none"> - Eventuelle kostnader ifm. nytenking/bærekraft som ikke er identifiser i dag. - Tidlig involvering av TTG. Kan komme med flere nye krav underveis. - Sørenden og grunnerverv er umodent mtp. hvordan en plasserer gate og hvordan veisystemet er (likevel ikke så omfattende mtp. bæresystemer). – Hvis en ikke får sportilgang.
	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-20%	0%	+17%
Alternativ 2	-20%	0%	+17%

U7 Prosjektorganisasjon og ledelse

Beskrivelse

Bane NORs evne til å planlegge og styre prosjektet, kapasitet og tilgang på ressurser, kontinuitet for nøkkelpersonell, erfaring med lignende prosjekter, evne til samhandling og kommunikasjon internt i prosjektet og i organisasjonen.

Antakelser og vurderinger

Generelt:

- Trolig vil et stort prosjekt som dette bli omtalt i media. Et nevnt tiltak under gruppeprosessen var å tidlig involvere en kommunikasjonsrådgiver (allerede i planfasen) for å bedre kunne dempe eventuelle konflikter.
- Forholdet til Jernbanedirektoratet, og mellomledet mellom Jernbanedirektoratet og Bane NOR blir viktig her.

Optimistisk:

Hvis det besluttes å sette ned et eget team for dette prosjektet, kan styring av prosjektet foregå mer sømløst. Det er i tillegg en god del besparelser som kan gjøres ved innleie og kontrahering av rådgivere og ressurser, da dette er byggherrestyrt.

Pessimistisk:

Krever generelt mer å spare kostnader (flere tiltak som må iverksettes) enn å ikke spare kostnader.

Opprinnelig spenn etter gruppeprosess:

	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-8%	0%	+6%
Alternativ 2	-8%	0%	+6%

Begrunnelse for justering: Mener driveren har større utfallsrom enn den første vurderingen.

	I beste tilfelle	Mest sannsynlig	I verste tilfelle
	<ul style="list-style-type: none"> - Utforming av et godt konkurransegrunnlag og gode involveringsprosesser i starten. - Kommunikasjonsrådgiver for å dempe evt. konflikter - Matriseorganisasjon fører til god tilgang på ressurser. - Lite sannsynlighet for underbemanning, og god erfaring med liknende prosjekter. Prosjektteam - Geografisk næret mellom Bane NOR og planområdet. - Estimert tar utg. i store byggherrekostnader, så har mulig litt «å gå på» her. (men må ikke blande disse). 	Som beregnet	<ul style="list-style-type: none"> - Negativ omtale i media tidlig kan ta opp mye kapasitet i prosjektorganisasjonen. - Dårlige involveringsprosesser i starten.
	P10	Mest sannsynlig	P90
Alternativ 1	-16%	0%	+12%
Alternativ 2	-16%	0%	+12%

6.5 Vedlegg E – Metode for usikkerhetsanalyse

HR Prosjekts metode for usikkerhetsanalyse tar utgangspunkt i trinnvismetoden og suksessiv kalkulasjon. Denne metodikken ble først utviklet av Steen Lichtenberg ved Danmarks Tekniske Universitet på 1970-tallet, og er videreutviklet av NTNU.

Metoden ligger til grunn for Finansdepartementet og de største statlige byggherrenes kvalitetssikring. Ordningen blir kvalitetssikret av Finansdepartementet og NTNU gjennom forskningsprogrammet Concept. Metoden brukes også for kvalitetssikring av investeringsprosjekter i andre sektorer, både offentlig og privat.

HR Prosjekts tilnærming til metoden kombinerer kvalitativ og kvantitativ metode, og kartlegger usikkerhet ved bruk av kreative prosesser. Vår bruk av trinnvismetoden gir fokus på realistiske konsekvenser og det detaljeres bare på de viktigste områdene.

Vi bruker trinnvise, intuitive fremgangsmåter som sikrer at usikkerhet blir bevisst adressert og at vurderingene går bak fasaden og i dybden. Fordi det ikke er behov for detaljering i stor grad, kan analysene starte tidlig og det gir mulighet for proaktiv styring av usikkerhet.

Prosesen er strukturert slik at det suksessivt bygges opp kunnskap om analyseobjektet i analysegruppen. Dette gjøres ved å identifisere usikkerhet fritt.

Deretter settes konsekvens for den enkelte usikkerhet etter oppdragsgivers viktigste mål, som f.eks. kostnad, tid, kvalitet, omdømme og sikkerhet.

