

Michael Andersen Brendås

# Byggeklossmetoden for kostnadsestimering av jernbane – er metoden relevant for pålitelig estimering i tidligfase?

Masteroppgave i Erfaringsbasert masterprogram i veg, jernbane og transport

Veileder: Morten Welde

Medveileder: Per-Arne Fredriksen

Juni 2023



Michael Andersen Brendås

# **Byggekløssmetoden for kostnadsestimering av jernbane – er metoden relevant for pålitelig estimering i tidligfase?**

Masteroppgave i Erfaringsbasert masterprogram i veg, jernbane og transport

Veileder: Morten Welde

Medveileder: Per-Arne Fredriksen

Juni 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden



# Sammendrag

InterCity-prosjektet på Østfoldbanen opplevde en betydelig kostnadsøkning fra konseptvalgutredning til forslag til kommunedelplaner. En evaluering av kostnadsøkningen pekte på ulike bakenforliggende årsaker. Et forhold berørte metoden anvendt til å kostnadsestimere konseptene, kalt «byggeklossmetoden», der byggeklossene ikke var supplert med erfaringskostnader fra nyere jernbanetiltak. Evalueringen pekte videre på at priser i jernbanesektoren indeksjusteres etter en byggekostnadsindeks fra vegsektoren, samt at det hadde vært en vesentlig økning i omfang og kompleksitet fra konseptfase til planfase.

Formålet med denne masteroppgave er å besvare følgende forskningsspørsmål:

1. Kan manglende nøyaktighet i kostnadsestimat fra tidligfase forklares med at byggeklossene ikke har blitt oppdatert med nyere erfaringskostnader?
2. Kan manglende nøyaktighet i kostnadsestimat fra tidligfase forklares med hvordan byggeklossmetoden anvendes?
3. Har indeksjustering av byggeklossene med byggekostnadsindeks for veganlegg gitt mindre nøyaktige kostnadsestimat i tidligfase?
4. Dersom manglende nøyaktighet ikke skyldes forholdene omtalt i øvrige forskningsspørsmål, hva kan mulige årsaker være?

Studien omfatter en litteraturstudie, en kvantitativ analyse og intervjuer. Gjennom litteraturstudien omtales kostnadsutvikling i samferdselssektoren og mekanismer for å kontrollere dette, samt metoder og verktøy for kostnadsestimering i tidligfase. I den kvantitative analysen er det utarbeidet kostnadsestimat for en rekke større og mindre igangsatte eller fullførte infrastrukturtiltak ved hjelp av byggeklossmetoden. Eventuelle avvik mellom kostnadsestimat og faktisk kostnad undersøkes for å identifisere underliggende årsaker og slik besvare forskningsspørsmålene. Kostnadsestimat for store tiltak er med på å angi nøyaktigheten for byggeklossene samlet sett, mens estimat for mindre tiltak synliggjør nøyaktighet for gitte byggeklosser. Analyserte tiltak omfatter fire store tiltak og syv mindre tiltak. I førstnevnte kategori faller prosjektene Farriseidet – Porsgrunn, Nykirke – Barkåker, Venjar – Langset og Kleverud – Åkersvika. De mindre tiltakene omfatter stasjonene Reinsvoll, Nittedal, Skarnes, Sørumsand og Evanger, samt kryssingssporene Monsrud og Kvam. Som del av studien ble det gjennomført intervjuer med fire intervjuobjekter med erfaring innen kostnadsestimering og tidligfase.

Studien tilsier at byggeklossene gir kostnadsestimat med god nøyaktighet for store tiltak så lenge omfang og kompleksitet er presist definert, og at elementer som ikke kan representeres med byggeklossene må estimeres på annet vis. Når nøyaktigheten er tilfredsstillende medfører det at manglende oppdatering av kostnader for byggeklossene og gjeldende indeksjustering i begrenset eller ingen grad er årsak til tidligere observert kostnadsvekst. Resultatene for de studerte tiltakene viser at endret omfang og kompleksitet i hovedsak forklarer kostnadsvekst etter KVVU InterCity. Intervjuene peker på at undervurdering i tidligfase kan skyldes manglende tid og tilgang på erfarne ressurser når konseptene detaljeres og estimeres.

Kostnadsveksten etter konseptvalgutredningen ser også ut til å kunne forklares med at en i KVVU InterCity ikke hadde mulighet til å justere elementer for kompleksitet gjennom bruk av korreksjonsfaktor. Dette tilsvarer funnet i evalueringen av Østfoldbanen. Den

senere introduksjonen av korreksjonsfaktorer er med på å bedre nøyaktigheten på estimatene, men i Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering medfører vektingen og verdiene likevel til at påvirkningen er begrenset.

Den senere inkluderingen av byggeklosser for grunnverv i Jernbanedirektoratet sitt verktøy ser ut til å ha bedret nøyaktigheten på kostnadsestimatene noe sammenlignet med estimatene fra KVV InterCity. Hvor treffsikkert dette tillegget er framstår likevel usikkert.

Resultatene viser at byggeklosser for stasjoner ikke gir presise kostnadsestimat slik klossene er utformet og er ment å anvendes. Enten må byggeklossene for stasjoner oppdateres og endres, eller så må en estimere stasjoner med andre metoder. Byggeklossene for kryssingsspor ser ut til å gi nøyaktige kostnadsestimat gitt visse framgangsmåter. Manglende definisjon på byggeklossene er med på å åpne opp for annen og potensielt utilsiktet bruk av klossene, der dette vil resultere i mindre nøyaktige kostnadsestimat.

Studien avdekker videre at enkelte elementer kun er representert med et fåtalls byggeklosser. Sammen med at korreksjonsfaktorene i begrenset grad påvirker kostnaden på elementene, medfører dette at særlig kompliserte elementer kan bli underestimert.

Basert på studiens resultater anbefales følgende grep for å bedre nøyaktigheten på kostnadsestimat i tidligfase innen jernbanesektoren:

1. Dersom byggeklossmetoden skal anvendes til å utarbeide kostnadsestimat for mindre tiltak som stasjoner bør det utarbeides nye byggeklosser eller legges til grunn andre metoder for å utarbeide kostnadsestimat. Eventuelle nye byggeklosser må baseres på nøkkeltall fra nyere gjennomførte tiltak som er mer representative.
2. Definisjonen på flere byggeklosser er mangelfull og bør bedres slik at en unngår utilsiktet bruk av byggeklossene.
3. For å utarbeide kostnadsestimat med bedre nøyaktighet må omfang være representativt for ferdig anlegg. Dette kan tilsi økt grad av detaljering av konsepter i tidligfase, der den økte tids- og ressursbruken dette kan medføre må veies opp mot det overordnede nivået lagt til grunn for konseptvalgutredninger. Gitt denne målkonflikten bør det vurderes nærmere hvordan en i bedre grad kan detaljere konseptene i tidligfase innenfor rammene av hva en konseptvalgutredning tillater, slik at omfang er representativt første gang.
4. Det må sikres at Jernbanedirektoratet sin tidligere anbefaling om å vurdere tid og omfang i gjennomføringen av konseptvalgutredninger faktisk følges opp.

# Abstract

The InterCity project on the Østfold line experienced a major cost increase from the pre-study phase through the early planning in the pre-project phase. The cost increase resulted in an evaluation, which indicated that there were several reasons behind the cost increase. These reasons included that the elements used for the cost estimation method had not been supplemented with unit costs from newer projects. The method was based on elements, or “building blocks”, and has thus been known as the “building block method”. The evaluation also pointed out that the unit costs were adjusted based on a cost index from road projects and identified a large increase in scope and complexity after the pre-study phase.

The purpose of this study has been to answer the following research questions:

1. Can a lack of precision in cost estimates in the pre-study phase be explained by the lack of updated unit costs in the building blocks used in the building block method?
2. Can a lack of precision in cost estimates in the pre-study phase be explained by how the building block method is used?
3. Has the use of a cost index based on road projects negatively impacted the precision of cost estimates in the pre-study phase?
4. If the lack of precise cost estimates cannot be explained by the former research questions, what other possible causes could there be?

This study is comprised of a literature study, a quantitative analysis and interviews. The literature study includes common reasons for costs increase through the different design and planning phases, measures to control costs, and methods and tools to create cost estimates in the pre-study phase. The quantitative analysis consists of cost estimates made to represent several large and small infrastructure projects either undergoing construction or having been completed. Any discrepancy between the cost estimates and actual costs has been investigated to identify the underlying reasons for the discrepancy and to answer the research questions. The cost estimates for large projects helps measure the accuracy for the building blocks as a whole, while estimates for small projects helps with showing any lack of accuracy for certain building blocks. The quantitative study is conducted on four large projects and seven small projects. Projects in the first category includes Farriseidet – Porsgrunn, Nykirke – Barkåker, Venjar – Langset and Kleverud – Åkersvika. The small projects analyzed includes the stations Reinsvoll, Nittedal, Skarnes, Sørumsand and Evanger, and the passing loops Monsrud and Kvam. Four interviews were conducted as part of the study. The interviewed subjects were resources with experience in cost estimation and the pre-study phase in Norway.

The results in this master thesis indicates that the elements used in the building block method can produce cost estimates with the required accuracy, provided that the scope and complexity of the project is well defined in the pre-study phase. The results indicate that other methods must be used for elements that cannot be represented by the current building blocks. The study further indicates that the former identified cost increases cannot be explained by not having supplemented the elements with unit costs from newer projects, nor can it be explained with the use of a cost index for road projects. The results rather identify that the cost increase can be explained in a change of scope

and/or an underestimation of complexity in the pre-study phase. A lack of time and experienced resources might have been a contributor in the pre-study phase.

The cost increases seen since the pre-study phase might also be explained by the lack of tools necessary to calibrate the complexity of elements. A later introduction of calibration factors seems to have improved the accuracy of the cost estimates. There are some limitations in the estimation tool used for this master thesis that limits how much these factors can improve the accuracy. This is caused by how the calibration factors are implemented in the tool and the values given to the factors.

Building blocks for land acquisition has been introduced in the estimation tool. This thesis indicates that these elements improve the accuracy of the cost estimates compared to the cost estimates from the pre-study phase, but to what degree is unclear.

The building blocks used to estimate stations seems unable to produce cost estimates with the expected accuracy for the pre-study phase. An update or change of the elements used to estimate stations, or use of another cost estimation method, will be required. The elements used to estimate passing loops can produce estimates with the expected accuracy under certain conditions. A lack of definition of the different building blocks enables different uses of the elements, where certain uses will produce cost estimates without the expected accuracy.

This master thesis further shows that certain elements in the infrastructure are represented by a limited number of building blocks. When you combine this fact with the limited influence of the calibration factors you might end up with a less accurate estimate, especially for more complex elements.

Based on the results of this master thesis, the following actions are recommended to increase the accuracy of cost estimates in the pre-study phase for the railway in Norway:

1. A new set of building blocks should be created if the building block method is to be used on smaller projects like stations. Any new building blocks must be based on unit costs from newer, completed projects.
2. The definition of several building blocks is lacking and should be improved to avoid unintentional use of the blocks.
3. Creating an accurate cost estimate requires a precise definition of a project. Improving the definition of a project in the pre-study phase will normally require more time and more resources, more than would normally be expected during the pre-study phase. This represents a potential conflict between expectations and scope for the pre-study phase. How projects can be defined more accurately within the boundaries of the pre-study phase should be examined further.
4. The Norwegian railway directorate's former recommendation to evaluate the need for time and scope during the pre-study phase must be followed up.



# Forord

Denne masteroppgaven representerer det avsluttende arbeidet på mitt løp på det erfaringsbaserte masterstudiet i veg og jernbane ved NTNU.

Jeg begynte i Jernbaneverket sommeren 2014, der jeg en kort tid arbeidet som kontrollingeniør på et større anlegg. Siden har jeg i hovedsak arbeidet med tidligfase i Jernbaneverket og Jernbanedirektoratet, der oppgavene har omfattet ulike strategier og utredninger, prioriteringer, samt bestillinger av ulike oppdrag og oppfølging av disse. Deler av arbeidsoppgavene har inkludert oppfølging og behandling av kostnader i infrastrukturprosjekter. Gjennom de ulike oppgavene har jeg fått innsikt i både utfordringer en står ovenfor i et anlegg under bygging, men også de usikkerheter som en kommer over i tidligfase.

Jeg begynte på det erfaringsbaserte masterstudiet høsten 2019. Ønsket og ambisjonen var å få faglig påfyll og å fordype meg innen visse tema relevant og interessant for mitt fagområde.

Tema for masteroppgaven er valgt på initiativ av Jernbanedirektoratet. Den er en oppfølging av en tidligere evaluering av InterCity-prosjektene på Østfoldbanen. Sentralt for oppgaven er bruken av en estimeringsmetode som har vært sentralt i utredningen av flere større tiltak innen jernbanesektoren, hvorav flere siden har vært gjenstand for kostnadsvekst fra utredningsfasen til planfasen eller gjennomføringen.

Begrunnelsen for valg av oppgaven har vært todelt. Gjennom oppgaven kan jeg få fordypning i en estimeringsmetode som på ulike vis har vært mye brukt i utredninger av jernbane de siste ti år. Samtidig kan oppgaven forhåpentligvis være et bidrag til at jernbanesektoren i mindre grad opplever fremtidige kostnadsøkninger.

Jeg vil rette en stor takk til mine veiledere, bestående av Morten Welde ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU og Per-Arne Fredriksen i Jernbanedirektoratet. Råd og diskusjoner gjennom arbeidet med oppgaven har vært av stor verdi. Jeg vil også rette en takk til øvrige ansatte i Jernbanedirektoratet og Bane NOR som på ulike tidspunkt har bistått med grunnlag, diskusjon og svar på spørsmål relatert til arbeidet med oppgaven.

Oslo, 15.06.2023

Michael Andersen Brendås



# Innhold

Figurer .....	xv
Tabeller .....	xvii
Begrepsliste og forkortelser.....	xvii
1 Innledning .....	19
1.1 Bakgrunn: byggeklossmetoden og kostnadsvekst.....	19
1.2 Forskningsspørsmål .....	21
1.3 Studiens omfang og avgrensning.....	22
1.4 Rapportens oppbygging.....	23
2 Metode .....	25
2.1 Introduksjon til kapittelet .....	25
2.2 Litteraturstudie .....	25
2.2.1 Anvendte litteraturdatabaser .....	25
2.2.2 Framgangsmåte litteratursøk .....	25
2.2.3 Andre anvendte kilder i litteraturstudien .....	28
2.3 Kvantitativ analyse – etterprøving av kostnadsestimat.....	28
2.3.1 Identifisering og valg av infrastrukturiltak .....	29
2.3.2 Prosessbeskrivelse kostnadsestimering .....	32
2.3.2.1 Anvendt grunnlag.....	32
2.3.2.2 Verktøy anvendt .....	33
2.3.2.3 Studiens ulike kostnadsestimat.....	33
2.3.3 Sammenlinging av estimat og faktisk kostnad.....	38
2.4 Intervju .....	40
2.4.1 Kartlegging av intervjuobjekter.....	40
2.4.2 Gjennomføring av interjvuene.....	40
3 Litteraturstudie.....	42
3.1 Introduksjon til kapittelet .....	42
3.2 Kostnadskontroll for infrastrukturprosjekter.....	42
3.3 Kostnadsutvikling i infrastrukturprosjekter.....	43
3.4 Kostnadsestimering i tidligfase.....	47
3.4.1 Forutsetninger for estimeringsprosessen .....	47
3.4.2 Tilgangen på erfaringskostnader .....	47
3.4.3 Justering av pris gjennom byggekostnadsindekser .....	49
3.4.4 Modenhet og estimatklasser .....	49
3.4.5 Metoder for kostnadsestimering .....	51
3.4.5.1 Parametrisk estimering .....	53

3.4.5.2	Benchmarking .....	53
3.4.6	Korreksjonsfaktorer .....	54
3.5	Byggekløssmetoden – bakgrunn og oppbygging .....	54
3.5.1	Metodikkens bakgrunn .....	54
3.5.2	Tidligere bruk av byggeklossmetoden .....	55
3.5.3	Byggekløssenes oppbygging .....	55
3.5.4	Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering i tidligfase .....	56
4	Resultater .....	59
4.1	Introduksjon til kapittelet .....	59
4.2	Leseveiledning .....	59
4.3	Resultater fra kvantitativ analyse .....	59
4.3.1	Resultater store tiltak .....	59
4.3.1.1	Farriseidet – Porsgrunn.....	59
4.3.1.2	Nykirke – Barkåker.....	61
4.3.1.3	Venjar – Langset.....	63
4.3.1.4	Kleverud – Åkersvika.....	65
4.3.2	Resultater mindre tiltak.....	67
4.3.2.1	Stasjonstiltak .....	67
4.3.2.2	Kryssingsspor.....	72
4.4	Nøyaktighetsgrad på kostnadsestimat.....	74
4.4.1	Avvik for store infrastrukturtiltak.....	74
4.4.2	Avvik for mindre infrastrukturtiltak.....	78
4.5	Resultat fra intervjuer.....	80
4.5.1	Oppdatering av byggeklossene med nyere nøkkeltall .....	81
4.5.2	Kan byggeklossene og metoden gi nøyaktige estimat? .....	81
4.5.2.1	Utfordringer ved å utarbeide kostnadsestimat.....	81
4.5.2.2	Presisjon på estimat for store prosjekter i tidligfase.....	82
4.5.2.3	Presisjon på estimat for mindre prosjekter i tidligfase.....	83
4.5.3	Kan manglende nøyaktighet forklares med hvordan byggeklossene anvendes?.....	84
4.5.3.1	Bruken av korreksjonsfaktorer.....	84
4.5.3.2	Ulik bruk av byggeklossene .....	85
4.5.4	Andre forhold.....	85
4.5.4.1	Presis angivelse av omfang .....	85
4.5.4.2	Forventet tillegg.....	86
4.5.4.3	Størrelse på påslag .....	86
5	Drøfting .....	87

5.1	Introduksjon til kapittelet .....	87
5.2	Kan kostnadsvekst i tidligfase forklares med manglende supplering av erfaringstall? .....	87
5.2.1	Bruken av byggeklossmetoden på store tiltak .....	88
5.2.2	Byggeklossmetoden på mindre tiltak .....	89
5.2.2.1	Stasjoner .....	89
5.2.2.2	Kryssingsspor .....	90
5.3	Påvirker bruken av metoden nøyaktigheten?.....	91
5.3.1	Bruken av korreksjonsfaktorer .....	91
5.3.2	Fleksibilitet i bruk av metoden og byggeklossene .....	93
5.4	Indeksjustering av pris på byggeklossene.....	94
5.5	Andre forhold som påvirker nøyaktigheten på estimatene.....	95
5.5.1	Riktig omfang i tidligfase.....	95
5.5.2	Korrekt angivelse av grunnverv.....	97
5.5.3	Størrelse på forventet tillegg .....	97
5.5.4	Forhold byggeklossmetoden eller verktøyet ikke fanger opp .....	97
5.5.5	Mulige mangler i visse byggeklosser .....	98
5.6	Betraktninger knyttet til studiens metode.....	99
5.6.1	Litteraturstudien .....	99
5.6.2	Kvantitativ studie .....	99
5.6.3	Intervjuene .....	100
6	Oppsummering .....	101
6.1	Konklusjon .....	101
6.1.1	Kan manglende nøyaktighet på kostnadsestimat fra tidligfase forklares med manglende oppdatering av byggeklossene?.....	101
6.1.2	Kan manglende nøyaktighet på kostnadsestimat fra tidligfase forklares med hvordan byggeklossene brukes? .....	102
6.1.3	Har indeksjustering av byggeklossene med byggekostnadsindeks for veganlegg gitt mindre nøyaktige kostnadsestimat?.....	103
6.1.4	Andre årsaker som medfører unøyaktige kostnadsestimat .....	103
6.2	Anbefaling .....	104
	Referanser.....	106
	Vedlegg.....	113
	Vedlegg 1 – Byggeklosser Bane NOR.....	1
	Vedlegg 2 – Byggeklosser Jernbanedirektoratet.....	1
	Vedlegg 3 – Oversikt infrastrukturtiltak .....	1
	Vedlegg 4 - Informasjonsskriv intervju .....	1
	Vedlegg 5 - Intervjuguide.....	1



# Figurer

Figur 1 – Flytskjema som illustrerer framgangsmåte for litteratursøk, samt kartlegging og utvelgelse litteratur relevant for studien. ....	27
Figur 2 - Prosessbeskrivelse for innhenting, kategorisering og siling av infrastrukturtiltak til studiens kvantitative analyse.....	30
Figur 3 – Eksempel på en kompleks stasjon det ikke foreligger byggekloss for. Tiltak med elementer som i liten eller ingen grad kan representeres ved hjelp av byggeklossene er silt ut i trinn 3. (Jernbaneverket, 2016a, s. 157). ....	31
Figur 4 – Skjematisk sporplan for Horten stasjon på Skoppum vest (Jernbaneverket, 2016a, s. 142). ....	34
Figur 5 - Prinsippskisse som illustrerer stasjonsutforming lagt til grunn for flere store stasjoner i KVV InterCity (Jernbaneverket, 2011b, s. 16), der utformingen tilsvarer byggeklossene for stasjoner med fire spor. ....	34
Figur 6 – Illustrasjon for fordeling av kostnader i løpet av gjennomføringsfasen for et fiktivt tiltak. Tyngdepunktet ligger i år 6. ....	39
Figur 7 - Kvalitetssikringsprosessen for prosjekter som faller inn under Statens prosjektmodell for store investeringer (Finansdepartementet, 2019b). ....	42
Figur 8 - Kostnadsutvikling gjennom ulike faser for ulike infrastrukturprosjekter, gitt justering med KPI. Figur fra (Bruland et al., 2012), og gjengitt i (Samferdselsdepartementet et al., 2016, s. 54). ....	44
Figur 9 – En teoretisk representasjon av kostnadsutvikling i prosjekter, eksemplifisert av Welde (2014, s. 7).....	44
Figur 10 – Kostnadsvekst fra konseptvalgutredning til hovedplan for infrastrukturtiltakene på Østfoldbanen (Dovre Group Consulting, 2020, s. 21). ....	45
Figur 11 – Typiske utfordringer estimator møter og hvordan de kan håndteres (Government Accountability Office, 2020, s. 9). ....	47
Figur 12 – Prinsipp for prosess for kostnadsestimering i henhold til Finansdepartementet sin veileder. Departementet legger til grunn at erfaringsdata fra gjennomførte prosjekter skal legges til grunn for estimering av nye prosjekter (Finansdepartementet, 2008b, s. 2) .....	48
Figur 13 – AACE International sin anbefalte inndeling av estimatklasser (AACE International, 2020b, s. 6).....	50
Figur 14 – Så lenge et estimat er forbundet med usikkerhet og det er estimert med bakgrunn i erfaringstall fra andre prosjekter, kan en ikke forvente at et estimat vil være helt presist. Et realistisk nivå for kostnaden, men med en spredning innenfor forventede rammer, vil være fordelaktig framfor tilsynelatende presise estimat som ikke er representative (Samferdselsdepartementet et al., 2016, s. 10). ....	51
Figur 15 - Fordeling av estimeringsmetodikk for kostnadsestimering anvendt i et utvalg infrastrukturprosjekter, fordelt på transportform (Barakchi et al., 2017, s. 274).....	52
Figur 16 - Eksempel på hvordan erfaringstall (sorte prikker) kan anvendes innen parametrisk estimering til å bestemme kostnad på et element i infrastrukturen (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 11). ....	53
Figur 17 – Formel for forventet kostnad gjennom trinnvis kalkulasjon (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 22). ....	57
Figur 18 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Farriseidet - Porsgrunn. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad. ....	60

Figur 19 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Nykirke - Barkåker. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose. ....	61
Figur 20 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Venjar - Langset. Negativ verdi innebærer at estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose. ....	63
Figur 21 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Kleverud - Åkersvika. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose. ....	66
Figur 22 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Reinsvoll stasjon. Positiv verdi angir at estimat ligger over tiltakets faktiske kostnad. ....	68
Figur 23 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Skarnes stasjon. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad. ....	69
Figur 24 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Sørumsand stasjon. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad. ....	70
Figur 25 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Nittedal stasjon. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad. ....	71
Figur 26 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Eidanger stasjon. Positiv verdi angir at estimat ligger over tiltakets faktiske kostnad. ....	72
Figur 27 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Monsrud kryssingsspor. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad.» ....	73
Figur 28 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Kvam kryssingsspor. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad. ....	74
Figur 29 - Avvik kostnadsestimat for store tiltak der byggeklossene er anvendt uten endring. Negativ verdi angir at studiens estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose. ....	75
Figur 30 - Avvik kostnadsestimat for store tiltak der byggeklossene er tilpasset bygget anlegg. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose. ....	75
Figur 31 - Avvik mellom faktisk kostnad og estimat for store tiltak der det er anvendt tilsvarende byggeklosser som i KVV InterCity, men med bruk av korreksjonsfaktorer. Negativ verdi angir at estimat ligger under kostnadsprognose. ....	76
Figur 32 - Avvik mellom faktisk kostnad og estimat for store tiltak der tilsvarende byggeklosser som i KVV InterCity er anvendt og der korreksjonsfaktorer er satt til «Middels». Negativ verdi angir at estimat ligger under kostnadsprognose. ....	77
Figur 33 - Avvik mellom forventet kostnad basert på et indeksjustert basisestimat fra KVV InterCity og kostnadsprognose for tilsvarende tiltak som er under bygging. Negativ verdi angir at estimat i KVV InterCity ligger under kostnadsprognose. ....	77
Figur 34 - Avvik kostnadsestimat for stasjonstiltak der byggeklossene har blitt anvendt uendret. Positiv verdi angir at estimat ligger høyere enn kostnadsprognose eller faktisk kostnad for tiltaket. ....	78
Figur 35 - Avvik kostnadsestimat for stasjonstiltak der byggeklossene har blitt justert for å bedre samsvare med bygget tiltak. ....	79