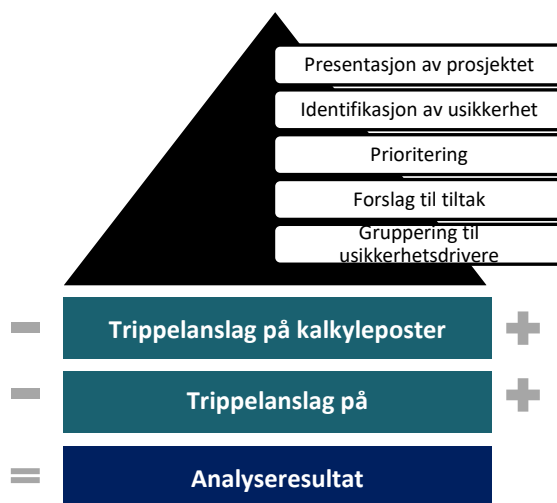
Videre settes sannsynlighet for at usikkerheten inntreffer. Sammen gir dette et anslag på den enkelte usikkerhets kritikalitet. Dette gjøres for å prioritere usikkerhetene for dernest å foreslå mulige tiltak.

Usikkerhetene grupperes i usikkerhetsdrivere som legges til grunn for trippelanslag i kombinasjon med trippelanslag for kalkyleposter.

Grupperingen av usikkerhet i drivere gjøres for å samle usikkerheter som naturlig hører sammen slik at gruppene er uavhengige av hverandre. Ingen usikkerhet tilhører mer enn én usikkerhetsdriver. Når det deretter settes tripplestimater på kalkyleposter og restusikkerhet vil gruppen ha utviklet dybdekunnskap og felles forståelse for den usikkerhet som er knyttet til analyseobjektet.

Vår metodiske tilnærming sikrer at trippelanslag på kalkyle og trippelanslag på usikkerhetsdrivere kan kombineres uten at identifisert usikkerhet faller utenfor, eller inkluderes flere ganger. Dette setter gruppen i stand til å gi realistiske estimater på den usikkerheten som kan påvirke prosjektet.

Usikkerhetsdrivere som vil påvirke flere enn en kalkylepost vil alltid modelleres som en egen driver det settes trippelanslag på, for å unngå at samvariasjon påvirker den totale, estimerte usikkerheten.



Beregningsmetodikk

Den kvantitative delen av analysen er basert på metodikken til Steen Lichtenberg som er videreutviklet av NTNU. Det gjøres tredoble skjønn for

- mest sannsynlig
- lav verdi med 10 % sannsynlighet
- høy verdi med 90 % sannsynlighet

Det brukes i hovedsak Erlang-fordelinger i definisjonen av sannsynlighetsfordelinger basert på tripplestimatene. De har den egenskap at de er høyreskjeve og gir rom for at mens kostnaden gjerne har en absolutt nedside, er oppsiden mer eller mindre ubegrenset. Dersom andre fordelinger er bedre egnet til å beskrive usikkerhetselementet brukes disse.

Kvantifisering kan gjøres på ulike måter

- ved hjelp av tilnæringsformler
- ved Monte Carlo simulering

Vi bruker dataverktøy som kan anvende begge disse beregningsmetodene.

Selv om metoden har som utgangspunkt at usikkerhet skal grupperes slik at alle usikkerhetsdrivere er uavhengige av hverandre, kan det noen ganger være nødvendig å inkludere samvariasjon i modellen.

Det kan også utvikles egne modeller dersom det er mest hensiktsmessig for det enkelte prosjekt. Den kvantitative modelleringen er dynamisk og fleksibel.

Tilnæringsformler *:

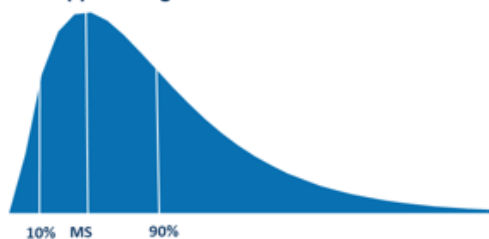
$$\text{Middelverdi} = \frac{(\text{Min} + 0,42 \times \text{Most likely} + \text{Max})}{2,42}$$

$$\text{Standardavvik} = \frac{(\text{Max} - \text{Min})}{2,53}$$

Monte Carlo simulering:

Basert på sannsynlighetsfordelinger definert av tripplestimater (høy, lav og mest sannsynlig verdi) beregnes sannsynlighetskurve for utfallsvariablene. Normalt kjøres det minst 10 000 simuleringer.

Trippelanslag



Sannsynlighetskurve