Figur 36 - Avvik kostnadsestimat for kryssingsspor der det er anvendt byggeklosser for kryssingsspor med løpemeeterpris. ....	79
Figur 37 - Avvik kostnadsestimat for kryssingsspor der det er anvendt byggeklosser for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor. ....	80
Figur 38 - Avvik kostnadsestimat for kryssingsspor der det er anvendt byggekloss for kryssingsspor med stykkpris. ....	80
Figur 39 - Størrelse på løpemeeterpriser for ulike elementer (Jernbaneverket, 2016c, s. 102). Løpemeeterpris for spor og elektroanlegg er uten kostnad for øvrige deler av jernbaneanlegget, slik som tunnel eller fylling. ....	95
Figur 40 - Kategorisering av årsaker for avvik mellom kostnadsprognose og studiens ulike estimat basert på resultater for Nykirke – Barkåker. Negativt resultat innebærer at estimat ligger lavere enn kostnadsprognose for tiltaket. ....	101

## Tabeller

Tabell 1: Masteroppgavens oppbygging og beskrivelse av kapitlenes innhold. ....	23
Tabell 2 - Utvalg av tiltak det utarbeides kostnadsestimat for i den kvantitative studien. ....	32
Tabell 3 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Farriseidet - Porsgrunn.....	60
Tabell 4 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Nykirke - Barkåker. ....	61
Tabell 5 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Venjar - Langset. ....	63
Tabell 6 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Kleverud - Åkersvika. ....	66
Tabell 7 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Reinsvoll stasjon. ....	68
Tabell 8 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Skarnes stasjon. ....	68
Tabell 9 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Sørumsand stasjon.....	69
Tabell 10 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Nittedal stasjon. ....	70
Tabell 11 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Evanger stasjon. ....	71
Tabell 12 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Monsrud stasjon.....	72
Tabell 13 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Kvam stasjon.....	73

## Begrepsliste og forkortelser

AACEI	Association for the Advancement of Cost Engineering. Internasjonal, ideell organisasjon som utarbeider anbefalinger og sertifiseringsprogrammer relatert til kostnadsestimering innen bygg- og industrianlegg.
-------	--

Basisestimat	Basisestimat, eller basiskostnad, utgjør sum av grunnkalkyle og uspesifiserte kostnader.
Byggekløss	Representerer et element i jernbaneinfrastrukturen.
Byggekløssmetoden	En parametrisk metode for estimering av kostnader i jernbanesektoren. Metoden tar utgangspunkt i kjente kostnader per enhet, slik som investeringskostnad per kvadratmeter vegg eller gulv.
Estimatklasse	Et verktøy for å koble estimeringsprosessen til utviklingen av prosjekter og deres beslutningsprosesser.
Forventet kostnad	Utrykker hvor mye det er forventet at et prosjekt koster når det er fullført, med like stor sannsynlighet for at kostnad overskrides eller går ned.
Grunnkalkyle	Sum av sannsynlige kostnader for alle spesifiserte elementer i et tiltak, for uspesifiserte kostnader legges til.
InterCity	Markedsnavn for regionekspresstogtilbudet mellom Oslo, Halden, Skien og Lillehammer. Blir tradisjonelt anvendt for å beskrive strekningene tilbudet trafikkerer, som representerer Østfoldbanen, Vestfoldbanen og Dovrebanen.
Korreksjonsfaktor	Faktor som benyttes til å justere kostnad på en byggekløss, slik at denne bedre samsvarer med kompleksiteten i tiltaket sammenlignet med hva byggekløssen legger til grunn.
KVU	Konseptvalgutredning, som skal gjennomføres før eventuell planlegging for store statlige investeringer.
NTP	Nasjonal transportplan
Nærføring	Arbeid nær eksisterende spor med trafikk.
Tripplestimat	Estimat bestående av tre inngangsverdier, der hensikten er å hensynta usikkerheter i kostnadsestimatet for et element. Et tripplestimat består av en anslått nedre verdi for kostnad, sannsynlig verdi og øvre verdi.
Underbygning	Den delen av jernbaneanlegg som inkluderer slik som bru, fylling, tunnel, plattformer. Dekker ikke jernbaneteknikken som signal, kontaktledningsanlegg, ballast eller spor.
Usikkerhetsanalyse	En systematisk framgangsmåte og verktøy for å identifisere, beskrive, tallfeste og beregne usikkerheter i et prosjekt.
Uspesifiserte kostnader	Kostnader som en basert på erfaring mener vil komme i gjennomføringen av et prosjekt, men som en ikke har kartlagt i detalj grunnet manglende detaljeringsgrad.

# 1 Innledning

Innledningen omhandler bakgrunn for oppgavens tema, forskningsspørsmål, en gjennomgang av studiens omfang og avgrensning, og avslutningsvis en overordnet gjennomgang av studiens disposisjon.

## 1.1 Bakgrunn: byggeklossmetoden og kostnadsvekst

Store deler av jernbaneinfrastrukturen i Norge består av enkeltsporede strekninger (Jernbanedirektoratet, 2021, s. 9, 50) bygget fra om lag 1850-tallet til midten av 1900-tallet. Mens banenes kurvatur begrenser høyeste hastighet og gir mindre konkurransedyktige reisetider, begrenser enkeltspor kapasiteten og derfor hyppigheten på tilbudet. Utenom i de sentrale byområdene nærmest Oslo begrenser infrastrukturen derfor tilbudet.

Tidlig på 90-tallet utarbeidet NSB en strategi for en samlet utbygging av nye dobbeltspor for InterCity-området på Østlandet (Jernbaneverket, 2011b, s. 2). InterCity-området, eller InterCity-triangelet, utgjør Østfoldbanen til Halden, Vestfoldbanen til Skien og søndre del av Dovrebanen til Lillehammer (Jernbaneverket, 2012, s. 4-5). Hensikten med planen var å muliggjøre økt frekvens og hastighet mellom byene (Jernbaneverket, 2011b, s. 9). Strategien ble fulgt opp av planlegging og gjennomføring på enkelte strekninger (Jernbaneverket, 2011b, s. 2).

Etter at Statistisk sentralbyrå presenterte økte prognoser for befolkningsutviklingen i InterCity-strekningene sitt influensområde, ønsket Jernbaneverket å revidere InterCity-strategien (Jernbaneverket, 2011b, s. 2). Revisjonen ble fra 2009 til 2011 gjennomført i form av mulighetsstudie for Østfoldbanen (Jernbaneverket, 2011b) og Vestfoldbanen (Jernbaneverket, 2011a). Denne resulterte i en konseptvalgutredning for InterCity-strekningene (Bane NOR, 2012), gjerne omtalt som KVV InterCity. Med bakgrunn i konseptvalgutredningen ble det i NTP 2014-2023 fremmet en satsning på å utvikle InterCity-strekningene (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 20, 62) Ambisjonen var å ha sammenhengende dobbeltspor til Skien, Halden og Lillehammer innen 2030 (Samferdselsdepartementet, 2013, s. 54).

Som del av mulighetsstudiene og konseptvalgutredningen ble det utviklet en metode for kostnadsestimering av jernbane i tidligfase. Metoden tok utgangspunkt i gjenkjennelige elementer i infrastrukturen, slik som bru, tunnel eller dagsone. Disse elementene ble omtalt som «byggeklosser» (Jernbaneverket, 2011b, s. 31), og metoden har derfor vært kjent som «byggeklossmetoden». Kostnaden på byggeklossene var basert på erfaringstall fra tidligere gjennomførte tiltak, der enkelte tiltak var gjennomført på midten av 90-tallet (Rambøll, 2012a, s. 3). Byggeklossene har siden etablering blitt anvendt i en rekke konseptvalgutredninger og strategiske utredninger for større og mindre tiltak i infrastrukturen.

I årene etter behandlingen av NTP 2014-2023 ble det initiert planlegging av en rekke større prosjekter langs Østfoldbanen, Vestfoldbanen og Dovrebanen. Enkelte av tiltakene som ble utredet i KVV InterCity opplevde gjennom den videre planleggingen en vesentlig kostnadsvekst i forhold til hva konseptvalgutredningen la til grunn (Riksrevisjonen, 2020, s. 31). Kostnadsøkningen berørte særlig Østfoldbanen gjennom Fredrikstad og Sarpsborg

(Wessel, 2020, s. 1). I en påfølgende evaluering gjennomført i 2020 ble det blant annet pekt på at kostnadsveksten på Østfoldbanen skyldes manglende treffsikkerhet i bruken av byggeklossene i KVV InterCity (Dovre Group Consulting, 2020, s. 43-44). Det ble særlig pekt på at bruken av byggeklossene i liten grad tok høyde for lokale særegenheter, og at omfang og grunnverv ble undervurdert. Evalueringen påpekte at prisen på byggeklossene siden opprettelsen i 2011 var blitt indeksregulert etter Statistisk sentralbyrå sin byggekostnadsindeks for veganelgg (Dovre Group Consulting, 2020, s. 44), framfor at de jevnlig ble justert basert på kostnader fra nyere jernbaneanlegg. Med bakgrunn i evalueringen anbefalte Jernbanedirektoratet i sitt svarbrev til Samferdselsdepartementet blant annet at nyere erfaringstall burde inkluderes i byggeklossene (Bukholm, 2020, s. 5). Jernbanedirektoratet pekte også på at konseptvalgutredningen som lå til grunn for planleggingen på Østfoldbanen hadde blitt gjennomført på kort tid og dekte et stort geografisk område, men at det i fremtidige konseptvalgutredninger ville vurderes «både omfang og tidsbruk for å sikre et tilfredsstillende presisjonsnivå, [...]» (Bukholm, 2020, s. 5).

Når prosjekter opplever en stor kostnadsvekst settes beslutningstakerne i en vanskelig situasjon. Etter en utredning er det gjerne skapt lokale forventninger om gjennomføring, mens et igangsatt prosjekt kan være kommet så langt at det ikke er regningssvarende å stoppe det eller endre løsning. Så lenge samfunnets midler er begrenset kan en kostnadsvekst i et prosjekt også medføre at andre prosjekter som er viktige for samfunnet må utsettes eller kanselleres. En sterk kostnadsvekst kan samtidig medføre at premissene for at et prosjekt ble igangsatt ikke lenger er gjeldende, og at samfunnet derfor heller kunne ha anvendt midlene på et mer samfunnsøkonomisk lønnsomt vis (Welde, 2016, s. 5).

Med bakgrunn i tidligere erfaringer med kostnadsvekst, forsinkelser eller manglende effekt, ble ordningen i dag kjent som «Statens prosjektmodell for store investeringer» etablert i 2000 (Finansdepartementet, 2019a). Hensikten var å bedre beslutningsgrunnlaget og redusere omfang av kostnadsøkninger. Modellen stiller en rekke krav til store prosjekter fra tidligfase til realisering, både når det kommer til prosesser, beslutningspunkter og metoder. Det er utarbeidet en rekke veiledere for prosjektmodellen (Finansdepartementet, 2022). Siden kostnad er en viktig styringsparameter (Welde, 2014, s. 3) har Finansdepartementet også utarbeidet en veileder for hvordan kostnadsestimat skal utføres av statlige virksomheter i de ulike fasene (Finansdepartementet, 2008b). Gjennom Finansdepartementet sitt forskningsprogram Concept (Forskningsprogrammet Concept) har det blitt gjennomført en rekke studier av kostnadsvekst i statlige prosjekter. Mens programmets ulike studier indikerer at prosjekter i større grad har god kostnadskontroll i gjennomføringsfasen etter innføringen av Statens prosjektmodell (Welde, 2014, s. 3), pekes det på at nøyaktigheten i tidligfase er mindre god (Welde, 2014, s. 17-21), tilsvarende konklusjonen i evalueringen som er utgangspunkt for denne studien.

Denne masteroppgaven tar i hovedsak utgangspunkt i forholdene som ble avdekket i evalueringen og omtalt i Jernbanedirektoratet sitt brev til Samferdselsdepartementet. Gjennom bruk av byggeklossmetoden har studien til hensikt å framskaffe kunnskap om:

- Manglende oppdatering av byggeklossene med nyere erfaringstall og dagens praksis for indeksjustering påvirker nøyaktigheten på kostnadsestimat.
- Ulik bruk av byggeklossmetoden har betydning for nøyaktigheten på kostnadsestimat.

- Byggekløssene som foreligger ser ut til å ha en riktig pris.
- Kostnadsvekst siden tidligfase der byggeklossmetoden har blitt anvendt kan være forårsaket av andre årsaker.

Opgaven er ment å være et bidrag til å bedre kvaliteten på kostnadsestimat i fremtidige utredninger av infrastrukturtiltak på jernbanen i Norge.

## 1.2 Forskningsspørsmål

Studien berører bruken av byggeklossmetoden for utarbeidelse av kostnadsestimat for jernbanetiltak i tidligfase. Gjennom en litteraturstudie vil studien kartlegge typiske årsaker til kostnadsøkning og hvordan kostnadsestimering gjennomføres. Deretter vil studien gjennom en kvantitativ analyse, bestående av utarbeidelse av kostnadsestimat for en rekke gjennomførte eller igangsatte tiltak, undersøke hvorvidt kostnadsøkningene kan begrunnes med eventuelle svakheter i byggeklossmetoden eller bruken av den. Avhengig av resultat undersøkes det også om kostnadsøkninger kan skyldes andre årsaker enn byggeklossene. Analysen understøttes av intervjuer. Med bakgrunn i litteraturen, intervjuene og analysen vil mulige årsaker drøftes, før det gis anbefalinger for hvordan byggeklossmetoden kan tilpasses for å bedre nøyaktigheten på kostnadsestimat i tidligfase.

Studien har følgende forskningsspørsmål:

	<b>Forskningsspørsmål</b>	<b>Indikator</b>
<b>FS1</b>	Kan manglende nøyaktighet på kostnadsestimat fra tidligfase forklares med at byggeklossene ikke har blitt oppdatert med nyere erfaringskostnader?	Se indikator for FS1.1 og FS1.2.
<b>FS1.1</b>	Kan byggeklossmetoden gi presise kostnadsestimat for store infrastrukturprosjekter i tidligfase?	Avvik mellom kostnadsestimat og kostnadsprognose faller innenfor eller utenfor nøyaktighetsgrad for estimatklasse 4.
<b>FS1.2</b>	Kan byggeklossmetoden gi presise kostnadsestimat for mindre infrastrukturprosjekter i tidligfase?	Avvik mellom kostnadsestimat og kostnadsprognose faller innenfor eller utenfor nøyaktighetsgrad for estimatklasse 4.
<b>FS2</b>	Kan manglende nøyaktighet på kostnadsestimat fra tidligfase begrunnes med hvordan byggeklossmetoden anvendes?	Se indikator for FS2.1 og FS2.2.
<b>FS2.1</b>	I hvilken grad påvirker bruken av korreksjonsfaktorer presisjonen ved bruk av byggeklossmetoden?	Avvik mellom kostnadsestimat og kostnadsprognose faller innenfor eller utenfor nøyaktighetsgrad for estimatklasse 4.
<b>FS2.2</b>	Anvendes byggeklossene likt?	Avvik mellom kostnadsestimat og kostnadsprognose faller innenfor eller utenfor nøyaktighetsgrad for estimatklasse 4.
<b>FS3</b>	Har indeksjustering av byggeklossene med byggekostnadsindeks for veganlegg gitt mindre nøyaktige kostnadsestimat i tidligfase?	Avvik mellom kostnadsestimat og kostnadsprognose faller innenfor eller utenfor nøyaktighetsgrad for estimatklasse 4.

<b>FS4</b>	Dersom kostnadsestimatenes manglende nøyaktighet ikke skyldes forholdene omtalt i øvrige forskningsspørsmål, hva kan andre mulige årsaker være?	Avvik kan ikke forklares av forskningsspørsmål FS1-FS3.
------------	---	---

**FS1** med underspørsmål skal bidra med kunnskap om hvorvidt manglende oppdatering av byggeklossene med nyere erfaringskostnader påvirker treffsikkerhet på ulike jernbanetiltak. Spørsmålet vil i hovedsak bli forsøkt besvart gjennom en kvantitativ analyse, supplert med intervjuer og en litteraturstudie. Forskningsspørsmålet er forsøkt besvart gjennom to underliggende spørsmål, der hensikten er å synliggjøre hvor treffsikker bruken av byggeklossmetoden er for både større og mindre infrastrukturtiltak.

**FS2** med underspørsmål skal bidra til å svare ut om bruken av byggeklossmetoden påvirker presisjonen på kostnadsestimatene.

**FS3** skal bidra med kunnskap om gjeldende praksis med indeksjustering av kostnader med utgangspunkt i byggekostnadsindeks for veganlegg gir presise kostnadsestimat, eller om det er grunnlag for å vurdere bruk av andre byggekostnadsindekser.

Det er ikke gitt at byggeklossmetodens nøyaktighetsgrad bestemmes av forholdene som dekkes av forskningsspørsmål FS1-FS3. **FS4** har derfor til hensikt å svare ut om det eventuelt kan være andre årsaker til manglende presisjon på kostnadsestimat utarbeidet ved hjelp av byggeklossmetoden.

At indikator for de tre første forskningsspørsmålene er lik, skyldes det at et resultat kan ha ulike eller sammensatte bakenforliggende årsaker, der de ulike årsakene kan ha samme konsekvens for kostnadsestimatenes presisjon. De bakenforliggende årsakene blir i sentrale for å koble resultat til de ulike forskningsspørsmålene.

Gjennom svar på forskningsspørsmålene over vil sektoren få økt kunnskap om hvorvidt byggeklossmetoden fremdeles er presis og relevant for bruk til kostnadsestimering i tidligfase, eller om det er behov for endringer i metoden. Økt kunnskap kan bidra til å bedre kostnadsestimat for jernbanetiltak i tidlig fase, og slik redusere omfang av uventet kostnadsvekst i de påfølgende forprosjekt- og gjennomføringsfasene.

### 1.3 Studiens omfang og avgrensning

For å besvare forskningsspørsmålene anvendes tre metoder: en litteraturstudie, en kvantitativ analyse, samt intervjuer. De tre framgangsmåtene er anvendt for å utfylle hverandre og sammen bidra til å besvare forskningsspørsmålene.

Litteraturstudien beskriver mekanismer for kostnadskontroll, kostnadsutvikling i infrastrukturprosjekter, estimeringsmetodikk i tidligfase, samt bakgrunn og oppbygging av byggeklossmetoden.

Den kvantitative analysen innebærer utarbeidelse og sammenligning av kostnadsestimat utarbeidet ved hjelp av byggeklossmetoden. Analysen tar for seg et utvalg infrastrukturtiltak ferdigstilt eller igangsatt fra og med 2015. Denne avgrensningen er begrunnet med at nyere lovpålagte eller tekniske krav kan ha påvirket tiltakenes kostnad sammenlignet med enn eldre tiltak. Prosjekter med byggestart fra og med 2022 er ikke del av analysen. Dette er begrunnet med at nyere tiltak vil ha kommet for kort i

gjennomføringsfasen til at kostnadsprognosen framstår sikker. Den kvantitative analysen omfatter fire store infrastrukturtiltak og syv mindre infrastrukturtiltak.

Antallet infrastrukturtiltak som er studert er begrenset for å unngå et omfang av analyser som går utover det studien tillater av tids- og ressurs hensyn. Et begrenset antall studerte infrastrukturprosjekter vil kunne øke usikkerheten knyttet til resultatene.

Det ble gjennomført intervjuer med fire ressurser innen jernbanesektoren. Ressursene hadde samlet kompetanse innen kostnadsestimering, gjennomføring av utredninger, samt oppfølging og gjennomføringer av prosjekter. Antallet intervjuobjekter ble begrenset av tilgjengelig tid i arbeidet med studien, samt av begrenset respons og tilgjengelighet for relevante ressurser.

Denne studien er begrenset til byggeklossmetoden for kostnadsestimering av jernbaneinfrastruktur i tidligfase. Studien tar derfor ikke for seg egenskaper eller egnethet for andre estimeringsmetoder for tilsvarende eller senere faser i et prosjekt.

Studien vil berøre hvilke byggeklosser som foreligger, hvordan de er bygget opp og potensielle svakheter de har. Studien er ikke omfattende nok til å anbefale eventuelt nye byggeklosser eller hvilken pris eksisterende byggeklosser bør ha. Tilsvarende vil studien kunne indikere kostnadsøkning og mulige årsaker i enkelte analyserte prosjekter, men hvorvidt og hvorfor en kostnadsvekst faktisk har funnet sted vil kreve nærmere analyser.

Som omtalt i innledningen justeres byggeklossenes kostnad hvert år etter SSB sin byggekostnadsindeks for veganelgg (Statistisk sentralbyrå, 2023). Som del av studien er det ikke gjort en nærmere vurdering av om andre kostnadsindekser kan være bedre egnet, eller om det eventuelt er behov for egne indekser for jernbaneanlegg. Studien kan likevel gi en indikasjon på hvorvidt gjeldende praksis er egnet eller ei.

## 1.4 Rapportens oppbygging

Oppgavens oppbygging og en sammenfatning av innhold i hvert kapittel er vist i Tabell 1.

**Tabell 1: Masteroppgavens oppbygging og beskrivelse av kapitlenes innhold.**

Kapittel	Beskrivelse
1 Innledning	Kapittelet presenterer studiens bakgrunn, forskningsspørsmålene, studiens omfang og avgrensning, samt disposisjon.
2 Metode	Det redegjøres for hvilke forskningsmetoder som er anvendt i studien og framgangsmåten som er anvendt.
3 Litteraturstudie	Studiens teoretiske grunnlag for besvarelse av forskningsspørsmålene.
4 Resultater	Kapittelet presenterer resultatene fra studiens kvantitative analyse og intervjuene.
5 Drøfting	Kapittelet inneholder en drøfting av hvordan materialet i de foregående kapitlene kan vurderes og knyttes til studiens forskningsspørsmål.
6 Oppsummering	Kapittelet inkluderer studiens konklusjoner og anbefalinger.
Referanseliste	Alfabetisk oversikt over alle referanser i rapporten.
Vedlegg	Omfatter oversikt over foreliggende byggeklosser, hvilke infrastrukturtiltak som har blitt indentifisert som aktuelle å analysere i denne studien, dokumentasjon av gjennomførte

	kostnadsestimat i den kvantitative analysen, intervjuskriv og intervjuguide.
--	--



## 2 Metode

### 2.1 Introduksjon til kapitlet

Dette kapitlet redegjør for de ulike metodene som er anvendt for å svare ut forskningsspørsmålene i denne masteroppgaven. Dette inkluderer blant annet en gjennomgang av litteratursøk, samt oppbygging av den kvantitative analysen og intervjuene. Hensikten med kapitlet er å beskrive framgangsmåten i en slik detalj at andre vil være i stand til å reprodusere oppgavens resultater (Furseth & Everett, 2020, s. 147). Fordeler og ulemper ved studiens metodikk er nærmere omtalt i kapittel 5.6.

### 2.2 Litteraturstudie

Rapportens litteraturstudie omtaler og presenterer teori relevant for besvarelse av forskningsspørsmålene. Litteratur er innhentet fra litteraturdatabaser beskrevet i kapittel 2.2.1, der søk er utformet for å innhente litteratur som kan være relevant for studien. Framgangsmåte for søk er nærmere beskrevet i kapittel 2.2.2. Studien lener seg også på litteratur fra andre kilder enn litteraturdatabasene. Hva slags kilder dette berører og litteraturen det gjelder er nærmere beskrevet i kapittel 2.2.3.

#### 2.2.1 Anvendte litteraturdatabaser

Til innhenting av relevant litteratur er det utført litteratursøk i enkelte utvalgte litteraturdatabaser. Alle søk er foretatt på engelsk. Litteratursøket er gjort i databasene Scopus, Web of Science og Google Scholar. Disse databasene er anvendt grunnet deres tilgang til forskningslitteratur og at søk i ulike databaser øker sannsynligheten for å finne litteratur relevant for studien.

Scopus inneholder sammendrag og siteringer av kvalitetssikrede akademiske kilder (Furseth & Everett, 2020, s. 80), mens Web of Science er en siteringsdatabase (*Web of Science - NTNU Universitetsbiblioteket*). Google Scholar inneholder også litteratur som ikke er kvalitetssikret, og kan returnere et stort antall treff. I de tilfeller litteratursøk i Google Scholar har returnert et betydelig antall søketreff har kartlegging av treff blitt begrenset til de første fire sidene.

#### 2.2.2 Framgangsmåte litteratursøk

Under beskrives framgangsmåte for litteratursøket, hva det er søkt etter, samt hvilke resultater de medførte.

Det ble gjennomført litteratursøk på tre ulike tidspunkt i studien. Felles for søkene var at de forsøkte kartlegge relevant litteratur knyttet til estimeringsmetoden denne studien omfatter og bruk av estimeringsmetoder innen jernbane-, infrastruktur- og ingeniørfag.

Litteratursøkene ble utført etter følgende framgangsmåte:

##### **1. Søk i litteraturdatabasene:**

Søk ble innledet med å utarbeide søkestrenger i litteraturdatabasene. Om nødvendig ble det gradvis lagt til operatorer for å avgrense søket til relevante tema. Om nødvendig ble det utført flere søk, avhengig av hva slags litteratur det ble søkt etter.

**2. Utvelgelse av kilder basert på deres tittel:**

Basert på tittel ble søketreff som ikke var relevante for studien forkastet.

**3. Sortering av kilder basert på deres sammendrag:**

For litteratur kartlagt i foregående trinn ble sammendrag gjennomgått. Der sammendrag viste at søketreff ikke var relevante for studien ble treffet forkastet.

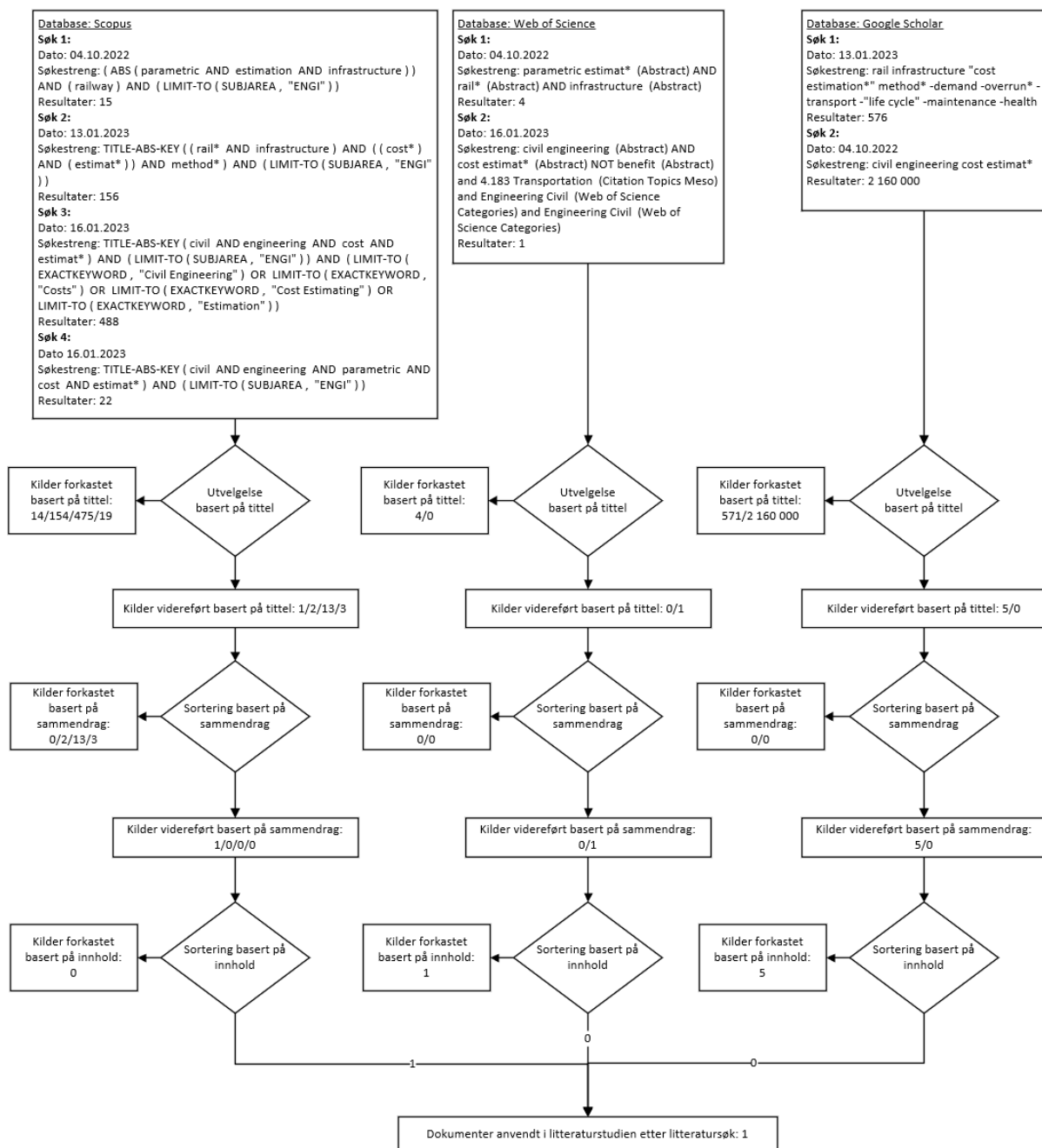
**4. Sortering av kilder basert på deres innhold:**

Der sammendrag indikerte relevans for studien ble øvrige deler av søketreffet gjennomgått. I de tilfeller der øvrig innhold indikerte manglende relevans for denne studien ble kilden forkastet. Resterende litteratur ble anvendt i litteraturstudien.

Flytskjema for litteratursøket, med antallet treff og forkastede kilder, er vist i Figur 1.

I flere tilfeller var søketreff fra litteratursøkene ikke tilgjengelig gjennom de anvendte litteraturløstene eller andre, åpne kilder. Dette har vært med på å begrense utvalget av relevant litteratur til bruk i litteraturstudien.

Der litteratur anvendt i litteraturstudien refererer til annen litteratur som framstår relevant, er det gjort en gjennomgang av disse referansene. I ett tilfelle har en slik referanse også blitt anvendt i litteraturstudien.



**Figur 1 – Flytskjema som illustrerer framgangsmåte for litteratursøk, samt kartlegging og utvelgelse litteratur relevant for studien.**

### 2.2.3 Andre anvendte kilder i litteraturstudien

I tillegg til litteratur framskaffet gjennom søk i litteratordatabaser er det fra andre kilder innhentet litteratur relevant for studien. Slike kilder kan inndeles i følgende kategorier:

1. Veiledere, standarder og anbefalt praksis for kostnadsestimering og statens prosjektmodell for store investeringer.
2. Teknisk eller faglig grunnlag nødvendig for å gjennomføre studien.
3. Artikler eller annen faglitteratur relatert til temaet.
4. Andre masteroppgaver relatert til temaet.

Innen første kategori faller blant Finansdepartementets (Finansdepartementet, 2008b) og Jernbanedirektoratets veileder for kostnadsestimering (Jernbanedirektoratet, 2019b), Bane NOR sin prosedyre for kostnadsestimering (Bjørgum, 2020), samt utvalgte veiledere fra ACEI sine «Recommended Practices» for kostnadsestimering (ACE International, 2023b), med flere.

Innen den andre kategorien faller kilder som tidligere er utarbeidet av eller for Jernbanedirektoratet, Bane NOR, Jernbaneverket. Disse er relatert til utredninger eller prosjekter under planlegging eller bygging. Slike kilder har vært tilgjengelig gjennom virksomhetenes nettsider, fra virksomhetenes arkiver, men i enkelte tilfeller også i form av upubliserte kilder fra prosjektene.

Tredje kategori dekker litteratur relevant for oppgaven som ikke har kommet fram av litteratursøket omtalt i kapittel 2.2.1. Kilder inkluderer Finansdepartementet sitt Concept-program, men også kilder identifisert gjennom søk på Google og ACEI sin nettside (ACE International, 2023c).

Til slutt er det også gjort søk etter masteroppgaver som berører studiens tema på *NTNU Open* (2023). Det er anvendt søkestrenger tilpasset denne studien, slik som:

- «estimering jernbane»
- «kostnadsutvikling»

## 2.3 Kvantitativ analyse – etterprøving av kostnadsestimat

Flere av studiens forskningsspørsmål berører hvor presise kostnadsestimat byggeklossmetoden kan produsere. I den kvantitative analysen er det derfor utarbeidet ulike kostnadsestimat ved hjelp av byggeklossmetoden, der disse sammenlignes med faktiske kostnader eller kostnadsprognoser for samme tiltak.

Innledningsvis i analysen er det gjort en kartlegging av større og mindre gjennomførte eller igangsatte infrastrukturtiltak. Kartlagte tiltak er silt ned til et håndterbart antall tiltak til bruk i analysen. Prosess for utvelgelse er nærmere beskrevet i kapittel 2.3.1.

Kostnadsestimatene er utarbeidet for tiltak der byggeklossmetoden har og ikke har blitt anvendt i tidligere utredninger. Framgangsmåten for estimeringen er omtalt i kapittel 2.3.2. Der analysen avdekker et eventuelt avvik mellom kostnadsestimat og kostnadsprognose eller faktisk kostnad er årsak forsøkt undersøkt nærmere. Kostnadsprognose tilsvarer en forventet sluttkostnad, og foreligger for tiltak som er under bygging eller der det enda pågår visse aktiviteter tilknyttet prosjektet. Faktisk kostnad foreligger for tiltak der all anleggsaktivitet og administrativt arbeid er avsluttet. Faktisk kostnad kan foreligge først flere år etter ibrugtagelse.

For å bedømme byggeklossmetodens nøyaktighetsgrad for ulike framgangsmåter er det til slutt foretatt en sammenligning mellom studiens ulike kostnadsestimat og kostnadsprognose/faktisk kostnad. Der analysen avdekker eventuelle avvik avhengig av framgangsmåte er konsekvens undersøkt nærmere. Framgangsmåte for sammenligningen er beskrevet i kapittel 2.3.3.

Byggeklossmetoden ble utarbeidet i utredninger der alternativene som ble studert i all hovedsak innebar ny infrastruktur. Hovedvekten av de gjennomførte estimatene har derfor berørt store infrastrukturprosjekter på InterCity-strekningene. Siden det foreligger en tidligere konseptvalgutredning for flere av de store tiltakene, er det også utarbeidet et oppdatert kostnadsestimat basert på grunnlaget fra KVV InterCity (Bane NOR, 2012). Denne delen av analysen er utført for å bedre synliggjøre om byggeklossmetodens nøyaktighetsgrad varierer avhengig av bruk, og om det eventuelt er andre årsaker som kan forklare kostnadsveksten som har vært siden KVV InterCity. Dette er nærmere omtalt i kapittel 2.3.2.3.1

Selv om byggeklossmetoden ble utformet for kostnadsestimering av ny infrastruktur, har metoden også vært anvendt til å utrede mindre infrastrukturtiltak som krever ombygging av eksisterende infrastruktur. Den kvantitative analysen omfatter derfor også kostnadsestimat for mindre, gjennomførte infrastrukturtiltak. Som for store tiltak sammenlignes kostnadsestimat med faktisk eller forventet kostnad. Hensikten er å synliggjøre presisjonen på spesifikke byggeklosser. Framgangsmåten er nærmere beskrevet i kapittel 2.3.2.3.2

### 2.3.1 Identifisering og valg av infrastrukturtiltak

Som omtalt i kapittel 1.3 er analysen begrenset til infrastrukturtiltak med byggestart eller ibrugging<sup>1</sup> etter 2015. Avgrensningen har i hovedsak bakgrunn i at nyere tiltak kan være påvirket av endrede lovkrav eller tekniske krav som eldre tiltak ikke har vært påvirket av, der endringen av krav kan ha påvirket kostnaden. Avgrensningen er også en følge av at det fra byggeklossene ble etablert til 2015 ble gjennomført et svært begrenset antall infrastrukturtiltak.

Utvalget inkluderer også store infrastrukturtiltak som ikke er ferdigstilt. I slike tilfeller er delene av tiltaket som medfører størst grad av usikkerhet vurdert å ha kommet tilstrekkelig langt til at kostnadsprognose kan anvendes som sammenligningsgrunnlag. Så lenge tiltakene ikke er ferdigstilt er det ikke gitt at kostnadsprognosen vil samsvare med sluttkostnad etter ferdigstilling. Dette representerer en sårbarhet for studiens resultater. Uten inkludering av pågående tiltak ville utvalget av store tiltak egnet for analysen vært svært begrenset, og det ville heller ikke gjenstå store tiltak der byggeklossmetoden ble anvendt i tidligfase. Et så begrenset utvalg ville gjort resultatet mer sårbart. For å ta høyde for en mulig kostnadsvekst fram til ferdigstilling er det derfor forsøkt kompensert for den usikkerhet gjenstående arbeid kan representere. Slik kompensasjon er nærmere omtalt i kapittel 2.3.2.3.3.

---

<sup>1</sup> Ibrugging angir tidspunkt for når et togtilbud settes i trafikk på ny infrastruktur. Ferdigstilling representerer tidspunkt for når all anleggsaktivitet eller administrative oppgaver tilknyttet tiltaket er sluttført. Ferdigstilling vil derfor skje etter ibrugging.

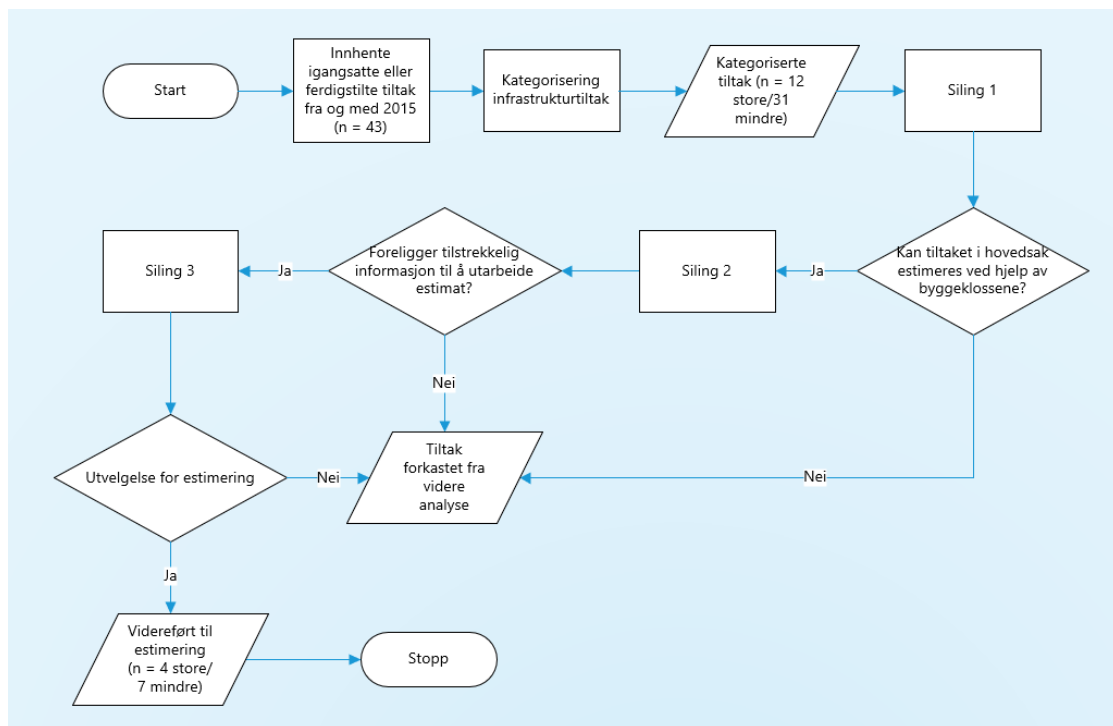
Prosess for identifisering og utvelgelse av infrastrukturtiltak til bruk i studiens kvantitative analyse er vist i Figur 2, og har bestått av følgende trinn:

### 1. Innhente oversikt over infrastrukturtiltak:

Det er utarbeidet en oversikt over infrastrukturtiltak som er igangsatt eller har hatt ibrugtagelse fra og med 2015 over jernbanens investeringsbudsjett. Oversikten er gjennomgått med Bane NOR. Innhentet oversikt over infrastrukturtiltak utgjør til sammen 43 infrastrukturtiltak eller prosjekter. Fornyelsestiltak er ikke del av studien, med bakgrunn i at slike tiltak i all hovedsak omfatter mindre utbedring av eksisterende infrastruktur og i liten eller ingen grad kan representeres av byggeklossene.

### 2. Kategorisering infrastrukturtiltak:

Infrastrukturtiltak er kategorisert etter størrelse og art i henholdsvis «Store prosjekter» og «Mindre prosjekter», der førstnevnte inkluderer prosjekter over terskelverdi for konseptvalgutredning (Finansdepartementet, 2019b). Kategoriseringen innebærer inndeling i 12 store infrastrukturtiltak og 31 mindre infrastrukturtiltak eller samlinger av mindre tiltak.



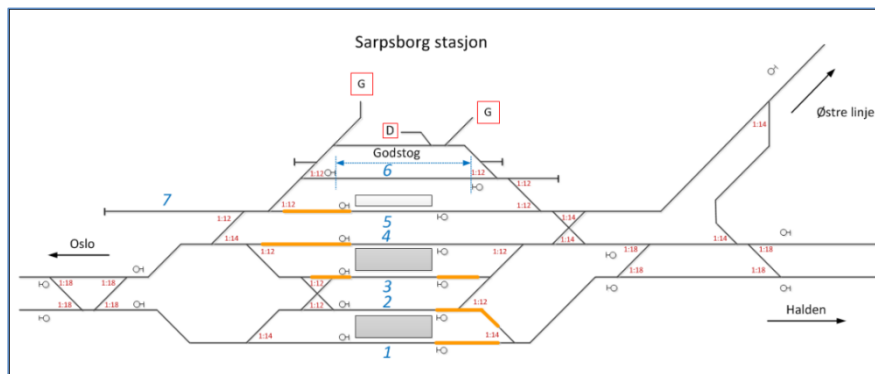
**Figur 2 - Prosessbeskrivelse for innhenting, kategorisering og siling av infrastrukturtiltak til studiens kvantitative analyse.**

### 3. Første siling av infrastrukturtiltak:

Det foreligger byggeklosser kun for gitte elementer i infrastrukturen (se nærmere omtale i kapittel 3.5.3). For å kunne utarbeide kostnadsestimat med byggeklossmetoden er det derfor gjort en siling av infrastrukturtiltak. Tiltak som i liten eller ingen grad kan representeres med byggeklossene tilgjengelig i direktoratets verktøy for kostnadsestimering er silt ut. Silingen er basert på prosjektbeskrivelsen til det enkelte tiltak. Se vedlegg 3 for angivelse av hvorvidt tiltak kan representeres ved hjelp av gjeldende byggeklosser. I vedlegget angir

«V» stor grad av samsvar mellom elementer i tiltaket og byggeklossene, mens «X» markerer manglende samsvar. Tiltaket markert med «V/X» indikerer at enkelte elementer i tiltaket har samsvar med byggeklossene, men ikke alle. Kun tiltak som i vedlegg 3 er angitt med «V» er videreført.

Tiltak som er silt ut omfatter blant annet store og unike stasjoner, godsterminaler, anlegg for togparkering, elektrifisering eller plattformheving. For slike tiltak vil annen estimeringsmetode enn byggeklossmetoden være nødvendig, eller at det utvikles egne byggeklosser tilpasset disse elementene. Så lenge studien tar for seg byggeklossmetoden framstår førstnevnte som uhensiktsmessig, mens sistnevnte går utover hva som er mulig med tanke på tid i denne studien. Illustrasjon for et tiltak det ikke foreligger byggeklosser for er vist i Figur 3.



**Figur 3 – Eksempel på en kompleks stasjon det ikke foreligger byggekloss for. Tiltak med elementer som i liten eller ingen grad kan representeres ved hjelp av byggeklossene er silt ut i trinn 3. (Jernbaneverket, 2016a, s. 157).**

Store tiltak der realisert løsning er vesentlig forskjellig fra tidligere utredet løsning er også silt ut for å gi mer sammenlignbare resultater. Dette gjelder for eksempel der realisert løsning innebærer en helt annen korridor enn utredet løsning. Etter første siling gjensto seks store og 17 mindre tiltak som i hovedsak kan representeres ved hjelp av byggeklossene.

#### 4. Andre siling av infrastrukturtiltak:

I andre siling er det vurdert om det foreligger tilstrekkelig offentlig informasjon til å utarbeide kostnadsestimat for tiltaket. Dersom informasjon ikke foreligger siles tiltaket ut. Etter andre siling gjenstår seks store og 14 mindre tiltak.

#### 5. Utvelgelse av infrastrukturtiltak:

Av de seks store og 14 mindre tiltakene er det valgt ut fire store og syv mindre infrastrukturtiltak, hvorav sistnevnte består av fem stasjoner og to kryssingssporforlengelser. Størrelse på utvalget ble diskutert med veileder. Størrelsen på utvalget av tiltak det er utarbeidet kostnadsestimat for er begrenset av hensyn til tilgjengelig tidsbruk i denne studien.

Hvilke infrastrukturtiltak som er videreført til kostnadsestimering i den kvantitative studien kommer fram av Tabell 2.

**Tabell 2 – Utvalg av tiltak det utarbeides kostnadsestimat for i den kvantitative studien.**

<b>Store tiltak</b>	<b>År ibruktagelse</b>
Farriseidet – Porsgrunn på Vestfoldbanen	2018
Nykirke – Barkåker på Vestfoldbanen	2025
Venjar – Langset på Gardermobanen og Dovrebanen	2023
Kleverud – Sørli – Åkersvika på Dovrebanen	2027
<b>Mindre tiltak</b>	<b>År ibruktagelse</b>
Reinsvoll stasjon på Gjøvikbanen	2022
Monsrud kryssingsspor på Gjøvikbanen	2022
Nittedal stasjon på Gjøvikbanen	2022
Skarnes stasjon på Kongsvingerbanen	2022
Sørumsand stasjon på Kongsvingerbanen	2019
Evanger stasjon på Bergensbanen	2022
Kvam kryssingsspor på Dovrebanen	2020

## 2.3.2 Prosessbeskrivelse kostnadsestimering

### 2.3.2.1 Anvendt grunnlag

For å utarbeide kostnadsestimat er grunnlaget kartlagte under den tidligere silingen nærmere gjennomgått. Dersom ytterligere kilder er identifisert er disse også innhentet. Grunnlag som skal representere tiltakenes byggefase i kostnadsestimeringen består av:

- Teknisk grunnlag fra reguleringsplanfasen, eller senere fase der dette har vært tilgjengelig. Dette inkluderer:
  - o Plan- og profiltegninger eller konstruksjonstegninger, innhentet fra kommunale planregistre eller Bane NOR sine nettsider for det enkelte tiltak.
  - o Rapporter som dokumenterer hvordan tiltaket er planlagt gjennomført og der teknisk gjennomførbarhet er beskrevet. Dette inkluderer geotekniske vurderinger innhentet fra kommunale planregistre eller Bane NOR sine nettsider for det enkelte tiltak, der dette har vært tilgjengelig.
  - o Kilder som Network Statement (Bane NOR), Strekningsoversikt (Bane NOR) eller S-sirkulærer (Bane NOR) for år der tiltak hadde ibruktagelse.
- Flyfoto og kartdata fra Finn og Bane NOR sine karttjenester fra tidspunkt før, under og etter gjennomføring av tiltaket. Informasjon er anvendt for å måle utstrekning på elementer i tiltakene og bedømme omfang av arbeider i gjennomføringsfasen.
- Løsmassekart fra NGU sin karttjeneste, som grunnlag for vurdering av grunnforhold.
- Det har blitt anvendt video-opptak som dokumenterer hvordan anlegget er bygget eller bygges der dette har vært tilgjengelig. Dette inkluderer videoer fra Bane NOR sine prosjektsider eller YouTube.

Bruk av grunnlag fra reguleringsplanfasen har begrenset detaljgraden i vurderingen av hvordan tiltak er gjennomført. For eksempel blir grunnforhold gjerne kartlagt nærmere under byggeplanfasen, før en påtreffer eventuelle utfordringer med grunnforhold under byggefasen. For tiltakene studien har utarbeidet kostnadsestimat for kan det derfor ha blitt avdekket eller oppstått komplikasjoner under gjennomføringen som tidligere grunnlag ikke fanget opp. Dette kan svekke presisjonen på kostnadsestimatene. Der flyfoto eller annet grunnlag viser at et tiltak er endret i forhold til løsning lagt til grunn i reguleringsplan har endringen blitt hensyntatt i kostnadsestimatet.



For tiltakene der det tidligere er gjennomført konseptvalgutredning er det innhentet grunnlag fra utredningen som dokumenterer hvordan det enkelte tiltak ble estimert. For konseptvalgutredningen for InterCity-strekningene innebærer dette kostnadsberegninger for Dovrebanen (Rambøll, 2012a) og Vestfoldbanen (Rambøll, 2012b).

### **2.3.2.2 Verktøy anvendt**

Kostnadsestimering er utarbeidet i Jernbanedirektoratet sitt Excel-baserte verktøy for kostnadsestimering og er utført i henhold til direktoratet sin (*Veileder - kostnadsestimering i tidligfase*, 2019). Hvordan dette verktøyet skal anvendes er gitt av direktoratets (*Brukerveiledning for "MAL kostnadsestimering"*). Kostnadsestimatene er utarbeidet over en periode på om lag 3,5 måned.

Jernbanedirektoratet sitt verktøy er laget for utarbeidelse av kostnadsestimat i tidligfase. Verktøyet er derfor begrenset til utarbeidelse av kostnadsestimat innen estimatklasse 4 eller 5. Siden den kvalitative analysen tar for seg tiltak som enten er bygget eller er under bygging, kunne dette tilsa utarbeidelse av kostnadsestimat innen estimatklasse 1 eller 2. For den kvalitative analysen er estimatklasse 4 likevel anvendt, siden dette er den høyeste estimatklassen tilgjengelig i Jernbanedirektoratet sitt verktøy.

Hva de ulike estimatklassene innebærer og hvordan de påvirker forventet kostnad er nærmere omtalt i kapittel 3.4.4 og 3.5.4.

### **2.3.2.3 Studiens ulike kostnadsestimat**

#### **2.3.2.3.1 Kostnadsestimat for store infrastrukturtiltak**

For flertallet av store tiltak er det utarbeidet flere kostnadsestimat. Estimatenes representanter slik tiltakene er bygget eller bygges, og dersom tiltaket var del av KVV InterCity er det også utarbeidet et estimat slik tiltakene ble utredet. Formål for de ulike estimatene kommer fram under deres nærmere omtalen under.

For store tiltak kan variantene av kostnadsestimat beskrives som følger:

1. Estimat av tiltak slik det er bygget, med «hele» byggeklosser.
2. Estimat av tiltak slik det er bygget, men med «justerte» byggeklosser.
3. Estimat basert på grunnlag fra KVV InterCity, med bruk av korreksjonsfaktorer.
4. Estimat basert på grunnlag fra KVV InterCity, kun med bruk av middels korreksjonsfaktor.

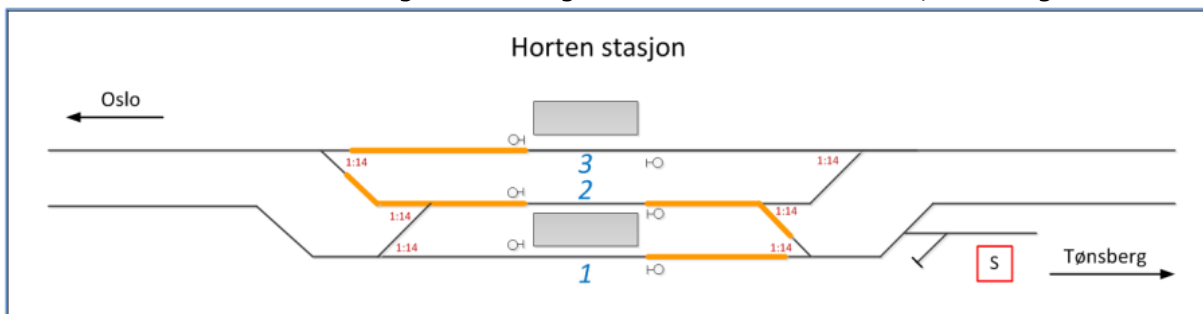
Det er i tillegg beregnet en forventet kostnad for tiltakene i KVV InterCity utenfor verktøyet. Dette er nærmere beskrevet senere i delkapittelet.

Formålet med de to første kostnadsestimatene er å framskaffe kunnskap om hvor presise kostnadsestimat utarbeidet ved hjelp av byggeklossmetoden er sammenlignet kostnadsprognose/faktisk kostnad. Et avvik vil indikere at prisen på byggeklossene kan være unøyaktig, som kan bety at manglende oppdatering med nyere erfaringstall er av avgjørende betydning.

I kostnadsestimat med «hele byggeklosser» er byggeklossene brukt slik de er definert og tilgjengelig i Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering. For eksempel har byggeklossene for stasjoner en elementlengde på én kilometer. Byggeklossen anvendes da slik, uavhengig av om en stasjon i det faktiske tiltaket har en slik utstrekning.

I estimat med «tilpassede byggeklosser» er det forsøkt kompensert for manglende samsvar mellom byggekloss og faktisk utførelse for stasjoner. For stasjoner er nye

Horten stasjon på prosjektet Nykirke – Barkåker et relevant eksempel. Stasjonen bygges med tre spor til plattform som illustrert skjematisk i Figur 4. Selve stasjonen med plattformer har en elementlengde vesentlig kortere enn én kilometer, samtidig som det i



**Figur 4 – Skjematisk sporplan for Horten stasjon på Skoppum vest (Jernbaneverket, 2016a, s. 142).**

nordenden av plattformene ligger en bru med tre spor (Aas-Jakobsen, 2017, s. 15). Det foreligger ikke byggeklosser for stasjoner med tre spor, men kun byggeklosser for stasjoner med to eller fire spor, der et eksempel på sistnevnte er vist i Figur 5.

For kostnadsestimatet med «justerte byggeklosser» er enkelte byggeklosser derfor tilpasset slik at de bedre representerer tiltaket slik det bygges. For Horten stasjon er det derfor tatt utgangspunkt i deler av byggekloss for en tospors stasjon for å kompensere for at den faktiske stasjonen har en elementlengde kortere enn en kilometer. Videre er det for denne stasjonen lagt til en halvpart av samme stasjonsbyggekloss som omtalt over, slik at de to byggeklossene i sum representerer en tresporsstasjon. I forlengelsen av stasjonsbyggeklossene er andre byggeklosser anvendt for å beskrive tilgrensende elementer. Denne problemstillingen gjelder to av de store tiltakene i analysen. Formålet med dette estimatet er å kartlegge i hvilken grad den generiske utformingen og begrensede bredden av stasjonsbyggeklosser påvirker nøyaktigheten på kostnadsestimat for store tiltak.

For kostnadsestimatene som representerer «som bygget» er det benyttet byggeklosser for grunnverv. I valget mellom byggeklossene for bynært eller landlig grunnverv er det gjort en skjønnsmessig vurdering basert på kartdata. Det er ikke verifisert i hvilken grad kostnad for grunnverv samsvarer med faktisk kostnad i tiltakene.

Tre av fire store tiltak det er utarbeidet kostnadsestimat for var del av konseptvalgutredningen for InterCity-strekningene (Bane NOR, 2012). For disse tiltakene er det utarbeidet to ulike kostnadsestimat i Jernbanedirektoratet sitt verktøy. Disse estimatene er i resterende deler av studien omtalt KVVU-estimat. KVVU-estimatene er bygget opp av de samme byggeklossene som ble anvendt i konseptvalgutredningen så langt disse er tilgjengelig i direktoratet sitt verktøy. Der byggekloss ikke være tilgjengelig er det tatt utgangspunkt i nærmeste tilgjengelige byggekloss. Formålet med KVVU-



**Figur 5 - Prinsippskisse som illustrerer stasjonsutforming lagt til grunn for flere store stasjoner i KVVU InterCity (Jernbaneverket, 2011b, s. 16), der utformingen tilsvarer byggeklossene for stasjoner med fire spor.**

estimatene er å framskaffe kunnskap om estimat som representerer tidligfase eventuelt har andre resultat med tanke på nøyaktighet i forhold til estimat for bygget tiltak.

Første KVVU-estimat innebærer aktiv bruk av korreksjonsfaktorer, mens det andre innebærer at alle korreksjonsfaktorer er satt til «middels». I førstnevnte er korreksjonsfaktorer satt tilsvarende som i estimat som representerer bygget anlegg, så lenge det i stor grad er samsvar mellom bruk og plassering av byggekloss. Der det ikke er samsvar er korreksjonsfaktor satt etter egen vurdering med bakgrunn i konseptanalysen sitt grunnlag. Sistnevnte KVVU-estimat er begrunnet med at det i grunnlaget fra KVVU InterCity kommer fram at «Det ikke er benyttet korreksjonsfaktorer siden dette ikke er bakt inn i modellen» (Norconsult, 2012a, s. 6). Det var derfor ønskelig å vurdere hvorvidt manglende justering med korreksjonsfaktor påvirket resultatet, særlig siden det kan være krevende å vurdere gjennomførbarhet i tidligfase.

For Kleverud – Åkersvika ble det i KVVU InterCity benyttet påslag for grunnerverv for enkelte av delstrekningene. For å inkludere kostnaden for grunnerverv i estimatet er påslaget i KVVU indeksjustert og lagt til studiens basisestimat. Dette er gjort for å gjøre forventet kostnad mer sammenlignbart med studiens estimat som representerer bygget tiltak. For konseptene som inkluderer Venjar – Langset (Rambøll, 2012a, s. 7) og Nykirke – Barkåker (Rambøll, 2012b, s. 7) er det i konseptvalgutredningen ikke oppgitt kostnader for grunnerverv. Kostnad for grunnerverv er derfor holdt utenfor studiens KVVU-estimat for disse to tiltakene.

Kostnadsestimatene i KVVU InterCity inkluderer også påslag for fjerning av eksisterende spor. I Jernbanedirektoratets verktøy foreligger det ingen byggekloss for dette. I de tilfeller påslag er oppgitt i KVVU InterCity, er indeksjustert kostnad lagt til basisestimat i KVVU-estimatene etter samme framgangsmåte som påslag for grunnerverv.

Der det er lagt til påslag for grunnerverv og fjerning av spor i KVVU-estimatene er det beregnet en forventet kostnad for tiltakene etter samme framgangsmåte som Jernbanedirektoratet sitt estimeringsverktøy bruker (se kapittel 3.5.4).

I Jernbanedirektoratets estimeringsverktøy har middels korreksjonsfaktor en standardverdi på 1,3. Sammenlignet med bruk av en mer nøytral verdi vil bruken av middels korreksjonsfaktor derfor medføre en heving av kostnad for elementet og forventet kostnad. Dette kan gi utslag for korreksjonsfaktorer som er vektet høyt. Med bakgrunn i at korreksjonsfaktorer ikke var del av byggeklossmodellen da KVVU InterCity ble utarbeidet, er det derfor også gjort en beregning som tar utgangspunkt i basisestimat for de samme tiltakene i konseptvalgutredningen. Her er basiskostnaden fra KVVU indeksjustert til 2021-kr, før det er beregnet en forventet verdi etter samme framgangsmåte som anvendes i Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering (kapittel 3.5.4). Den beregnede forventningsverdien gir en bedre representasjon for forventet kostnad for tiltakene i KVVU InterCity, da det vil synliggjøre eventuelle konsekvenser av manglende bruk av korreksjonsfaktor i konseptvalgutredningen. Den beregnede verdien vil også synliggjøre om Jernbanedirektoratet sitt verktøy gir bedre nøyaktighet enn hva som var tilfelle da konseptvalgutredningen ble utarbeidet. Videre vil framgangsmåten kompensere for at det i KVVU InterCity ble gjennomført usikkerhetsanalyse, slik at forventet tillegg i studiens beregning blir av en samme prosentvis størrelse som for KVVU-estimatene.

De ulike KVVU-estimatene må sees i lys av at flere tiltak som ble utredet i KVVU InterCity har opplevd en kostnadsvekst i de påfølgende fasene (Riksrevisjonen, 2020, s. 31).

### 2.3.2.3.2 Kostnadsestimat for mindre infrastrukturiltak

Som omtalt i kapittel 2.3.1 kan de mindre tiltakene kan deles inn i mindre stasjonstiltak og kryssingsspor. For mindre tiltak er kostnadsestimat langt på vei utarbeidet etter samme framgangsmåte som for store infrastrukturiltak, men med færre varianter. Dette skyldes at det ikke foreligger KVVU for de mindre tiltakene det er utarbeidet kostnadsestimat for.

Kostnadsestimatene for stasjoner omfatter:

1. Estimert basert på «hele» byggeklosser.
2. Estimert basert på «tilpassede» byggeklosser.

For kryssingsspor omfatter estimatene:

1. Estimert basert på løpemeterpris.
2. Estimert basert på utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor.
3. Estimert basert på stykkpris.

En unøyaktig pris på en gitt byggekloss vil ikke nødvendigvis være mulig å identifisere i store tiltak, der en enkelt byggekloss normalt vil utgjøre en mindre andel av tiltakets kostnad. Denne delen av analysen er derfor ment å synliggjøre hvor nøyaktig kostnaden er på enkeltbyggeklosser. Analysen av mindre tiltak er også utført fordi byggeklossene har blitt anvendt til kostnadsestimering av tiltak som innebærer endring av eksisterende infrastruktur, selv om byggeklossene i utgangspunktet er ment å representere ny infrastruktur. Dette berører særlig stasjonsbyggeklossene. Lav grad av nøyaktighet kan indikere at enten pris på byggeklossen er feil, eller at den i liten grad representerer ombygging av stasjoner. Videre vil grad av nøyaktighet på de ulike framgangsmåtene også gi en indikasjon for hvilken framgangsmåte som er mest hensiktsmessig å anvende når tiltak estimeres ved hjelp av byggeklossmetoden.

For stasjoner innebærer kostnadsestimat for «hele» byggeklosser tilsvarende som for de store tiltakene. Det innebærer at byggeklossene er anvendt slik de er definert i Jernbanedirektoratets sitt verktøy, også der faktisk tiltak har et annet omfang. For eksempel har byggeklossen en elementlengde på én kilometer, som ikke nødvendigvis stemmer med hvordan et tiltak er gjennomført.

Tilsvarende som for store tiltak er kostnadsestimat med «justerte» byggeklosser utarbeidet for å synliggjøre om annen bruk av byggeklossene påvirker nøyaktighetsgraden. Byggeklossene er her anvendt slik at de bedre gjenspeiler det faktiske tiltaket. For stasjoner er for eksempel utstrekning på elementlengden redusert til å bedre reflektere tiltaket. Der et tiltak kan se ut til å bestå av flere elementer er ulike byggeklosser anvendt, slik som deler av en stasjonsbyggekloss og byggekloss for kryssingsspor.

Estimatene for kryssingsspor innebærer ulik bruk av byggeklossene som har blitt anvendt for utredning av nye kryssingsspor og kryssingssporforlengelser. Første estimat for kryssingsspor har sin bakgrunn i at Jernbanedirektoratets sitt verktøy anvender løpemeterpris. For dette estimatet tilsvarende utstrekningen på byggeklossen antallet meter et kryssingsspor er forlenget. Bruk av byggekloss for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor har sin bakgrunn i at enkelte utredninger har anvendt denne byggeklossen for forlengelse av kryssingsspor. Estimert basert på stykkpris har sin bakgrunn i at byggeklossene for kryssingsspor i utgangspunktet har en elementlengde på 950 meter (Rambøll, 2012a, s. 11) uavhengig av om et kryssingsspor er så langt eller ei.

I alle kostnadsestimat for mindre tiltak er byggeklosser for grunnverv anvendt på samme vis som i estimatene som representerer slik store tiltak er bygget.

#### **2.3.2.3.3 Bruk av korreksjonsfaktorer**

Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering anvender korreksjonsfaktorer for å tilpasse byggeklossene til lokale forhold. Dette har sin bakgrunn i at en byggekloss vil representere et gjennomsnittlig element. Hvilke korreksjonsfaktorer som foreligger er nærmere omtalt i delkapittel 3.5.4.

I utarbeidelsen av alle kostnadsestimat er bruken av korreksjonsfaktor basert på byggeforhold omtalt i grunnlag nærmere beskrevet i kapittel 2.3.2.1.

Korreksjonsfaktorer som gjelder byggeforhold er etter beste evne satt slik at vanskelighetsgrad representerer faktisk situasjon. For eksempel er korreksjonsfaktor satt til «Høy» på «Nærføring» dersom tiltak ligger på en trafikkert strekning med få eller ingen muligheter til å gjennomføre anlegget uten forstyrrelser for trafikken på eksisterende bane, og til «Lav» på elementer der det er ingen grad av nærføring til eksisterende bane. Videre er korreksjonsfaktoren for «Naturgitte forhold som topografi, grunnforhold» satt til «Høy» der det utføres grunnstabilisering eller på annet vis er indikasjon om krevende grunnforhold.

For tiltak som er bygget eller under bygging er korreksjonsfaktor for modenhet satt til «Lav» eller «Middels». Sistnevnte er anvendt for de deler av pågående tiltak der det gjenstår et større omfang. Dette berører særlig Kleverud – Åkersvika, der hovedvekten av de nordre delene av tiltaket enda er under anskaffelse.

For samtlige KVVU-estimat er korreksjonsfaktor for modenhet satt til «Høy». Dette er gjort for å bedre samsvare med den usikkerhet som foreligger i en konseptvalgutredning.

#### **2.3.2.3.4 Kvalitetssikring av kostnadsestimat**

Det er gjennomført sidemannskontroll av alle kostnadsestimat for å korrigere eventuelle unøyaktigheter og anbefale eventuelle endringer i estimatene. Etter sidemannskontroll er foreslåtte endringer diskutert og nærmere vurdert, og der det kom fram at opprinnelig vurdering var upresis er endringer gjort i kostnadsestimatene.

I etterkant av sidemannskontroll er det foretatt enkelte feilrettinger av kostnadsestimatene. Dette berører enkelte feilaktig plasserte elementer i et fåtalls kostnadsestimat, samt tilfeller der korreksjonsfaktorer var satt feil.

Oppdaterte kostnadsestimat etter sidemannskontroll og feilretting legges til grunn for videre analyse i studien.

Samtlige kostnadsestimat anvendt i studien er dokumentert i henhold til Jernbanedirektoratets mal for kostnadsestimat. Malen inkluderer blant annet:

- En overordnet beskrivelse av situasjon før gjennomføring av tiltaket.
- En overordnet beskrivelse av hva tiltaket omfatter, herunder tiltakets omfang, utforming og kompleksitet.
- Begrunnelse av valg av estimatklasse.
- Metode lagt til grunn for gjennomføring av estimat.
- Beskrivelse av eventuelle tekniske føringer lagt til grunn for estimatene.

- Beskrivelse av hvilke byggeklosser som er anvendt for hvert estimat, med tilhørende beskrivelse av kompleksitet lagt til grunn for ulike fagområder som grunnforhold, elvekryssinger, skjæringer, med mer.
- En nærmere beskrivelse av bruken av korreksjonsfaktorer for hvert estimat.
- Rimelighetsvurdering av estimatene.
- Beskrivelse av risiko, muligheter og forventet tillegg.
- Resultat fra kvalitetssikring i form av sidemannskontroll.

### 2.3.3 Sammenligning av estimat og faktisk kostnad

I den kvantitative analysen sammenlignes de ulike kostnadsestimatene mot faktisk kostnad for ferdigstilte tiltak eller kostnadsprognose for igangsatt tiltak.

For denne sammenligningen er det lagt til grunn at kostnadsestimatene som er utarbeidet er korrekt bygget opp, og at kostnadsprognosen eller faktisk kostnad for de ulike tiltakene er «korrekt». Med sistnevnte menes at kostnaden representerer tiltaket på en god måte, og at deler av kostnaden ikke kan forklares med konkurser, sløsing av bevilgninger eller lignende.

Eventuelle avvik mellom kostnadsestimat og kostnadsprognose/faktisk kostnad må forklares med forhold som.

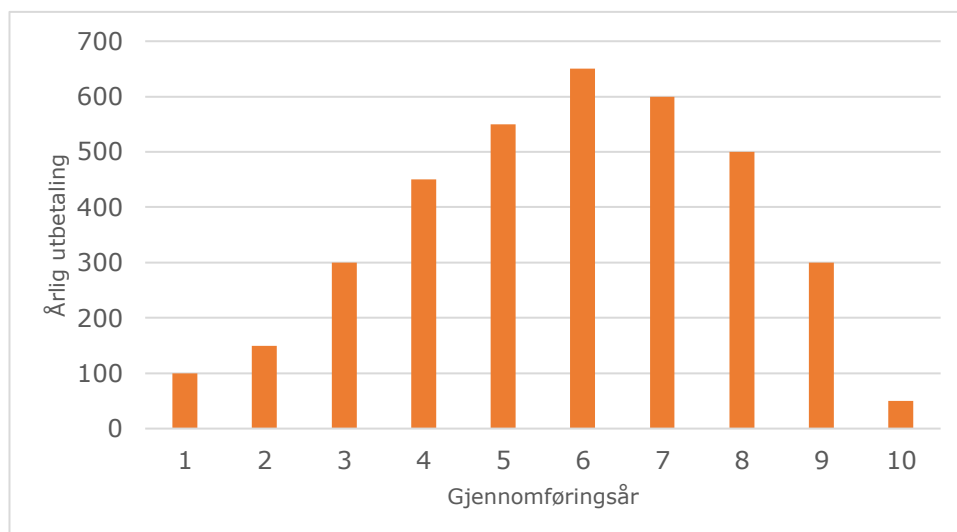
- Manglende oppdatering av erfaringskostnader.
- Uheldig valg av byggekostnadsindeks.
- Bruken av byggeklossmetoden.
- Kostnaden for byggeklossene i seg selv.
- Andre årsaker.
- En kombinasjon av overstående.

Dersom nøyaktigheten på et kostnadsestimat ved bruk av byggeklossmetoden er god og forholdsvis lik for ulike tiltak, må prisen på byggeklossene være riktig. Noe annet vil innebære at samtlige tiltak har opplevd en noenlunde tilsvarende reduksjon eller vekst i kostnader. Dersom estimat utarbeidet med byggeklossene viser dårlig nøyaktighet på ett tiltak må dette enten forklares med at tiltaket har hatt en uventet økning eller reduksjon i kostnad, eller at det er andre årsaker som forklarer avviket.

For å gjennomføre sammenligningen er følgende to trinn gjennomført:

#### **1. Innhenting av faktisk kostnad eller kostnadsprognose:**

Fra Bane NOR er det innhentet faktisk kostnad for de gjennomførte tiltakene og kostnadsprognose for pågående infrastrukturtiltakene. Kostnaden er oppgitt i 2021-kr, og er justert for tyngdepunktet i tiltakenes investeringsprofil. Dette innebærer at kostnad er justert med utgangspunkt i kroneverdien i det året som representerer tyngdepunktet for tiltakets samlede utbetalinger, framfor at kroneverdi for hvert enkelt år i tiltakenes gjennomføringstid indeksjusteres.



**Figur 6 – Illustrasjon for fordeling av kostnader i løpet av gjennomføringsfasen for et fiktivt tiltak. Tyngdepunktet ligger i år 6.**

## 2. Sammenligning av estimat og kostnader:

Resultatene fra de ulike kostnadsestimatene er sammenlignet med innhentede kostnader omtalt i foregående punkt. Dersom avviket faller innenfor nøyaktighetsgraden for estimatklasse 4 kan presisjonen på metodikken anses som tilstrekkelig. Se kapittel 3.5.4 for nærmere beskrivelse av denne estimatklassen. Sammenligningen gjøres på to vis:

- Sammenligning av resultat gitt ulike framgangsmåter for å kostnadsestimere samme tiltak. Der det er vesentlige avvik fra kostnadsprognose eller faktisk kostnad for de ulike kostnadsestimatene er årsak til avvik undersøkt. Mulige årsaker kan inkludere omfangsendring, ulike bruk av byggeklosser, eller annet.
- Resultat gitt samme framgangsmåte for kostnadsestimering av ulike tiltak innenfor samme kategori. Det beregnes gjennomsnittlig avvik per kategorien av tiltak, der snittet beregnes med bakgrunn i antall prosent avvik per tiltak. Det er beregnet standardavvik for avvikene mellom estimat og faktisk kostnad/kostnadsprognose for å synliggjøre spredningen på resultatene. Standardavvik er beregnet i Excel med programmets innebygde funksjon «STDAVVIKA()». Det er også innhentet informasjon om forventet tillegg for tiltakene i KVV InterCity for å sammenligne størrelsen på tillegget med verdien benyttet i Jernbanedirektoratet sitt verktøy.

De to ulike sammenligningene har sin bakgrunn i at de lettere synliggjør eventuelle svakheter pris på byggeklosser, framgangsmåte eller bruk av byggeklossmetoden avhengig av kategori av tiltak.

Mens kostnadsestimat bør ha en nøyaktighetsgrad tilpasset fasen det utarbeides i, må det alltid forventes et avvik mellom sluttkostnad og estimat. Dette skyldes at tiltaket en utarbeider kostnadsestimatet for aldri vil være helt likt tiltakene erfaringstallene er basert på. Det må derfor forventes et avvik for estimat for enkelttiltak, men for en gruppe tiltak på samme stadium kan en metode likevel ha god nøyaktighetsgrad. Dette er nærmere forklart og forsøkt illustrert i kapittel 3.4.4.

## 2.4 Intervju

Som del av studien er det gjennomført intervjuer med ressurser som har vært involvert i estimering av infrastruktur i tidligfase eller styring og gjennomføring av prosjekter og utredninger. Hensikten med intervjuet har vært å muliggjøre innhenting av andre tolkninger av studiens kvantitative analyse, og å innhente relevante observasjoner knyttet til studiens problemstilling enn det som kommer fram av litteraturstudien. Intervjuene ble gjennomført på et tidspunkt der deler av studiens resultat enda var under bearbeiding. Intervjuene dekker derfor ikke nødvendigvis alle problemstillinger omtalt i denne studien.

### 2.4.1 Kartlegging av intervjuobjekter

Kartleggingen av aktuelle intervjuobjekter tok utgangspunkt i at kandidatene minst oppfylte ett av følgende kriterier:

- Tidligere erfaring med utredning av jernbaneinfrastruktur i tidligfase.
- Tidligere erfaring med estimering av jernbaneinfrastruktur i tidligfase, om mulig også byggeklossmetoden.
- Tidligere erfaring med oppfølging og styring av kostnader i prosjekter.

Det ble forsøkt rekruttert intervjuobjekter i ulike virksomheter som har vært involvert i utredning og estimering av jernbane i tidligfase. Dette inkluderte ressurser i Jernbanedirektoratet, Bane NOR, samt de større rådgiverselskapene med kompetanse innen utredning av jernbaneinfrastruktur. De eksterne virksomhetene ble valgt ut med bakgrunn i deres tidligere rolle innen tidligere utredninger.

For denne delen av studien var det en ambisjon om å få inntil åtte intervjuobjekter, der hovedvekten var ment å bestå av ressurser fra andre virksomheter enn Jernbanedirektoratet. Totalt ble det per epost sendt ut invitasjon til ressurser i åtte ulike virksomheter. Der svar ikke forelå etter to uker ble det tatt kontakt per telefon.

Seks av ti mottakere besvarte forespørselen, enten etter første epost eller etter senere henvendelse per telefon. Til sammen responderte fire stykker positivt til å stille på intervju. Dette gir en positiv svarprosent på i overkant av 36 %. To av ti besvarte negativt, mens øvrige ikke responderte.

Totalt ble fire intervjuer gjennomført, og ambisjonen satt for antall intervjuer i studien ble derfor ikke oppnådd.

### 2.4.2 Gjennomføring av intervjuene

Intervjuene har vært semistrukturerte (Smith, 2008, s. 58). Dette innebærer at intervjuene har tatt utgangspunkt i en intervjuguide, men at gjennomføringen ikke har vært bundet til å følge guiden. Framgangsmåten er valgt for å gi intervjuobjektene anledning til å komme med supplerende vurderinger og innspill. Dette øker muligheten for at intervjuet fanger opp vurderinger som potensielt ikke ville bli fanget opp i studiens analyser. Gjennom bruk av et semistrukturert intervju har det også blitt mulig å følge opp besvarelser med ytterligere spørsmål dersom det har virket hensiktsmessig.

Før intervjuene ble gjennomført mottok deltagerne informasjon om intervjuet. Det ble også innhentet samtykke fra deltagerne. Informasjons- og samtykkeskriv ble basert på mal fra Sikt knyttet til innsending av meldeskjema (Sikt). Skrivet er å finne i vedlegg 4. Selve intervjuet tok utgangspunkt i intervjuguiden vist i vedlegg 5.



Intervjuet har blitt utformet etter tre faser (Tjora, 2017, s. 145), bestående av en innledende oppvarmingsfase, etterfulgt av refleksjon, før det ble avsluttet med en avrunding.

Oppvarmingsfasen ble anvendt til å kartlegge intervjuobjektets rolle innen estimering og objektets erfaring med og vurderinger knyttet til byggeklossmetoden. I refleksjonsfasen ble det rettet mer detaljerte spørsmål knyttet til byggeklossmetoden, og intervjuobjektet ble bedt vurdere utdrag av resultatene fra studiens kvantitative analyse. I avrundingen ble objektet stilt spørsmål om hvorvidt de foregående spørsmålene påvirket vedkommende sine tidligere vurdering knyttet til byggeklossmetoden. Objektet fikk i tillegg mulighet til å komme med eventuelle innspill som tidligere spørsmål eventuelt ikke fanget opp.

De ulike intervjuene har hatt en varighet på mellom 40 minutter og halvannen time.

Etter gjennomføringen av hvert intervju ble samtalen transkribert i et tekstdokument der intervjuobjektet ble anonymisert med en identitetsnøkkel. Identitetsnøkkelen er lagret separat fra de transkriberte intervjuene. Samlet utgjør tekstdokumentet med transkriberte intervjuer 23 092 ord.

Siden antallet intervjuobjekter er lavt er det potensiale for at innhold i intervjuene kan kobles tilbake til intervjuobjektene. Av personvern hensyn er de transkriberte intervjuene derfor ikke inkludert i oppgaven, men relevante sitat eller gjengivelser fra intervjuene er del av kapittel 4.5. For å ytterligere redusere muligheten for gjenkjenning, og for å lette lesbarheten, er sitat også omskrevet fra en muntlig språkform til skriftlig språk. Der sitat er omskrevet er essensen i intervjuobjektens utsagn etter beste evne forsøkt beholdt.

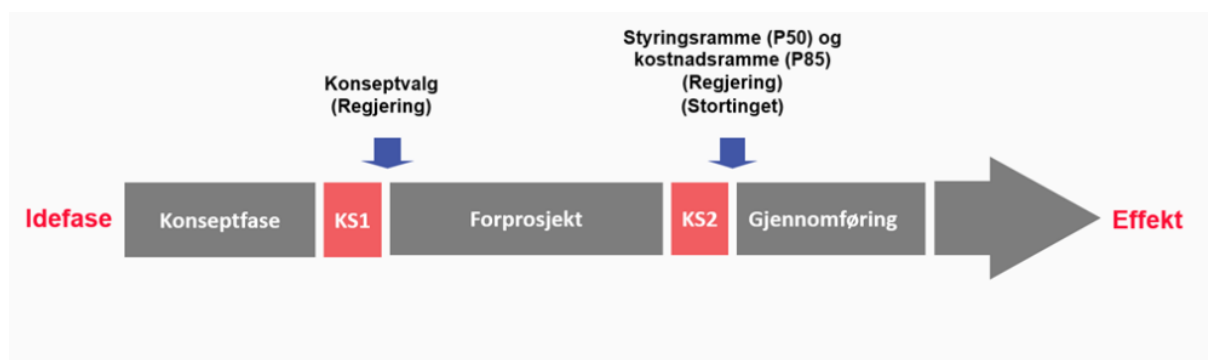
## 3 Litteraturstudie

### 3.1 Introduksjon til kapitlet

Dette kapitlet tar innledningsvis for seg mekanismer for å kontrollere kostnad i store statlige prosjekter i Norge og hvordan kostnad i samferdselsprosjekter utvikler seg fra tidligfase til gjennomføring. Kapitlet tar videre for seg estimeringsmetodikk i tidligfase, samt hvordan den anvendes innen jernbanesektoren i Norge.

### 3.2 Kostnadskontroll for infrastrukturprosjekter

Bygging av større jernbanetiltak er kostbart. Utredning, planlegging og bygging må derfor følge føringene gitt av Statens prosjektmodell for store investeringer (Finansdepartementet, 2019b). Ordningen ble innført med bakgrunn i tidligere erfaringer med kostnadsoverskridelser, forsinkelser og manglende måloppnåelse i store statlige prosjekter (Forskningsprogrammet Concept). I 2004 ble ordningen utvidet til den form kvalitetssikringsprosessen har i dag (Figur 7), ved at en introduserte kvalitetssikring av konseptvalg i tillegg til kvalitetssikringen av forprosjekt.



**Figur 7 - Kvalitetssikringsprosessen for prosjekter som faller inn under Statens prosjektmodell for store investeringer (Finansdepartementet, 2019b).**

Hensikten med innføringen av Statens prosjektmodell var å bedre kvaliteten på beslutningsunderlag ved viktige beslutningspunkter i prosjektenes løp fra idé til realisering, for slik å redusere omfang av forsinkelser, kostnadsøkninger eller manglende måloppnåelse (Forskningsprogrammet Concept).

Konseptvalg utløses for infrastrukturprosjekter over terskelverdien på én milliard kroner (Finansdepartementet, 2019b). Ved fullføring av dette arbeidet gjennomføres kvalitetssikring av konseptvalg, kalt KS1, før regjering fatter en beslutning om eventuell videreføring til forprosjekt. I forprosjektfasen gjennomføres planleggingen (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 7). Før en eventuell investeringsbeslutning gjennomføres det en ekstern kvalitetssikring omtalt som KS2.

Som del av konseptfasen skal det blant annet gjennomføres en problembeskrivelse, behovsanalyse, samt kartlegges strategiske mål og rammebetingelser for konseptvalg, før det utarbeides en rekke konsepter i mulighetsstudien (Finansdepartementet, 2019c). I mulighetsstudien utformes det konsepter, der disse skal svare ut mål, krav og behov avdekket i de foregående analysene. Etter en grovsiling skal minst to konsepter og

nullalternativet, der sistnevnte innebærer en videreføring av dagens situasjon, videreføres til utredningens alternativanalyse. Ved siden av en nærmere analyse av virkninger blir det her utført kostnadsestimering og samfunnsøkonomisk analyse av konseptene (Finansdepartementet, 2019d, s. 7-8).

I konseptfasen legger Finansdepartementet til grunn at «det er viktig at omfang og detaljeringsgrad er slik at en får et tilstrekkelig robust underlag for beslutninger, samtidig som ressursbruken hos fagdepartement og etat ikke er høyere enn nødvendig» (Finansdepartementet, 2010, s. 5). Departementet omtaler videre at en ved KS1 vil ha et faktagrunnlag som vil «være mangelfullt, usikkert og med betydelige avvik, og må suppleres med mer eller mindre sikre antagelser og skjønn». Dette omtales videre også som en styrke, da det gjør «det lettere å visualisere og drøfte komplekse forhold». Departementet begrunner dette med at en «ønsker å unngå at oversikten og perspektivet drukner i detaljinformasjon på et for tidlig tidspunkt.»

Samset et al. (2016) har sammenlignet statens prosjektmodell med lignende ordninger i fem andre OECD-land. Studien trekker fram en rekke ulikheter mellom de ulike landenes prosesser, men at Norge og de øvrige nordiske landene har forholdsvis enkle kvalitetssikringsprosesser med beslutningspunkter tidlig i utviklingen av prosjekter.

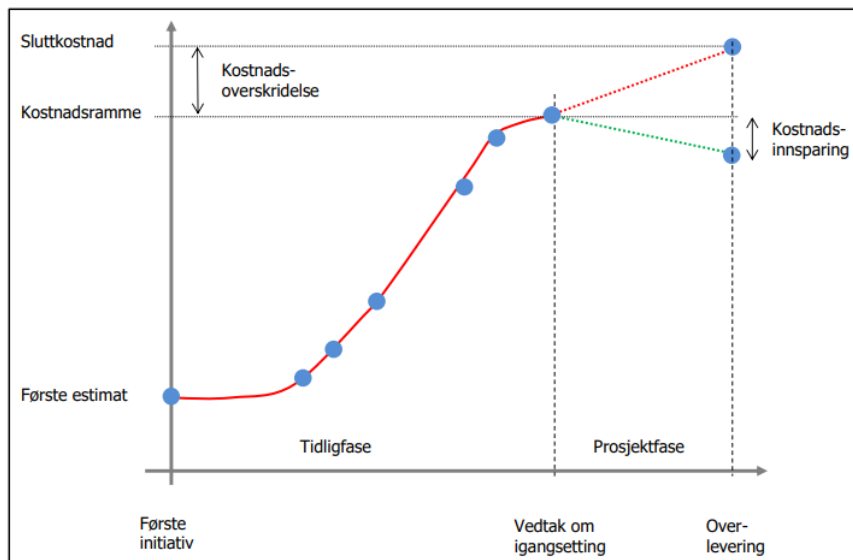
Ved siden av kvalitetssikringsprosessen legger Finansdepartementet også føringer for kostnadsestimeringsprosessen i statlige virksomheter gjennom Finansdepartementet (2008b) sin veileder. Veilederens hensikt er å gjøre «kostnadsestimeringsprosessen for store statlige prosjekter forutsigbar, etterrettelig og effektiv i alle prosjektfaser» (Finansdepartementet, 2008b, s. 2). Veilederen omfatter blant annet prinsipper for kostnadsestimeringsprosess, anbefalinger for kompetanse, estimeringsmetodikk, dokumentasjon og korreksjonsfaktorer, og angir en sjekklister som bør ligge til grunn for kvalitetssikring av kostnadsestimater. Kostnadsestimeringsprosessen er nærmere beskrevet i 3.4.

Når et stort prosjekt besluttes igangsatt, vedtar Stortinget en kostnadsramme og styringsramme for prosjektet. Kostnadsrammen tilsvarer P85, eller den kostnad der det er 50 % sannsynlighet at ikke overskrides, fratrukket en kuttliste (Finansdepartementet, 2008c, s. 3). Styringsrammen tilsvarer gjerne forventet kostnad for et prosjekt, det vil si kostnaden det er 50 % sannsynlighet at en ikke overskrider (Riksrevisjonen, 2020, s. 32). I jernbanesektoren anvendes styringsrammen til styringen av prosjekter (Riksrevisjonen, 2020, s. 32).

### 3.3 Kostnadsutvikling i infrastrukturprosjekter

Det er gjennomført en rekke studier på kostnadsutviklingen i prosjekter i transportsektoren, både i Norge og utenlands. Welde (2014, s. 4) har kartlagt et utvalg av studier i transportsektoren, der de ulike studienes prosjekter har overskridelser på mellom 5,9 til 250 %. En kartlegging av Flyvbjerg og COWI (2004, s. 21-26) viser at flertallet av prosjektene opplevde en kostnadsøkning, og at kun et mindre antall var på eller under budsjett.

Welde (2014) sin studie har tatt for seg kostnadsutvikling i et utvalg norske prosjekter, og trekker fram at kostnadsøkningen har vært på 53 % fra prosjektenes første omtale prosjektomtale i Stortinget til sluttkostnad. I gjennomføringsfasen for de samme prosjektene omtales derimot kostnadskontrollen som god.



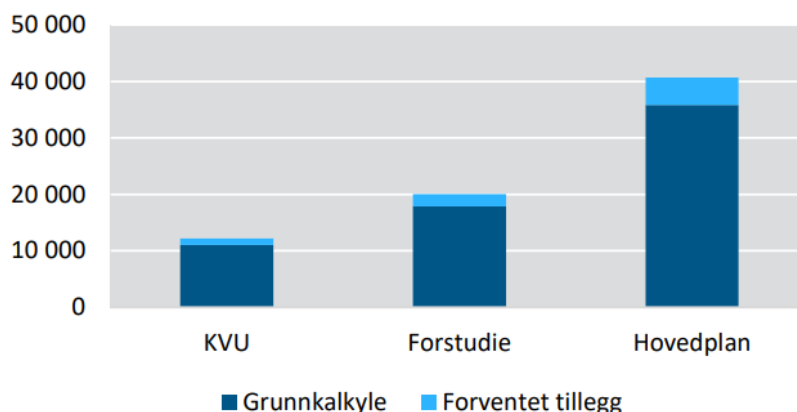
**Figur 9 – En teoretisk representasjon av kostnadsutvikling i prosjekter, eksemplifisert av Welde (2014, s. 7).**

Den teoretiske representasjonen vist i Figur 9 kan til dels finnes igjen i en tidligere studie av Bruland et al. (2012), der kostnadsutvikling i 34 norske veg- og jernbaneprosjekter er kartlagt gjennom tiltakenes ulike faser. Studiens kartlegging viste en vesentlig økning i kostnad fra tidligfase til sluttkostnad, der den største økningen skjedde fra første gang tiltaket ble prioritert i NTP til det senere forekom i et handlingsprogram (Figur 8). Tilsvarende utvikling kan observeres i enkelte, men ikke alle, vegprosjekter kartlagt av Yogarajah (2017).



**Figur 8 - Kostnadsutvikling gjennom ulike faser for ulike infrastrukturprosjekter, gitt justering med KPI. Figur fra (Bruland et al., 2012), og gjengitt i (Samferdselsdepartementet et al., 2016, s. 54).**

Studiene over synliggjør at kostnadsvekst primært skjer tidlig i prosjekters livsløp, på samme stadium som prosjektene på Østfoldbanen (Dovre Group Consulting, 2020), der Figur 10 viser utviklingen for prosjektene fra tidligfase til hovedplan.



**Figur 10 – Kostnadsvekst fra konseptvalgutredning til hovedplan for infrastrukturtiltakene på Østfoldbanen (Dovre Group Consulting, 2020, s. 21).**

Welde (2014, s. 7-8) peker på at det foreligger få internasjonale studier på kostnadsutviklingen i prosjekters tidligfase. De studiene som Welde har kartlagt viser alle noe ulike resultater, men har til felles at det forekommer en økning i kostnad fra tidligfase til investeringsbeslutning.

I en annen studie av Welde (2016, s. 5) omtales det at økningen i kostnad, og da særlig underestimering i tidligfase, i ytterste konsekvens kan være et demokratisk problem. Dette begrunnes med at en bevisst underestimering i tidligfase medfører at beslutningstakerne tar stilling til prosjekter basert på uriktig informasjon.

Welde (2016) har studert årsakene til endringer i kostnad for en rekke prosjekter i mellom KS1 og KS2. Studien peker blant annet på en sammenheng mellom tiden fra KS1 til KS2 og kostnadsøkning, og viser til en annen studie der det er omtalt at «Lang tid mellom KVV/KS1 og KS2 fører til at behov og krav endret seg undervegs» (Welde, 2016, s. 25). Studien omtaler også at tiltak ved KS2 kan være vesentlig endret i forhold til slik tiltaket var utformet ved KS1, at det gjerne forekommer prosjektoptimisme i tidligfase, men også at estimat for enkelte prosjekter ved KS1 sannsynligvis var umodne (Welde, 2016, s. 26-28). Videre trekkes den lange planleggingstiden fra KS1 til realisering som medvirkende årsak, siden tiden alene kan medføre omfangsøkninger og endrede standardkrav, men også svak prosjektstyring.

I sin studie av koreanske veg- og jernbaneprosjekter (Lee, 2008) forklares kostnadsøkningene å skyldes blant annet endret prosjektomfang, slik som at nye elementer er lagt til prosjektene, at kapasitet økes, eller at prosjekter har vært gjenstand for mangelfull planlegging eller utredning grunnet politisk interesse (Lee, 2008, s. 2-4). Andre årsaker som trekkes fram inkluderer også forsinkelser i gjennomføringen, uhensiktsmessige metoder for å utarbeide kostnadsestimat og justere priser i forhold til inflasjon, samt mangler i hvordan gjennomføringen følges opp.

Flyvbjerg og COWI (2004, s. 36-41) omtaler et bredt spekter av årsaker for hvorfor kostnadene i prosjekter gjerne undervurderes i tidligfase. Omtalte årsaker inkluderer blant annet at underestimering forårsakes av manglende informasjon, at det anvendes uegnede framgangsmåter for kostnadsestimering, samt utstrakt interessentpåvirkning. Studien trekker også fram at flere prosjekter går gjennom en omfangsendring, der dette omtales som en viktig årsak til kostnadsøkninger, eller at prosjektledelse og

dokumentasjon er mangelfull. Av andre årsaker omtales også at beslutningsgrunnlaget bevisst kan framstilles feil i den hensikt å få et prosjekt videreført.

I en masteroppgave om kostnadsøkninger i norske vegprosjekter konkluderer Yogarajah (2017, s. 65-66) med at en økning i kostnad i vegprosjekter i planfasen gjerne skyldes manglende detaljering i tidligfase og de første delene av planfasen, og at prosessen mot realisering er så lang at det kommer nye og fordyrende standardkrav. Under gjennomføringen pekes det på at manglende erfaringstall, særlig for tiltak i byer, konflikter mellom byggherre og entreprenør, konkurser, samt utfordringer med beregning av entreprisekostnader, er av betydning for kostnadsøkningene.

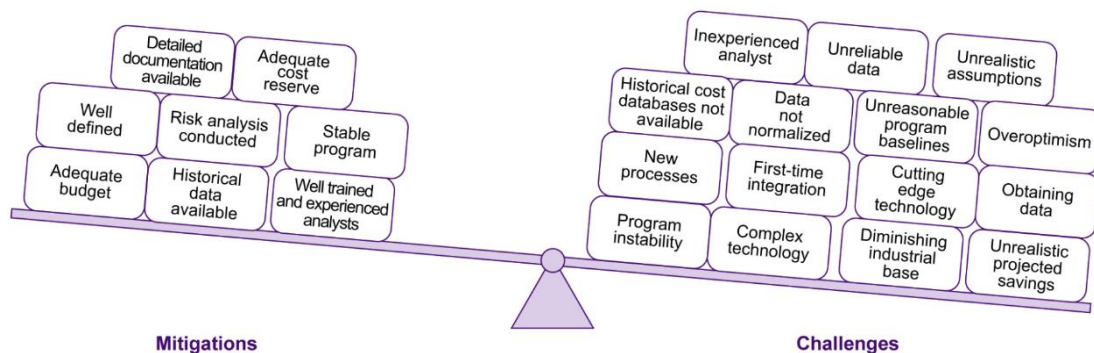
Dovre Group Consulting (2020) peker i sin evaluering av kostnadsøkningene på Østfoldbanen på at prosjektet i begrenset grad har endret premissene som lå til grunn fra konseptvalgutredningen, men at omfang på stasjoner og grunnarbeider har økt. Konklusjonen i evalueringen omtaler blant annet at dersom et tiltak er mer krevende enn snittet av prosjektene byggeklossene er basert på, vil det kunne resultere i et for lavt estimat i tidligfase (Dovre Group Consulting, 2020, s. 43). Evalueringen peker videre på at kostnadsøkningen også skyldes for lave kostnader til geotekniske arbeider, deponi, grunnnerverv i tidligfase, manglende elementer, og stasjoner (Dovre Group Consulting, 2020, s. 32-41).

Riksrevisjonen gjennomførte i 2020 en undersøkelse av i hvilken grad Bane NOR når målsetninger satt for drift, vedlikehold og investeringer (Riksrevisjonen, 2020, s. 8). Riksrevisjonen omtaler her at prosjektene som planlegges eller bygges som del av InterCity-satsningen alene har opplevd en kostnadsvekst på 43 % sammenlignet med konseptvalgutredningen. Utfordringer med grunnforhold, grunnnerverv og økt omfang trekkes fram som utløsende (Riksrevisjonen, 2020, s. 31). Riksrevisjonen omtaler videre at 66,7 % av store prosjekter har en sluttkostnad eller kostnadsprognose over styringsrammen, og at 38,9 % av de store investeringsprosjektene overskrider kostnadsrammen (Riksrevisjonen, 2020, s. 32). Det omtales at ikke alle kostnadsøkningene skyldes manglende kostnadskontroll, men at det også ikke har vært synlige forbedringer i kontrollen av kostnader i store utbyggingsprosjekter (Riksrevisjonen, 2020, s. 31-32).

## 3.4 Kostnadsestimering i tidligfase

### 3.4.1 Forutsetninger for estimeringsprosessen

Government Accountability Office (2020, s. 9) (GAO) omtaler at kostnadsestimering er en krevende øvelse, der estimator underveis gjerne vil støte på flere vanskeligheter. GAO har forsøkt illustrert dette i Figur 11. Magnussen (2013, s. 14) trekker fram at prosjekteier og -leder «må sørge for at det er tilstrekkelig kapasitet, tid og erfaring blant de ressursene som skal bidra i kalkuleringen [...]». Tid, kapasitet og erfaring er forhold som også GAO trekker fram som årsaker som ofte forhindrer en i å utarbeide «et perfekt estimat». For å være i stand til å håndtere mulige utfordringer må de som leder estimeringsprosessen besitte et utvalg av egenskaper, og det må være tilgang på data av god kvalitet (Government Accountability Office, 2020, s. 9).



**Figur 11 – Typiske utfordringer estimator møter og hvordan de kan håndteres (Government Accountability Office, 2020, s. 9).**

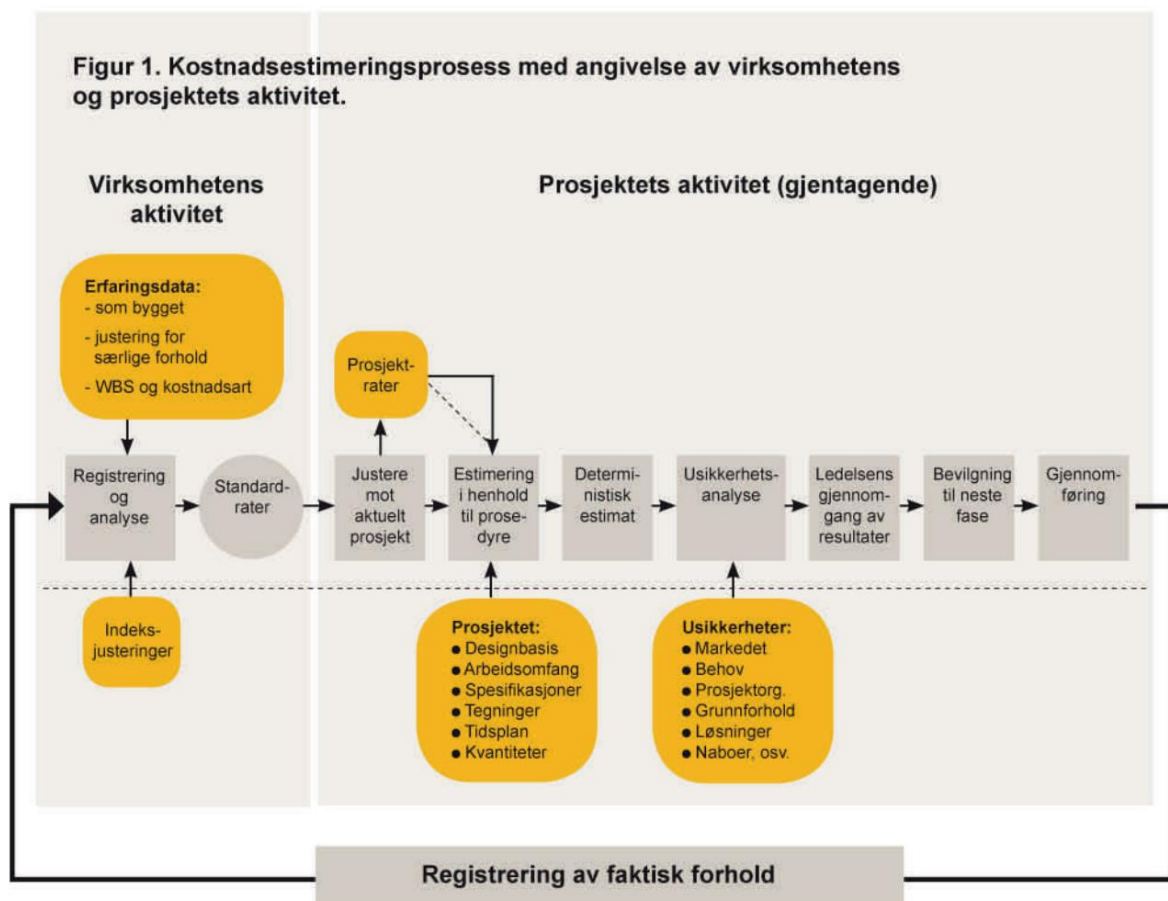
I sin veileder omtaler Finansdepartementet (2008b, s. 3) overordnet hvilken kompetanse leder for kostnadsestimering bør ha i en kostnadsestimeringsprosess. Departementet anbefaler at prosessen bør ledes av ressurser med «særskilt opplæring innen kostnadsestimering» og må «[...] ha god bransjeerfaring og betydelig erfaring fra gjennomføring av de typer prosjekter som blir estimert» (Finansdepartementet, 2008b, s. 3). Norsk senter for prosjektledelse begrunner kompetansebehovet med at «skal man oppnå godt og etterrettelig estimat må organiseringer av arbeidet og kompetanse til kalkulatøren være tilstrekkelig» (Magnussen, 2013, s. 14). Anbefalte kompetansekrav for estimator er ytterligere definert av AACE International (2013, s. 4-5).

Som vist i Figur 12 angir Finansdepartementet (2008b, s. 2) en prosess for utførelse av kostnadsestimeringen. Prosessen samsvarer med flere av stegene Government Accountability Office (2020, s. 34) legger til grunn for en kostnadsestimeringsprosess. Jernbanedirektoratet (2019b, s. 13-24) og Bane NOR (2021) har etablert tilsvarende prosesser for kostnadsestimering. Begge tar utgangspunkt i Finansdepartementet sin veileder og beste praksis fra AACE International (2023b).

### 3.4.2 Tilgangen på erfaringskostnader

Amerikanske Government Accountability Office (GAO) legger til grunn at kostnadsestimat skal ta utgangspunkt i historiske data eller erfaringskostnader. Organet omtaler derfor at innsamling av pålitelige og brukbare historiske erfaringskostnader som et sentralt steg i det å utarbeide et godt kostnadsestimat (2020, s. 81). AACE International (2020a, s. 7) peker på at nøyaktighetsgraden er avhengig av kvaliteten på erfaringskostnadene. At erfaringskostnader skal anvendes ved estimering av nye prosjekter kommer også fram av Finansdepartementet sin veileder (Finansdepartementet, 2008b, s. 4) (Figur 12).

Ifølge GAO (2020, s. 81-82) er innsamlingen av erfaringskostnader en vanskelig og tidkrevende oppgave som i seg selv medfører kostnader, men at det er en aktivitet som likevel bør gjøres fortløpende. Årsaker til at innsamlingen kan være krevende kan være at prosjekter er påvirket av ulike faktorer som påvirker kostnadene, at erfaringskostnader i ulik grad er definert, eller at kostnadene ikke alltid er tilgjengelig. (Government Accountability Office, 2020, s. 82-87). GAO trekker fram at erfaringskostnader kan påvirkes av konjunkturer, teknologiutvikling eller endring av lovpålagte krav, og at slike forhold må undersøkes før en benytter erfaringstallene (Government Accountability Office, 2020, s. 89-90).



**Figur 12 – Prinsipp for prosess for kostnadsestimering i henhold til Finansdepartementet sin veileder. Departementet legger til grunn at erfaringsdata fra gjennomførte prosjekter skal legges til grunn for estimering av nye prosjekter (Finansdepartementet, 2008b, s. 2)**

GAO omtaler at det er nødvendig å undersøke hvorvidt de historiske tallene gjelder prosjektet som skal estimeres (Government Accountability Office, 2020, s. 89). Dette forklares med at det ikke er gitt at et eldre prosjekt lenger er representativt for et nyere prosjekt, for eksempel dersom erfaringstallene er basert på et eldre regelverk. GAO omtaler det derfor som viktig å ha en god beskrivelse på de historiske dataene, slik at en vet hvor de kan anvendes. Siden erfaringstall etter hvert blir utdaterte anbefaler GAO for å supplere erfaringstallene med nyere verdier, men åpner for at en erfaren estimator kan justere eldre data for å gjøre dem anvendelige (Government Accountability Office, 2020, s. 90-91).



Dersom tilgangen på erfaringstall er begrenset kan nøyaktigheten på kostnadsestimatet også bli begrenset. Dette er en svakhet Barakchi et al. (2017, s. 4) trekker fram i en studie av bruk av ulike estimeringsmetoder i infrastrukturprosjekter:

For instance, methods which are very dependent upon historical data are not suitable for the large projects because there are limited number of them.

At dette kan være en utfordring er trukket fram av Yogarajah (2017, s. 64) som medvirkende årsaker til kostnadsvekst i enkelte norske vegprosjekter.

GAO peker på at det er avgjørende at erfaringstall har en god beskrivelse knyttet til dem, slik at erfaringstallene er egnet for bruk i estimatet en utfører og at de anvendes riktig (Government Accountability Office, 2020, s. 89). Tilsvarende omtaler Finansdepartementet at det «er viktig at det er gode, transparente og entydige beskrivelser av innholdet i de enkelte poster» (Finansdepartementet, 2008b, s. 4). Departementet begrunner dette med at en slik beskrivelse sikrer «full sporbarhet mellom estimerers vurderinger og estimatet».

### 3.4.3 Justering av pris gjennom byggekostnadsindekser

For å gjøre erfaringskostnader sammenlignbare, det vil si at prisene representerer samme kostnadsår, justeres de for inflasjon. Dette må gjøres gjennom bruk av en prisstigningsindeks (Government Accountability Office, 2020, s. 96). GAO (2020, s. 97) peker på at prisene må justeres med en indeks som fanger opp endringer i pris i markedssegmentet som er representativt for prosjektet en skal estimere.

I en studie av Yogarajah (2017, s. 62) trekkes det fram at gitte indekser kan gi utfordringer med tanke på presisjon på kostnader, avhengig av hva indeksene skal anvendes til. Welde (2016, s. 14) viser også hvordan feil bruk av indeks kan framtvinge ytterligere finansieringsbehov. Ved sammenligning av kostnadsestimater fra ulike år vil valg av indeks også være av betydning, siden ulikheter i to indekser kan medføre avvik mellom estimatene som sammenlignes (Welde, 2014, s. 14).

For anlegg i jernbanesektoren i Norge indeksjusteres prisene ifølge Dovre Group Consulting (2020, s. 44) etter Statistisk sentralbyrå sin byggekostnadsindeks for veganlegg (Statistisk sentralbyrå, 2023). Indeksen tar utgangspunkt i hvordan kostnader for innsatsfaktorene for bygging av veganlegg har utviklet seg (Statistisk sentralbyrå, 2023). Indeksen blir ikke påvirket av eventuelt endret produktivitet eller hvilke fortjenestemarginer entreprenørene tar.

### 3.4.4 Modenhet og estimatklasser

Et tiltak vil gradvis detaljeres fra det utredes til det realiseres, og tiltakene vil i løpet av denne tiden passere ulike beslutningspunkter. For å koble estimeringsprosessen til hvordan et tiltak detaljeres og beslutningspunktene er det definert ulike estimatklasser (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 7-8). Jernbanedirektoratet oppgir at hensikten med estimatklassene er «å gi best mulige estimater, uansett hvilken fase eller modenhet tiltaket eller prosjekter er i» (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 9). Estimatklassene er derfor inndelt i kategorier tilsvarende typiske faser et tiltak går gjennom, der forventning til kvalitet på grunnlag og estimat øker etter hvert som tiltaket modnes mot realisering.

Estimatklassene er inndelt fra klasse 5 til 1, der estimatklasse 5 og 4 representerer konseptfasen der utredninger utføres (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 7).

Finansdepartementet (2010, s. 5) legger til grunn at estimatklasse 4 vil være relevant ved KS1.

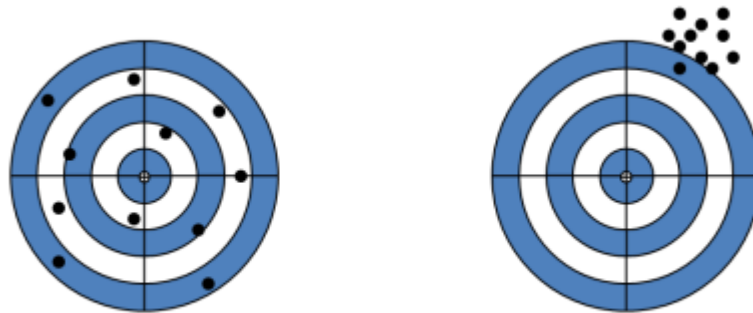
Inndelingen i estimatklasser i Jernbanedirektoratet sin veileder for kostnadsestimering tar utgangspunkt i matrisen for estimatklasser i anbefalt praksis fra AACEI (AACE International, 2020b, s. 6) som er vist i Figur 13. Finansdepartementet sin veileder for kostnadsestimering for store statlige prosjekter gjør det samme (Finansdepartementet, 2008b, s. 3).

ESTIMATE CLASS	Primary Characteristic	Secondary Characteristic		
	MATURITY LEVEL OF PROJECT DEFINITION DELIVERABLES Expressed as % of complete definition	END USAGE Typical purpose of estimate	METHODOLOGY Typical estimating method	EXPECTED ACCURACY RANGE Typical variation in low and high ranges at an 80% confidence interval
Class 5	0% to 2%	Concept screening	Cost/length factors, parametric models, judgment, or analogy	L: -20% to -50% H: +30% to +100%
Class 4	1% to 15%	Study or feasibility	Cost/length, factored or parametric models	L: -15% to -30% H: +20% to +50%
Class 3	10% to 40%	Budget authorization or control	Semi-detailed unit costs with assembly level line items	L: -10% to -20% H: +10% to +30%
Class 2	30% to 75%	Control or bid/tender	Detailed unit cost with forced detailed take-off	L: -5% to -15% H: +5% to +20%
Class 1	65% to 100%	Check estimate or bid/tender	Detailed unit cost with detailed take-off	L: -3% to -10% H: +3% to +15%

**Figur 13 – AACE International sin anbefalte inndeling av estimatklasser (AACE International, 2020b, s. 6).**

I sin anbefaling for beste praksis for estimering av veg- og jernbaneprosjekter angir AACEI modenhet på ulike leveranser gitt de ulike estimatklassene (AACE International, 2020b, s. 17-20). I Jernbanedirektoratet sin veileder understrekes det at modenhet på de ulike leveransene skal bestemme hvilken estimatklasse som skal legges til grunn, og ikke motsatt (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 8). Direktoratet beskriver videre at estimatklassene kan knyttes til «definerte faser i en virksomhets prosjektmodell», der for eksempel estimatklasse 4 er tiltenkt bruksområder som konseptvalgutredninger, regionale planer og andre utredninger. For estimatklasse 4 tilsier Figur 13 at definisjonsgraden for et prosjekt vil være mellom 1-15 %. AACEI omtaler at denne definisjonsgraden typisk, men ikke alltid, vil tilsvare hvor stor grad av prosjektering som er gjort for tiltaket (AACE International, 2020b, s. 11). Dette medfører at en i svært begrenset grad har detaljert tiltakets utforming og gjennomførbarhet.

Ved utarbeidelse av et kostnadsestimat beregnes en forventet kostnad. Denne forventningsverdien vil alltid være forbundet med varierende grad av usikkerhet avhengig av estimatklasse. Mens forventningsverdien er et punkttestimat, medfører usikkerheten likevel at den ikke bør behandles som punkttestimat. På et tidligere stadium vil estimatet aldri være en eksakt verdi, men det må være treffsikkert nok, som illustrert i Figur 14.



«Det er bedre å treffe omtrentlig enn å bomme helt presist»

**Figur 14 – Så lenge et estimat er forbundet med usikkerhet og det er estimert med bakgrunn i erfaringstall fra andre prosjekter, kan en ikke forvente at et estimat vil være helt presist. Et realistisk nivå for kostnaden, men med en spredning innenfor forventede rammer, vil være fordelaktig framfor tilsynelatende presise estimat som ikke er representative (Samferdselsdepartementet et al., 2016, s. 10).**

For å representere hvordan usikkerhet varierer avhengig av modenheten til et prosjekt, angis det for de ulike estimatklassen en forventet nøyaktighetsgrad. Nøyaktighetsgraden beskriver hvordan faktisk kostnad for et fullført prosjekt må antas å ende sammenlignet med forventningsverdien. Med lav grad av modenhet øker usikkerheten og derfor intervallet for nøyaktighetsgrad. I en lavere estimatklasse vil økt modenhet medføre et mindre spenn på nøyaktighetsgraden.

For estimatklasse 4 oppgir AACEI at 80 % av faktiske kostnader må forventes å falle innenfor nøyaktighetsgraden (AACE International, 2020b, s. 11). Jernbanedirektoratet sin veileder legger likevel til grunn at intervallene for nøyaktighetsgrad kan overskrides, dersom en må legge til grunn «uvanlig høye eller lave usikkerhetsvurderinger [...]» (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 9). For estimatklasse 4 legger Jernbanedirektoratet til grunn en nøyaktighetsgrad på -20 % til +40 %.

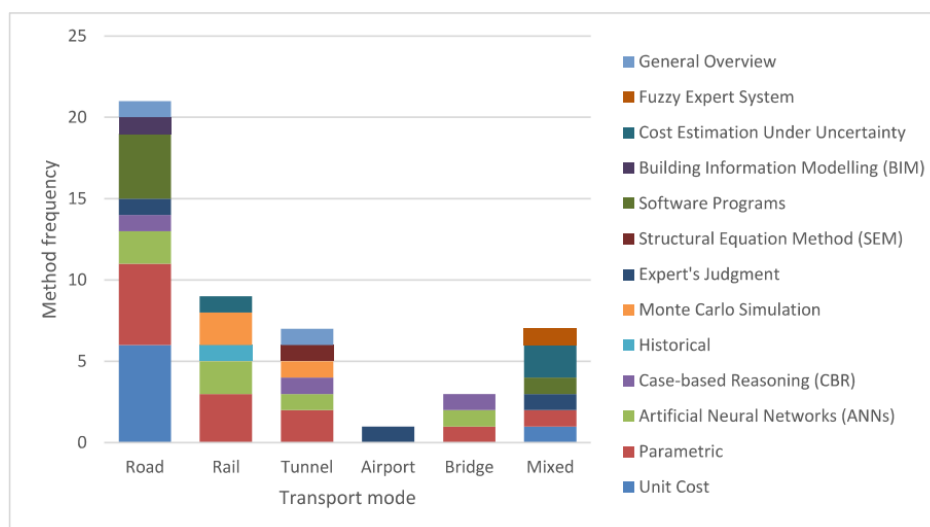
Usikkerheten medfører at en ikke kan forvente at et estimat er eksakt, men det må være treffsikkert nok, og metoden som anvendes må være presis nok for fasen prosjektet er i. At nøyaktighetsgraden er usymmetrisk medfører også at det er sannsynlig at faktisk kostnad blir høyere enn forventet kostnad (Welde, 2014, s. 13).

### 3.4.5 Metoder for kostnadsestimering

Det er to hovedtyper av angrepsmåter for kostnadsestimering; en kan gjøre en sammenligning av kostnad for andre tilsvarende prosjekter, eller lage et estimat med bakgrunn i detaljerte vurderinger av mengder for ulike delelementer med tilhørende påslag. Førstnevnte omtales gjerne som et syntetisk estimat eller ovenfra og ned-estimering, mens sistnevnte er et analytisk eller nedenifra og opp-estimert (Samferdselsdepartementet et al., 2016, s. 10).

Et analytisk estimat krever detaljert informasjon om hvordan tiltaket er utformet, hvilket ikke vil være tilfelle for et tiltak i utredningsfasen. For utredninger omtaler Samferdselsdepartementet et al. (2016, s. 9) syntetiske estimeringsmetoder som mest egnet, med bakgrunn i at en på dette stadiet fatter overordnede beslutninger.

En studie av Barakchi et al. (2017) har kartlagt anvendte estimeringsmetoder i et utvalg infrastrukturprosjekter, og peker på at det foreligger et bredt spekter av metoder. Studien omtaler ikke om og hvordan bruken av metode varierer avhengig av hvilken fase prosjektene er i, men viser at en parametriske estimeringsmetode anvendes i flere kartlagte infrastrukturprosjekter enn øvrige metoder (Barakchi et al., 2017, s. 272). Studien viser videre at metoden anvendes i om lag en tredjedel av jernbaneprosjektene som er kartlagt.



**Figur 15 - Fordeling av estimeringsmetodikk for kostnadsestimering anvendt i et utvalg infrastrukturprosjekter, fordelt på transportform (Barakchi et al., 2017, s. 274).**

Finansdepartementet sin veileder for kostnadsestimering for store statlige prosjekter angir at estimering «skal baseres på anerkjente estimeringsmetoder som er tilpasset bransjen og problemstillingen [...]» (Finansdepartementet, 2008b, s. 4), og angir eksempler på metoder. Magnussen (2013, s. 16) omtaler at et estimat også kan bygges opp av flere ulike estimeringsmetoder.

Uavhengig av metode som anvendes for kostnadsestimering legger Statens prosjektmodell for store investeringer til grunn at det skal gjennomføres en usikkerhetsanalyse (Finansdepartementet, 2019d, s. 12). Gjennom analysen skal en vurdere og analysere hvilke usikkerheter som kan påvirke et prosjekt, og i hvilken grad det kan påvirke kostnadene. Basert på usikkerhetsanalysen beregnes det et forventet tillegg. Dette er et tillegg i kostnad som prosjekter må forvente basert på usikkerheter knyttet til selve estimatet og for hendelser som kan oppstå i gjennomføringen av prosjektet (Finansdepartementet, 2008c, s. 5). Med bakgrunn i usikkerhetsanalysen fastsettes en forventet kostnad og et forslag til kostnadsramme. Førstnevnte tilsvarer kostnaden der det er 50 % sannsynlighet at en vil unngå kostnadsoverskridelser, og består av summen av prosjektets basiskostnad og forventet tillegg. Sistnevnte tilsvarer 85 % sannsynlighet for å unngå overskridelse (Finansdepartementet, 2008a, s. 3).

### 3.4.5.1 Parametrisk estimering

Parametrisk estimering er en form for top-down-estimering, som AACE International (2023a, s. 88) definerer som en statistisk basert metode eller algoritme, der en kan anvende blant annet nøkkeltall fra prosjekter. Jernbanedirektoratet beskriver det videre som en teknikk der «relasjon mellom historiske data og andre variable» benyttes til å estimere et element (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 11). Dette innebærer at en ved med bakgrunn i kostnader for gitte størrelser kan utarbeide nye kostnadsestimat for tilsvarende elementer, selv om disse har andre størrelser.

Mens en med analog estimering vil ta utgangspunkt i et sammenlignbart prosjekt, vil parametrisk estimering ta utgangspunkt i erfaringstall fra flere prosjekter og en større bredde av prosjekter (Government Accountability Office, 2020, s. 109).

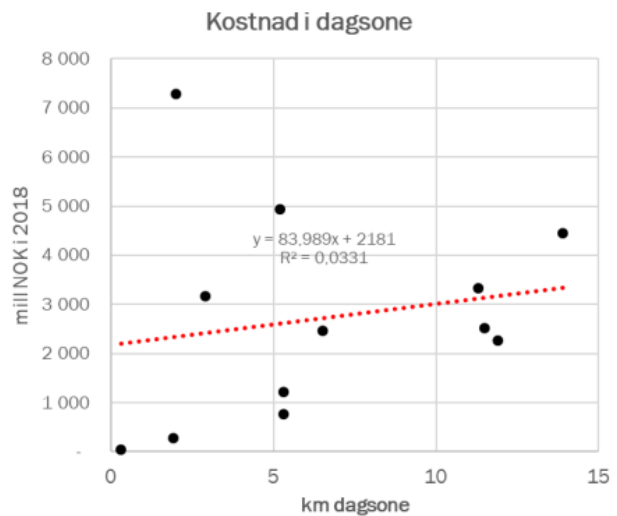
Government Accountability Office (2020, s. 115-116) omtaler at den parametriske metoden har en rekke fordeler for tidligfase. Blant annet trekkes det fram at den er enkel og rask å anvende, at sporbarheten er god, at elementene enkelt kan tilpasses formålet, og at en kan synliggjøre kostnadsdrivere. Barakchi et al. (2017, s. 275) omtaler at metoden trekkes fram som veldig vanlig i konseptfasen på grunn av «det matematiske aspektet, enkeltheten og enkel tilgang på informasjon».

Samtidig krever implementering av metoden tid og kostnader, som en top-down-metode mangler den detaljer, og den er kun så god som erfaringskostnadene den bygger på (Government Accountability Office, 2020, s. 103, 115-116). Organet trekker også fram at parametriske modeller må oppdateres kontinuerlig og kalibreres mot kjente kostnader (Government Accountability Office, 2020, s. 114-115).

Med bakgrunn i at byggeklossmetoden tar utgangspunkt i priser i kjente elementer og anvender en top-down-innretning, er metoden en form for parametrisk estimering.

### 3.4.5.2 Benchmarking

Jernbanedirektoratet sin veileder for kostnadsestimering legger til grunn at en etter utarbeidelse av et kostnadsestimat skal gjennomføre en sammenligning med andre, lignende og gjennomførte prosjekter (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 19-20). En slik benchmarking, eller nøkkeltallsammenligning, er en rimelighetsvurdering som viser hvorvidt estimat avviker fra lignende prosjekter. Dersom en i sammenligningen finner avvik, kan det være grunnlag for at «valg av byggeklosser og bruk av korreksjonsfaktorer må vurderes på nytt». Benchmarking omtales av Magnussen (2013, s. 60) som et grep for å «sikre kvalitet på inngangsdata og kvalitetssikring av resultat [...]».



**Figur 16 - Eksempel på hvordan erfaringstall (sorte prikker) kan anvendes innen parametrisk estimering til å bestemme kostnad på et element i infrastrukturen (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 11).**

### 3.4.6 Korreksjonsfaktorer

Kalibrering, eller korreksjonsfaktorer, er av AACE International (2023a, s. 21) omtalt som «adjustment to an existing model so that it better predicts results found empirically». AACEI omtaler videre at «the estimating process typically employs a number of factors to adjust for market conditions, project location, environmental considerations, and other estimate-specific conditions that are often uncertain and difficult to assess» (AACE International, 2020a, s. 7).

Korreksjonsfaktorer anvendes av Jernbanedirektoratet (2019b, s. 18-19) og Bane NOR (2021) i utarbeidelsen av kostnadsestimat i tidligfase. Direktoratet begrunner bruken med at korreksjonsfaktorer «tar hensyn til særegne forhold som vil ha relativt stor innvirkning på prosjektets kostnad» (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 18). Bane NOR påpeker at «særlig er det viktig å dokumentere/kommentere eventuell bruk av korreksjonsfaktorer» (Björgum, 2020, s. 10). Finansdepartementet (2008b, s. 5) trekker også fram korreksjonsfaktorer som et grep for å tilpasse erfaringskostandene til prosjektet en estimerer. Departementet trekker her frem kompleksitet, teknologiutvikling, lokalisering og stedlige forhold som de viktigste faktorene.

Da KVV InterCity ble utarbeidet var korreksjonsfaktorer ikke innbakt i byggeklossmetoden som Jernbaneverket hadde etablert (Norconsult, 2012a, s. 6). Korreksjonsfaktorer har derfor blitt innført på et tidspunkt etter at byggeklossene ble etablert rundt 2011.

## 3.5 Byggeklossmetoden – bakgrunn og oppbygging

### 3.5.1 Metodikkens bakgrunn

I transportetatens innspill til NTP 2010-2019 anbefalte Jernbaneverket å gjennomføre «mer detaljerte studier av driftskonsept, kapasitetsstudier og langsiktig behov for integrering av høyhastighet i intercity-området» (Avinor et al., 2008, s. 59). I tillegg til en omtale om prioritering av en videre utbygging av InterCity-triangelet (Samferdselsdepartementet, 2009, s. 172), hadde den påfølgende stortingsmeldingen også et fokus på høyhastighetsbaner. I transportplanen skrev daværende regjering at det skal arbeides med å vurdere hvordan konsepter for utbygging av høyhastighetsbaner eventuelt kunne tilpasses norske forhold (Samferdselsdepartementet, 2009, s. 175). I behandlingen av meldingen la flertallet av Transport- og kommunikasjonskomiteen (2009, kap. 6.3.2.1.1) til at:

For alle påfølgende utbyggingsprosjekt i InterCity-triangelet skal det gjøres en konkret vurdering av mulighetene for å tilpasse det aktuelle prosjektet slik at man får en hastighet på minimum 250 km/t [...].

Med bakgrunn i Jernbaneverkets egen anbefaling og føringene fra regjering og Stortinget initierte etaten i 2009 to mulighetsstudier. Studiene tok for seg hvordan togtilbudet kunne bedres mellom Oslo og Halden på Østfoldbanen og Oslo og Skien på Vestfoldbanen, og det ble vurdert ulike alternativer for hastigheter på 200 og 250 km/t (Jernbaneverket, 2011b, s. 2).

Stortingsmeldingens omtale av høyhastighetsjernbaner ble i februar 2010 fulgt opp med mandat til Jernbaneverket om å initiere en høyhastighetsutredning (Samferdselsdepartementet, 2010). Jernbaneverket ble i mandatet bedt om å utrede alternativer for høyhastighetsbaner mellom flere av de største byene i Norge.

Utredningen som fulgte ble gjennomført med bistand fra en rekke konsultantselskap, der rådgivningsselskapet Atkins estimerte de ulike alternativene (Jernbaneverket & Railconsult, 2012, s. 10) med en selvutviklet kostnadsmodell (Atkins, 2012, s. 48).

I arbeidet med de to mulighetsstudiene etablerte Jernbaneverkets rådgiver en modell for estimering av jernbane i tidligfase, bygget opp etter en noe tilsvarende tanke som den benyttet i Høyhastighetsutredningen. Estimeringsmodellen tok for seg de ulike hovedelementene i infrastrukturen, slik som tunnel og dagsone, der hvert element ble gitt en løpemeterpris for komplett infrastruktur. Metoden har siden vært kjent som «byggeklossmetoden», og muliggjorde estimering av større infrastrukturtiltak der definisjonsgraden var begrenset. Kostnaden for byggeklossene var basert på sluttkostnad for tidligere gjennomførte tiltak (Dovre Group Consulting, 2020, s. 15), men i årene før mulighetsstudiene ble startet hadde det blitt gjennomført få større jernbaneprosjekter (Welde & Torp, 2016, s. 29-30). Prosjektene lagt til grunn dekket et spenn på nær 20 år (Norconsult, 2012a, s. 6) (Rambøll, 2012b, s. 3) (Rambøll, 2012a, s. 3), og omfattet i all hovedsak bygging av nye dobbeltspor på Østlandet. Siden byggeklossene er basert på gjennomførte tiltak har de «arvet» forventet tillegg fra disse tiltakene.

Det er Bane NOR som «har ansvaret for byggeklossene, herunder å vedlikeholde og videreutvikle disse» (Bukholm, 2020, s. 5).

### 3.5.2 Tidligere bruk av byggeklossmetoden

Basert på kartlegging av litteratur i denne studien har byggeklossmetoden siden etablering som minimum blitt anvendt i følgende utredninger av Jernbaneverket eller Jernbanedirektoratet:

- Mulighetsstudie Vestfoldbanen og Østfoldbanen (Jernbaneverket, 2011a, s. 39; 2011b, s. 31)
- KVV InterCity (Norconsult, 2012b, s. 6,7; Rambøll, 2012a, s. 3; 2012b, s. 3)
- KVV Voss – Arna (Jernbaneverket, 2015a, s. 36)
- KVV Logistikknutepunkt i Bergensregionen (Jernbaneverket, 2015b, s. 52)
- KVV Østre linjes forbindelse mot Oslo (Duekilde & Kristiansen, s. 5)
- Rutemodell 2027 Østlandet - Kapasitetsøkende tiltak i Brynsbakken (Venbakken, 2015b, s. 2)
- Rutemodell 2027 Østlandet – Kostnadsoverslag for utvidelse av Sandvika stasjon fra 4 til 6 plattformspor (Venbakken, 2015a, s. 2-3)
- KVV Transportsystemet Jaren (Oslo) – Gjøvik – Moelv (Mossige, 2016, s. 37)
- KVV Grenlandsbanen (Johnsen, 2016, s. 5, 37)
- Utredning Kongsberg – Hokksund (Jernbaneverket, 2016b, s. 12)
- Utredning av Nord-Norgebanen (Hillesøy & Siiri, 2019, s. 14)
- Delutredninger knyttet til rutemodeller til NTP 2022-2033, slik som:
  - o Godsstrategi NTP 2022-2033 (Jernbanedirektoratet, 2019a, s. 18)
  - o Halvtimesintervall på Trønderbanen (Jernbanedirektoratet, 2020a, s. 12)
- KVV Kongsvingerbanen (Siiri, 2020, s. 13)
- KVV Hovedbanen Nord (Jernbanedirektoratet, 2020b, s. 13)

### 3.5.3 Byggeklossenes oppbygging

Byggeklossene etablert i 2010 er brutt ned i følgende hovedkategorier:

1. Daglinje enkeltspor
2. Daglinje dobbeltspor

3. Bruer enkeltspor
4. Bruer dobbeltspor
5. Tunnel enkeltspor
6. Tunnel dobbeltspor
7. Kryssingsspor
8. Stasjon
9. Kulvert
10. Diverse

De ti hovedkategoriene er brutt ned i et varierende antall mer detaljerte byggeklosser, avhengig av hva kategorien dekker. Daglinje har som eksempel varianter for ulik grad av kompleksitet, mens stasjon har flere varianter avhengig av antall spor og vertikalplassering.

Avhengig av hva slags egenskaper en byggekloss har oppgis enten kostnad per løpemeter (lm) eller stykkpris. Generelt anvendes løpemeter der utstrekning på byggekloss kan variere, mens stykkpris i hovedsak anvendes der størrelsen for byggekloss er forutbestemt. Løpemeterkostnad berører hovedkategoriene 1-6 og 9, mens stykkpris med få unntak anvendt for hovedkategoriene 7, 8 og 10.

Den enkelte byggekloss består av en rekke underliggende delementer, der delementene lagt til grunn varierer avhengig av hvilken byggekloss det er. For eksempel inkluderer daglinje også kostnad for kryssing av bekker, omlegging av veier og skjæring, mens byggeklosser for tunnel inkluderer slikt som rømningstunneler og tverrslag. Disse delementene representerer hva en på en gjennomsnittlig delstrekning tilsvarende byggeklossen må forvente å gjennomføre av tiltak.

En full oversikt over gjeldende byggeklosser, uten pris, er gjengitt i Vedlegg 1 og 2 for henholdsvis byggeklossene Bane NOR anvender og utvalget av byggeklosser som Jernbanedirektoratet har inkludert i sitt verktøy for kostnadsestimering.

#### 3.5.4 Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering i tidligfase

Jernbanedirektoratet etablerte i 2018 en faggruppe for kostnadsestimering. Hensikten var å øke kompetansen om kostnadsestimering i direktoratet, utarbeide veileder for interne og eksterne ressurser, samt å samarbeide med Bane NOR og andre fagmiljø om estimeringsmetodikk og benchmarking.

Etter opprettelsen ble det for faggruppen utarbeidet et verktøy for utarbeidelse av kostnadsestimat i tidligfase. Verktøyet tar utgangspunkt i byggeklossene tidligere utarbeidet i Jernbaneverket, og som Bane NOR nå forvalter, men antallet byggeklosser ble noe redusert. Bakgrunnen for denne ulikheten kommer ikke klart fram av Jernbanedirektoratet sin veileder for kostnadsestimering, utover at byggeklossene til direktoratet er ment å være «mer overordnet» (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 16).

Forskjellen mellom de to settene av byggeklosser berører blant annet stasjoner, der Jernbanedirektoratet sitt utvalg ikke inkluderer enkelte stasjonsbyggeklosser som er av en mer komplisert art. Det er likevel også andre byggeklosser som ikke er tilgjengelig i Jernbanedirektoratet sitt verktøy, slik som forbikjøringsspor, oppgradering av eksisterende stasjon, tilkobling mellom ny og gammel bane (Tie in), senketunnel, samt byggeklosser som ser ut til å ha blitt skreddersydd for konsepter i KVV InterCity. Nytt i Jernbanedirektoratet sitt verktøy er byggeklosser for grunnverv i landlige og bynære områder (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 16).



Ved hjelp av estimeringsverktøyet genereres basiskostnad, en forventet sluttkostnad for kostnadselementet, samt en forventet statistisk beregnet verdi (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 22). Førstnevnte utgjør summen av estimat for hver byggekloss anvendt i estimatet, og vil normalt være grunnlag for en senere usikkerhetsanalyse. Usikkerhetsanalyser for hvert enkelt tiltak det er utarbeidet estimat for har ikke latt seg gjennomføre innenfor denne studiens avgrensning, og i den kvantitative analysen er det derfor tatt utgangspunkt i forventet statistisk beregnet verdi. Nevnte verdi beregnes ved hjelp av formelen (Figur 17) for forventningsverdi gitt en Erlang-fordeling (Drevland et al., 2005, s. 49), der basis-, og lavt og høyt estimat anvendes.

$$\text{Forventet kostnad} = \frac{\text{Optimistisk} + \text{Mest sannsynlig} * 0,42 + \text{Pessimistisk}}{2,42}$$

**Figur 17 – Formel for forventet kostnad gjennom trinnvis kalkulasjon (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 22).**

Av Jernbanedirektoratet sin veileder for kostnadsestimering kommer det fram at direktoratet har satt forventet nøyaktighetsgrad for estimatklasse 4 til å være -20 % på den lave siden til +40 % på den høye siden (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 9). Lavt og høyt estimat beregnes ut fra basisestimatet for tiltaket. Av formelen for forventet kostnad får en da et forventet tillegg på om lag 8 % for estimatklasse 4.

Verktøyet anvender tre nivåer av korreksjonsfaktor for å kompensere for byggeklossenes egnethet eller eventuelle særegne forhold som kan ha innvirkning på tiltakets kostnad, og åpner opp for å sette verdi på inntil syv kategorier. Korreksjonsfaktoren oppgitt på hver kategori blir multiplisert til en samlet korreksjonsfaktor, som deretter multipliseres med byggeklossen anvendt på en gitt delstrekning for å gi byggeklossens basiskostnad.

De syv kategoriene det angis korreksjonsfaktor på er (prosentvis påvirkning) (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 18):

- Umodent omfang (40 %)
- Interessenter (30 %)
- Naturgitte forhold (15 %)
- Nærføring (5 %)
- Eksisterende bebyggelse og infrastruktur (5 %)
- Tilkomst (5 %)
- Annet (0 %)

Under følger en kort redegjørelse for hva korreksjonsfaktorene er ment å dekke, basert på omtalen i veilederen (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 18-19).

- «Umodent omfang» skal kunne anvendes for å kompensere for tilfeller der modenhet i prosjektet en estimerer er større eller mindre enn prosjektene byggeklossene tar utgangspunkt i. Videre kan den anvendes for å kompensere for at byggeklossene er en gjennomsnittsbetraktning, der tunnelportaler benyttes som eksempel, ved at de kan utgjøre ulik andel av en tunnel avhengig av lengden på tunnel.
- «Interessenter» kan anvendes for å fange opp eventuelt forventet påtrykk fra interne eller eksterne aktører til kostnadsdrivende løsninger, slik som påtrykk fra lokale myndigheter til byutviklingstiltak, eller skjerpede tekniske krav.
- «Naturgitte forhold» berører topografi, grunnforhold og bergkvalitet, som kan påvirke tiltaket både i dagsone og tunneler.

- «Nærføring» kan anvendes for å justere kostnad på elementer der det er ventet nærføring til eksisterende infrastruktur. Graden av kompleksitet i avviklingen av togtrafikken vil her være styrende for nivå.
- «Eksisterende bebyggelse og infrastruktur» har sin bakgrunn i at byggeklossene tar utgangspunkt i prosjekter gjennomført på Østlandet/Sør-Norge (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 19), og kostnad på elementer i mindre tettbygde strøk kan derfor vurderes justert ned.
- «Tilkomst» tar hensyn til hvor krevende adkomst og tilgjengelighet til anlegget og rigg er. Dette kan for eksempel benyttes til å kompensere for stor lengde på anleggsvei mellom rigg og anlegg.

Veilederen åpner for at vektning mellom de ulike korreksjonsfaktorene kan endres ved behov av prosjektteamet som utarbeidet kostnadsestimatet, så lenge totalen utgjør 100 % (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 18).

De tre nivåene for korreksjonsfaktorene er i direktoratet sitt estimeringsverktøy gitt følgende tre standardverdier (Pedersen & Horn, 2018):

- «Lav», med verdi «0,8»
- «Middels», med verdi «1,3»
- «Høy», med verdi «2»

Verdiene er ment å være forslag (*Brukerveiledning for "MAL kostnadsestimering", s. 1*), og det er derfor mulig å endre disse i verktøyet.

## 4 Resultater

### 4.1 Introduksjon til kapittelet

Kapittelet presenterer og omtaler resultatene fra studiens kvantitative analyse og intervjuer, med en tilhørende leseveiledning for førstnevnte.

### 4.2 Leseveiledning

Som omtalt i kapittel 2.3.1 gjensto seks store tiltak og 14 mindre tiltak etter andre siling. Henholdsvis fire og syv infrastrukturtiltak ble videreført til kostnadsestimering. Hvordan denne analysen er utført er nærmere beskrevet i kapittel 2.3.2, der det også kommer fram hva de ulike kostnadsestimatene representerer.

Under redegjøres det kort hvordan resultatene kan leses, før resultatene fra den kvantitative studien presenteres. Presentasjonen er inndelt slik at resultat og årsak for avvik først vises for ulike framgangsmåter for samme tiltak, før resultat presenteres avhengig av framgangsmåte for kostnadsestimering. Dette er gjort med bakgrunn i at flertallet av forskningsspørsmålene har samme indikator, og fordi det har vært nødvendig å synliggjøre årsakene for det enkelte tiltak.

Alle verdier vist i figurene i de påfølgende kapitlene angir i hvilken grad studiens ulike kostnadsestimat varierer i forhold til kostnadsprognose/faktisk kostnad for de samme tiltakene. Forskjell mellom kostnadsprognose og faktisk kostnad er nærmere beskrevet i kapittel 2.3. Et negativt avvik innebærer at et kostnadsestimat laget ved hjelp av byggeklossene er lavere enn faktisk kostnad/kostnadsprognose, slik at det representerer en underestimering. Dersom et KVVU-estimat er lavere enn kostnadsprognose tilsier det at tiltaket av ulike årsaker har hatt en kostnadsvekst siden konseptvalgutredningen. Motsvarende vil et positivt avvik innebære at byggeklossene gir et for høyt estimat, slik at en overestimerer kostnaden i et gitt tiltak. En forklaring på hva eventuelle avvik skyldes er nærmere forklart i delkapitlene for de ulike tiltakene i kapittel 4.3.

### 4.3 Resultater fra kvantitativ analyse

#### 4.3.1 Resultater store tiltak

##### 4.3.1.1 Farriseidet – Porsgrunn

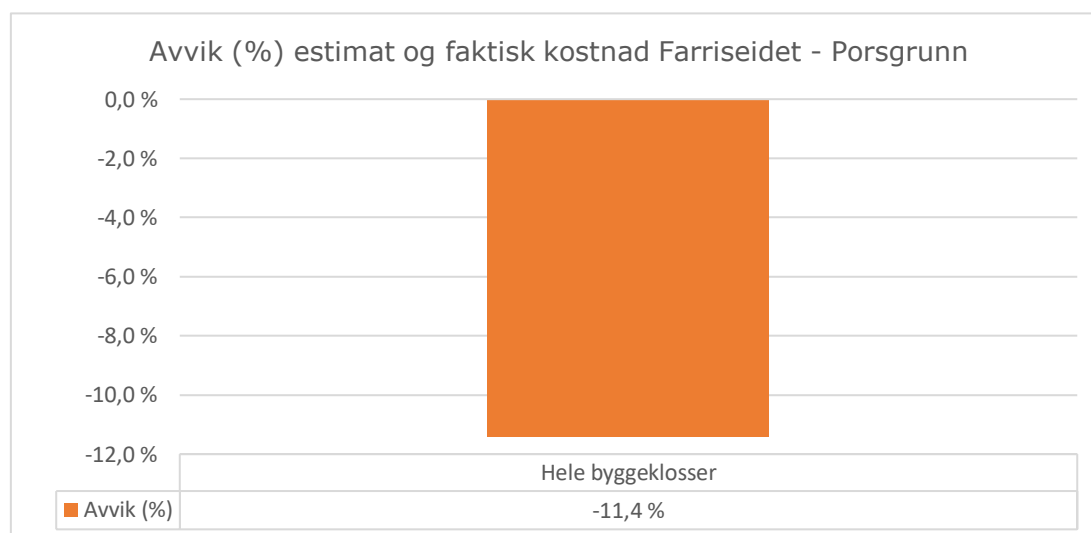
Tiltaket innebar i hovedsak bygging av 22,5 km dobbeltspor i ny trasé mellom Larvik og Porsgrunn på Vestfoldbanen. Mens tiltaket ble besluttet igangsatt forut for at KVVU InterCity ble ferdigstilt, inngår det i InterCity-satsningen på Vestfoldbanen. Da strekningen åpnet i 2018 erstattet den en kurverik og lengre trasé fra Vestfoldbanens åpning i 1881. Den nye strekningen ble dimensjonert for 250 km/t, og muliggjorde i første omgang en reisetidsinnkorting på 20 minutter mellom Larvik og Porsgrunn, slik at reisetiden ble redusert fra 32 til 12 minutter. Tiltaket muliggjorde også forlengelse av flere avganger mellom Larvik og Skien, der flere avganger tidligere hadde blitt betjent med buss.

Den nye banen går gjennom et kupert terreng. Strekningens syv tunneler utgjør i alt 14,5 km av strekningen, der den lengste er over 4,5 kilometer lang. Tunnelene medførte utfylling av en rekke deponier og fyllinger i nærområdet, samt noen lengre rømningstunneler. Tiltaket har også en rekke bruer, der de to lengste, Ønna bru og Hallevannet bru, har lengder på henholdsvis 230 meter og 436 meter. Tiltaket innebar også mindre endringer på Porsgrunn stasjon, samt signaltiltak på Brevikbanen, samt på Porsgrunn og Borgestad stasjon.

Anlegget hadde nærføring i endepunktene ved Farriseidet og mellom Eidanger og Porsgrunn stasjon, der særlig arealet ved Farriseidet var begrenset grunnet nærhet til Farris og Statens vegvesen sitt prosjekt for ny E18 forbi Larvik.

**Tabell 3 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Farriseidet - Porsgrunn.**

Tiltak	Faktisk kostnad (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Hele byggeklosser	8 972	7 947	-11,4 %



**Figur 18 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Farriseidet - Porsgrunn. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad.**

Siden tiltaket ble utredet og besluttet igangsatt før KVV InterCity er det kun utarbeidet et kostnadsestimat som representerer tiltaket slik det er bygget. Det ble ikke gjort vesentlige ombygginger av stasjoner som del av tiltaket, og det er derfor kun utarbeidet ett kostnadsestimat uten endringer av byggeklossene.

I estimatet er det i dagsoner anvendt en blanding av dobbeltspor med enkle og middels byggeforhold, mens det i tunnelene i hovedsak er forutsatt enkle byggeforhold. Korreksjonsfaktorene som gjelder kompleksitet er i stor grad satt til «Middels» eller «Lav», bortsett fra særskilte objekter som Hallevannet bru og steder med fordyrende anleggsveger. Begge deler er gjort med bakgrunn i tilgjengelig informasjon anvendt for tiltaket, som har vært begrenset. Dersom kompleksitet i flere av elementene har vært undervurdert i denne studien vil avviket mellom kostnadsestimat og faktisk kostnad reduseres.

Avviket mellom kostnadsestimat fra studien og kostnadsprognosen faller innenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4, men innebærer noe underestimering.

#### 4.3.1.2 Nykirke – Barkåker

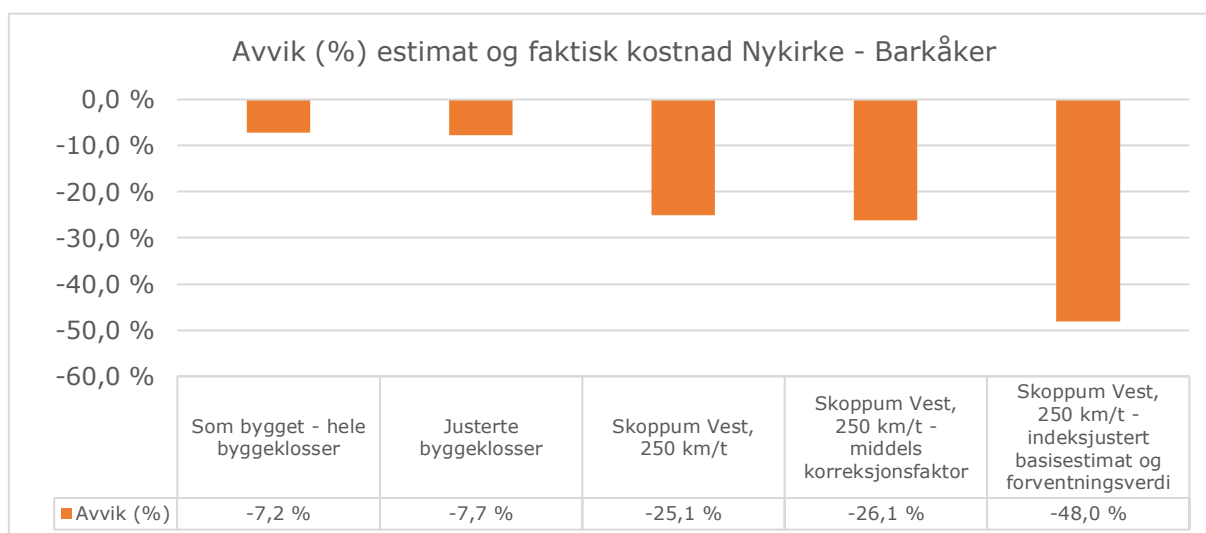
Tiltaket innebærer 13,6 km dobbeltspor i ny trasé mellom Nykirke og Barkåker og er del av InterCity-utbyggingen på Vestfoldbanen. Strekningen blir dimensjonert for 250 km/t, og skal muliggjøre redusert reisetid og økt frekvens på persontogtilbudet nord for Tønsberg. I hver ende av dobbeltsporparsellen kobles ny trasé til eksisterende dobbeltspor. Tiltaket innebærer en ny Horten stasjon sørvest for Skoppum, til erstatning for dagens Skoppum stasjon.

Tiltaket innebærer noen lengre betongkulanter og tunneler, samt enkelte korte bruer og en viltovergang. Deler av stasjonen er bygget opp i terrenget eller på betongkonstruksjoner. Traseen veksler mellom å gå gjennom bebodde områder til å gå gjennom landbruks- og skogsområder. Tiltaket er planlagt ferdigstilt i 2025.

**Tabell 4 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Nykirke - Barkåker.**

Tiltak	Kostnadsprognose (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Som bygget - hele byggeklosser	7 407	6 874	-7,2 %
Justerte byggeklosser	7 407	6 835	-7,7 %
Skoppum Vest, 250 km/t	7 407	5 549	-25,1 %
Skoppum Vest, 250 km/t - middels korreksjonsfaktor	7 407	5 472	-26,1 %
Skoppum Vest, 250 km/t - indeksjustert basisestimat og forventningsverdi	7 407	3 848	-48,0 %

Som det kommer fram av Tabell 4 og Figur 19 faller studiens to kostnadsestimat for bygget anlegg innenfor nøyaktighetsgraden Jernbanedirektoratet har satt for estimatklasse 4 på henholdsvis -20 %/+40 %.



**Figur 19 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Nykirke - Barkåker. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose.**

I overkant av 0,5 % av avviket for de to estimatene kan forklares med at fjerning av eksisterende spor ikke er inkludert i estimatet. Dette skyldes manglende byggekloss for et slikt element, og at fjerning av eksisterende spor ikke ble inkludert gjennom et påslag.

Likheten mellom de to variantene for bygget anlegg indikerer at bruken av en «justert» byggekloss på Horten stasjon har liten innvirkning på resultatet. Dette skyldes at elementene som er brukt for å representere stasjonen kun utgjør 13,8 % og 11,8 % av forventet kostnad for henholdsvis estimat med hele byggeklosser og estimat med justerte byggeklosser. Utenom ulik bruk av byggekloss for stasjonen er de to estimatene ellers identiske.

For studiens KVVU-estimer foreligger det fra konseptvalgutredningen kun informasjon om hvilke byggeklosser som er anvendt (Rambøll, 2012b, s. 47-49). Den manglende detaljeringen av konseptet gjør bruken av korreksjonsfaktorer usikker, og flere av faktorene er derfor satt til «Middels». Avviket mellom de to KVVU-estimatene er derfor begrenset.

Siden de to KVVU-estimatene har et vesentlig avvik fra kostnadsprognose er årsak nærmere undersøkt. Det ser ut til å være flere årsaker til avviket. En mindre årsak er manglende kostnad for grunnverv for konseptet i KVVU InterCity, som i kostnadsestimatene for bygget anlegg utgjør 177 mill. 2021-kr. Årsaker av større betydning er antallet og typen elementer anvendt i basis for KVVU-estimatene. I KVVU-estimatene er anvendte elementer både færre i antall og av en enklere art enn elementene anvendt i estimat som representerer bygget anlegget. Eksempelvis bygges det betongkølverter på Kopstad og Skoppum, mens slike elementer ikke er å finne i konseptvalgutredningens basis for kostnadsestimat. Videre ble det i KVVU InterCity lagt til grunn én bergtunnel på 1,1 km (Rambøll, 2012b, s. 47), mens tiltaket innebærer bygging av om lag 3,3 km bergtunnel. De anvendte byggeklossene for betongkølvert og bergtunnel har en løpemeterpris som henholdsvis er om lag 4,5 og 2,9 ganger høyere enn byggeklossen anvendt på samme sted i konseptvalgutredningen. Forventet kostnad for tunneler og betongkølverter i estimat for bygget tiltak er på om lag tre milliarder, mot om lag 700 millioner kroner i KVVU-estimatene.

Videre anvendte konseptvalgutredningen den enkleste byggeklossen for dobbeltspor i dagsone på steder der tiltaket som bygges har tunnel eller betongkølvert. Tilsvarende det i KVVU anvendt enkleste byggekloss for dobbeltspor i dagsone på steder der denne studien anvender byggekloss med middels vanskelighetsgrad. Byggekloss med middels vanskelighetsgrad har en pris om lag 1,6 høyere en kloss med lav vanskelighetsgrad.

Samlet vil forskjellene i valg av elementer og kompleksitet på byggeklossene forklare hovedvekten av avviket mellom kostnadsestimat fra KVVU og kostnadsprognose.

Avviket til kostnadsprognose medfører at begge KVVU-estimat faller utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4.

Avviket til kostnadsprognose medfører at estimatet *Skoppum Vest – indeksjustert basisestimat og forventningsverdi* faller utenfor forventet nøyaktighet som Jernbanedirektoratet legger til grunn for estimatklasse 4. Forskjellen mellom nevnte estimat og de to KVVU-estimatene er noe større enn det manglende bruk av korreksjonsfaktorer skal utgjøre.

### 4.3.1.3 Venjar – Langset

Tiltaket innebærer 13,5 km dobbeltspor, hvorav strekningen mellom Venjar på Gardermobanen og Eidsvoll stasjon utvides fra enkelt- til dobbeltspor, mens det bygges nytt dobbeltspor på strekningen mellom Eidsvoll stasjon og Langset på Dovrebanen. Tiltaket innebærer ombygging av deler av Eidsvoll stasjon, blant annet for å muliggjøre magasinering av godstog og vending av regiontog. Tiltaket er del av InterCity-utbyggingen på Dovrebanen. Tiltaket er i hovedsak dimensjonert for en hastighet på 200 km/t, og muliggjør blant annet redusert reisetid, og på sikt økt frekvens for togtilbudet til Hamar.

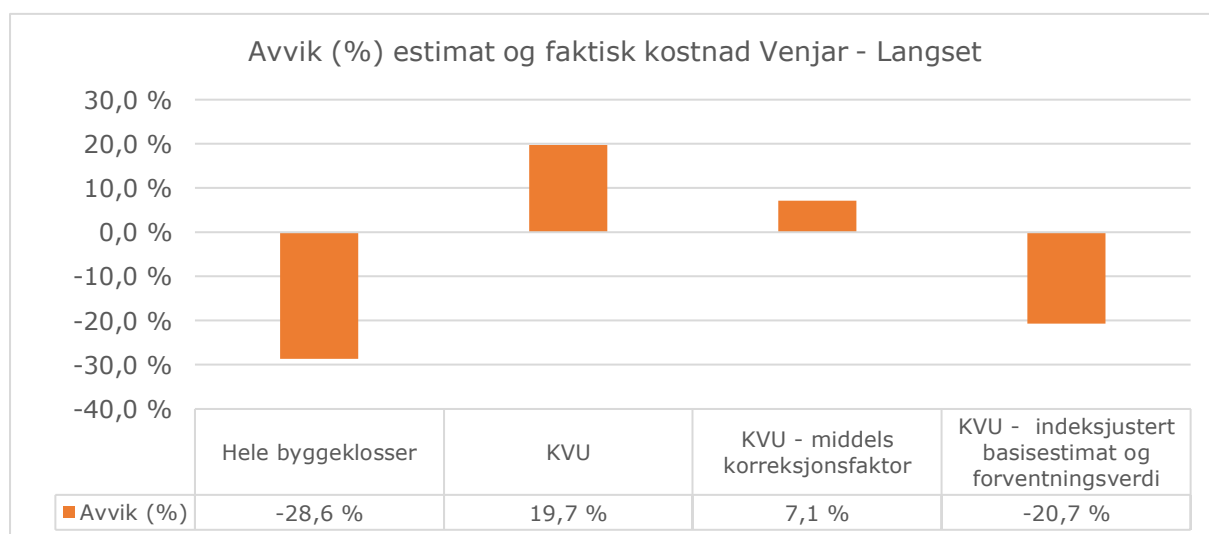
Tiltaket innebærer en lengre løsmassetunnel, to betongkulverter, samt flere bruer i ulik lengde, der Minnevika bru på 836 meter blir landets lengste jernbanebru ved åpning. Minnevika bru er fundamentert i løsmasser grunnet stor dybde til fjell, og har over seilingsløpet i Vorma stor spennvidde. Øvrige deler av tiltaket går gjennom landskapsområder preget av raviner, skrånende terreng med løsmasser mot jernbanen, samt nærhet til Vorma. Det er nærføring til eksisterende bane på store deler av tiltaket.

Deler av tiltaket ble tatt i bruk i 2022, mens resterende deler er planlagt ferdigstilt høsten 2023.

Det har ikke vært nødvendig å utarbeide et «justert» estimat som representerer tiltaket slik det er bygget. Dette skyldes at tiltaket i liten grad er vurdert å omfatte ombygging av Eidsvoll stasjon. Estimater inkluderer derfor ingen stasjonsbyggekloss slik Nykirke – Barkåker gjør.

**Tabell 5 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Venjar - Langset.**

Tiltak	Kostnadsprognose (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Hele byggeklosser	6 538	4 669	-28,6 %
KVU	6 538	7 826	19,7 %
KVU - middels korreksjonsfaktor	6 538	7 000	7,1 %
KVU - indeksjustert basisestimat og forventningsverdi	6 538	5 184	-20,7 %



**Figur 20 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Venjar - Langset. Negativ verdi innebærer at estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose.**

Kostnadsestimatet for Venjar – Langset skiller seg fra øvrige estimat for store tiltak, både for slik tiltaket er bygget og KVVU-estimatene. Samtlige estimat er derfor undersøkt nærmere.

Av dokumentasjonen for Dovrebanen i KVVU InterCity (Rambøll, 2012a, s. 19-22) kommer det fram at basis for estimat for Venjar – Langset blant annet innebar:

- Bygging av nytt dobbeltspor mellom Venjar og Wergelandstunnelen, på en strekning der det allerede var enkeltspor fra etableringen av Gardermobanen. Prosjektet Venjar – Langset har utvidet dette enkeltsporet til dobbeltspor. Samlet utgjør dette om lag en dobling av kostnadene sammenlignet med kostnadene for samme strekning i estimatet for bygget anlegg.
- Ombygging av Eidsvoll stasjon, selv om stasjonen i svært begrenset grad er bygget om i faktisk anlegg.
- En 616 meter lang bru med store spennvidder langs Vormå, der tiltaket innebærer en 65 meter lang bru med ca. 20 meter lange spennvidder. Samlet utgjør bruene nord for Eidsvoll i KVVU om lag 0,9 milliarder høyere kostnad sammenlignet med estimat for bygget anlegg.

Ulikhetene innebærer at et større og mer komplisert omfang lå til grunn for KVVU InterCity enn det som faktisk er bygget og er under bygging. Dersom tiltaket ble bygget med tilsvarende omfang som i KVVU InterCity antas kostnadsprognosen å øke tilsvarende.

Det har vært forsøkt å kartlegge mulige årsaker for det store avviket mellom kostnadsprognose og estimat for bygget anlegg. Avviket ser ut til å skyldes:

- At byggeklossene alene ikke kan representere alle elementer i tiltaket.
- Spenn på og vektning av korreksjonsfaktorene.
- At fjerning av eksisterende spor ikke er inkludert grunnet manglende byggekloss.

Byggeklossene kan i seg selv være en medvirkende årsak dersom de i utilstrekkelig grad gjenspeiler kompleksiteten. Byggeklossene for bru er et slikt eksempel, der de ulike variantene av klossene kun varierer avhengig av lengde på bruspenn. At byggeklossene for bru ikke hensyntar kompleksitet skiller disse klossene fra flertallet av øvrige byggeklosser. Siden Minnevik bru ikke er fundamentert på fjell, kan dette tilsi en høyere pris enn det byggeklossen reflekterer. Når korreksjonsfaktor for grunnforhold er vektet med bare 15 %, blir muligheten til å heve kostnaden på dette elementet i estimatet tilsvarende begrenset.

Gjennom studiens intervjuer har det kommet fram at tiltaket innebærer vesentlige og kostbare endringer i eksisterende sikringsanlegg, samt at gjennomføringen er inndelt i svært mange faser. Hva kostnad for signaltiltak og faseinndeling representerer ble ikke oppgitt i intervjuet. Uavhengig av størrelse vil dette være kostnader som ikke fanges opp gjennom byggeklossene brukt på tiltaket eller byggeklossmetoden. Dersom kostnaden var kvantifisert på annet vis ville resultatet vært annerledes.

Tiltaket medfører en vesentlig mengde masseforflytning og deponering. Dersom omfanget er større enn hva tiltakene byggeklossene er basert på innebar, kan dette også være en medvirkende årsak til avviket.

Byggeklossen for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor er anvendt på om lag en fjerdedel av tiltakets utstrekning. Dersom denne byggeklossen har en lite presis kostnad vil dette derfor påvirke nøyaktigheten på kostnadsestimatet. Om det faktisk er tilfelle har studien ikke kunne påvise. Denne byggeklossen er ikke anvendt i øvrige store tiltak i studien.



Eksempler på andre elementer som ikke er med i kostnadsestimatet for bygget tiltak er opparbeidelse av sykkelvegen Vormtråkk langs Vorma til Langset. Dette er et tiltak som ikke kan representeres med byggeklosser, men er av et omfang som i begrenset forklarer avviket fra kostnadsprognose.

Både nord og sør for Eidsvoll innebærer tiltaket bygging nær en bane der trafikk skulle opprettholdes i anleggsfasen. Strekningen som berøres utgjør om lag ni av anleggets 13,5 kilometer. Siden deler av tiltaket går gjennom ravinelandskap og langs Vorma er det få angrepspunkter, mens Minnevik bru er fundamentert i løsmasser. Dette har medført at sentrale korreksjonsfaktorer som nærføring, grunnforhold og tilgjengelighet er vurdert til å være «Høy». Standardverdiene for disse faktorene i Jernbanedirektoratet sitt verktøy utgjør til sammen 25 % av vektingen. Når disse korreksjonsfaktorene er vektet så lavt vil hevingen av estimatet være begrenset, selv med en «Høy» verdi. For dagsonen sør for Eidsvoll stasjon forsterkes dette av at estimatet benytter byggeklossen for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor med lite eller ingen bebyggelse. Det finnes ikke varianter for denne byggeklossen som hensyntar ulik kompleksitet.

Som det kommer fram av kapittel 3.5.4 har standardverdien for korreksjonsfaktoren «Høy» en verdi på «2». Denne verdien begrenser hvor høyreskjævt et komplisert element kan justeres i forhold til byggeklossens kostnad. Dette berører særlig elementer der det ikke finnes byggeklosser med ulik grad av kompleksitet, slik som bruer. Sammen med den lave vektingen av korreksjonsfaktor for grunnforhold vil det gi et lite spenn mellom kostnad for et enkelt og et komplisert element.

I konseptvalgutredningen utgjorde fjerning av eksisterende spor ca. 38 mill. 2021-kr. Dette tilsvarer om lag 0,6 % av avviket mellom kostnadsprognose og estimat som representerer bygget tiltak.

Det har ikke vært mulig å konkludere i hvilken grad samtlige bakenforliggende årsaker bidrar til avviket mellom kostnadsprognose og estimat for bygget tiltaket. Av størst betydning er korreksjonsfaktorene sin vekting, at det er elementer som ikke kan representeres med byggeklossene, og at enkelte byggeklosser ikke har varianter for å representere ulik kompleksitet.

Samlet kan KVVU-estimatene framstå som mer presise, men dette skyldes et økt omfang i KVVU. Samlet virker byggeklossene alene å være mindre representative for et tiltak som Venjar – Langset, samtidig som bruken av standardverdier i Jernbanedirektoratet sitt verktøy medfører uheldige utslag.

#### **4.3.1.4 Kleverud – Åkersvika**

Tiltaket innebærer 29,7 km dobbeltspor i ny trasé på Dovrebanen mellom Kleverud og Åkersvika i Stange kommune, som knyttes til eksisterende dobbeltspor langs Mjøsa ved Kleverud. Tiltaket er del av InterCity-satsningen på Dovrebanen. Strekningen blir dimensjonert for 250 km/t og skal muliggjøre økt frekvens og redusert reisetid sør for Hamar.

Av konstruksjoner innebærer tiltaket innebærer blant annet en 3,1 kilometer lang bergtunnel ved Espa, en 1040 meter lang betongbru over Tangenvika, betongkulverter i tettbygd strøk, samt flere andre mindre betongkonstruksjoner. Tiltaket innebærer videre en ny stasjon og forbikjøringsspor for godstog på Tangen, en ombygget stasjon på Stange med forbikjøringsspor for godstog, samt en ny tilkobling til Sørli tømmerterminal sør for Stange. Tiltaket innebærer også begrensede og midlertidige tiltak på Hamar stasjon. Utenom søndre del av tiltaket går det i hovedsak i dagsone preget av skog eller landbruksområder, der sistnevnte områder også har innsalg av alunskifer.

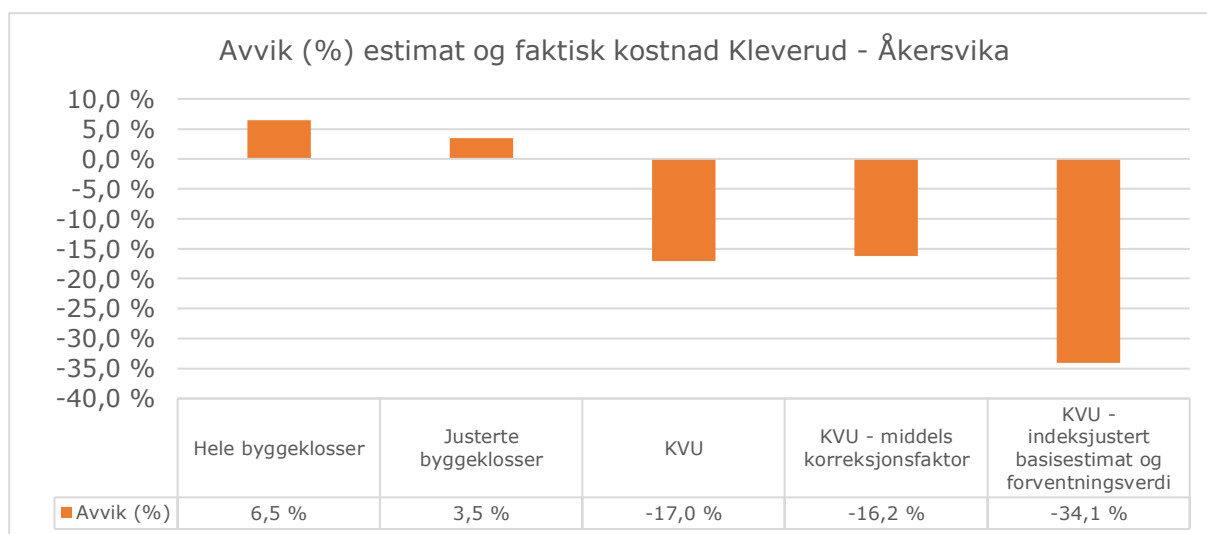
Tiltaket har nærføring til eksisterende bane med trafikk i søndre ende ved Kleverud, fra Sørli til Stange, gjennom deler av Ottestad, i Åkersvika og på Hamar stasjon.

Tiltaket er planlagt ferdigstilt i 2027. Arbeidene er igangsatt på de mest kompliserte delene av tiltaket, mens kontrahering er i ulike stadier på de nordre delene av tiltaket.

**Tabell 6 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Kleverud - Åkersvika.**

Tiltak	Kostnadsprognose (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Hele byggeklosser	14 455	15 392	6,5 %
Justerte byggeklosser	14 455	14 960	3,5 %
KVU	14 455	11 994	-17,0 %
KVU - middels korreksjonsfaktor	14 455	12 110	-16,2 %
KVU - indeksjustert basisestimat og forventningsverdi	14 455	9 531	-34,1 %

Utenom kostnadsestimatet som tar utgangspunkt i basisestimat fra KVU InterCity, faller øvrige estimat innenfor nøyaktighetsgrad for estimatklasse 4. For alle tilfeller kan bruken av byggeklossene og/eller metoden derfor anses være akseptabel, men KVU-estimatene gjør dette med noe lav margin. Mens forholdet mellom de ulike estimatene i stor grad samsvarer med tilsvarende estimat for Nykirke – Barkåker, er størrelsen på avvikene noe ulike.



**Figur 21 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Kleverud - Åkersvika. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose.**

Som for Nykirke – Barkåker har alternativ bruk av stasjonsbyggeklossene ingen vesentlig innvirkning på resultatet. Dette skyldes at stasjonene representerer til sammen 12,7 % og 10,2 % for henholdsvis estimat med hele byggeklosser og estimat der byggeklosser er tilpasset anlegget som bygges.

Grunnerverv er inkludert i enkelte av parsellene for Konsept 4B i KVU InterCity. Dette ble gjort i form av et påslag på entreprisestimat (Rambøll, 2012a, s. 7). Siden det ikke forelå byggeklosser for grunnerverv har derfor dette påslaget blitt inkludert i

basisestimaterne for de to KVV-estimatene. Framgangsmåte for dette er beskrevet i kapittel 2.3.2.3.1. I 2021-kr utgjør grunnverv i KVV-estimatene 145 mill. kr, mot 1 281 mill. 2021-kr. i estimatene som representerer bygget anlegg. Ulikheten i størrelse kan forklare nærmere halvparten av avviket mellom estimatene fra KVV InterCity og kostnadsprognosen for tiltaket, men ikke hele.

Resterende forskjell ser i hovedsak ut til å skyldes et større omfang av bruer og kulverter i bygget tiltak sammenlignet med hva KVV la til grunn. Anlegg under bygging inkluderer blant annet kryssinger av fylkes- og lokalveger og faunapassasjer (Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen AS, 2016, s. 28) (Ramböll & Sweco, 2020, s. 66). Slike element har om lag fire ganger høyere løpemeerpris enn byggeklossene for dagsone anvendt i konseptvalgutredningen, som i hovedsak er den enkleste tilgjengelig. Sistnevnte, sammen med noe lavere kostnader for Hestnestunnelen nord for Kleverud ser ut til å utgjøre mesteparten av avviket. I basis for KVV-estimatene er det også oppgitt byggekloss for bergtunnel gjennom Ottestad (Ramböll, 2012a, s. 19), der bygget anlegg vil innebære en betongkulvert (Ramböll & Sweco, 2020, s. 70). Byggeklossen for bergtunnel har en noe lavere løpemeerpris enn betongkulverten som skal bygges i dette området, men dette kompenseres for større lengde på tunnel i KVV-estimatet enn kulvert i bygget anlegg.

Kostnadsestimatene for bygget tiltak inkluderer en mindre kostnad for midlertidige endringer på Hamar stasjon. Midlertidige endringer er ikke med i KVV-estimatet siden konseptet forutsatte en ny stasjon på Hamar. Siden et slikt grep i utgangspunktet ikke har vært del av prosjektet Kleverud – Åkersvika, har kostnaden for en ny Hamar stasjon derfor blitt holdt utenfor KVV-estimatene. Dersom dette hadde vært inkludert i KVV-estimatet ville avviket til kostnadsprognose mer enn halveres.

Samlet ser basis for kostnadsestimatet i konseptvalgutredningen å innebære et noe mindre og enklere omfang enn det som faktisk bygges, samt vesentlig mindre omfang av grunnverv enn det bruken av Jernbanedirektoratets byggeklosser kan tilsi.

I forhold til Nykirke – Barkåker er forskjellen mellom studiens KVV-estimat og indeksjustert basisestimat mindre, der ulikheten i hovedsak ser ut til å skyldes større grad av «Lav» korreksjonsfaktorer på Kleverud – Åkersvika enn i førstnevnte tiltak. Det indeksjusterte basisestimatet faller like fullt utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4, der forskjellen fra KVV-estimatene skyldes bruken av korreksjonsfaktorer i sistnevnte.

## 4.3.2 Resultater mindre tiltak

### 4.3.2.1 Stasjonstiltak

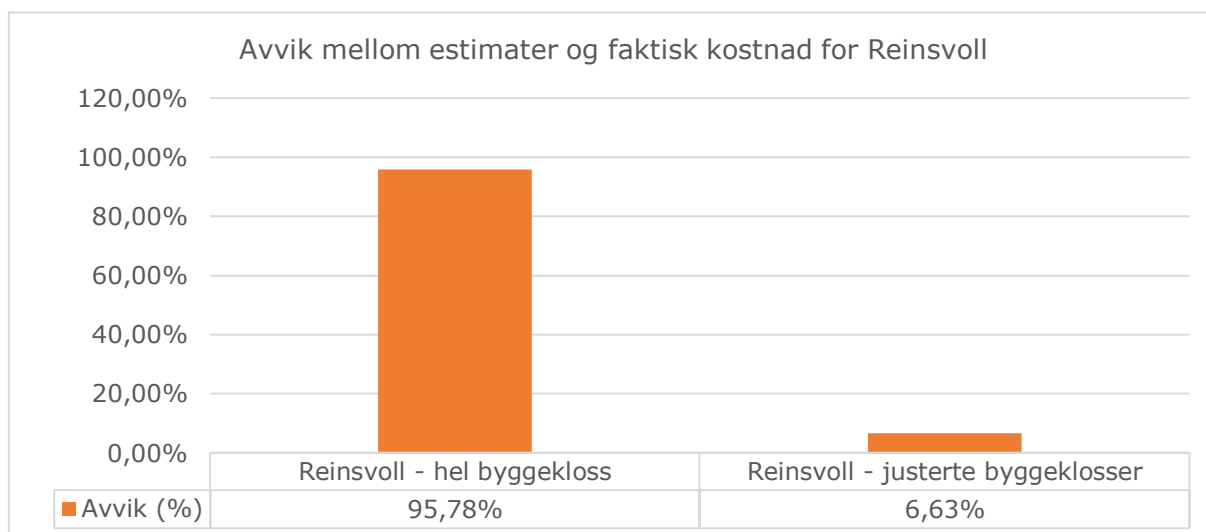
#### 4.3.2.1.1 Reinsvoll stasjon

Tiltaket innebar etablering av stasjon med mulighet for samtidig passasjerutveksling av to persontog på Gjøvikbanen, der hensikten var å muliggjøre timesintervall på regiontog mellom Oslo og Gjøvik.

Som del av tiltaket er det etablert et kryssingsspor med mulighet for at to tog kan kjøre inn på stasjonen samtidig, omtalt som «samtidig innkjør», og to om lag 220 meter lange plattformer som er forbundet med en overgangsbru. Tiltaket åpnet i 2022.

**Tabell 7 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Reinsvoll stasjon.**

Tiltak	Faktisk kostnad (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Reinsvoll - hel byggekloss	166	325	95,78 %
Reinsvoll - justerte byggeklosser	166	177	6,63 %



**Figur 22 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Reinsvoll stasjon. Positiv verdi angir at estimat ligger over tiltakets faktiske kostnad.**

Avviket mellom kostnadsprognose og estimat som benytter «hel byggekloss» faller langt utenfor nøyaktighetsgraden Jernbanedirektoratet forventer for estimatklasse 4. Avviket ser delvis ut til å kunne forklares med at byggeklossen for stasjoner har et større omfang enn det faktiske tiltaket.

I estimatet med «justerte byggeklosser» er det anvendt en kombinasjon av byggekloss for kryssingsspor, gitt løpemeterpris, samt deler av en stasjonsbyggekloss. Estimaten faller godt innenfor forventet nøyaktighet som direktoratet legger til grunn for estimatklasse 4.

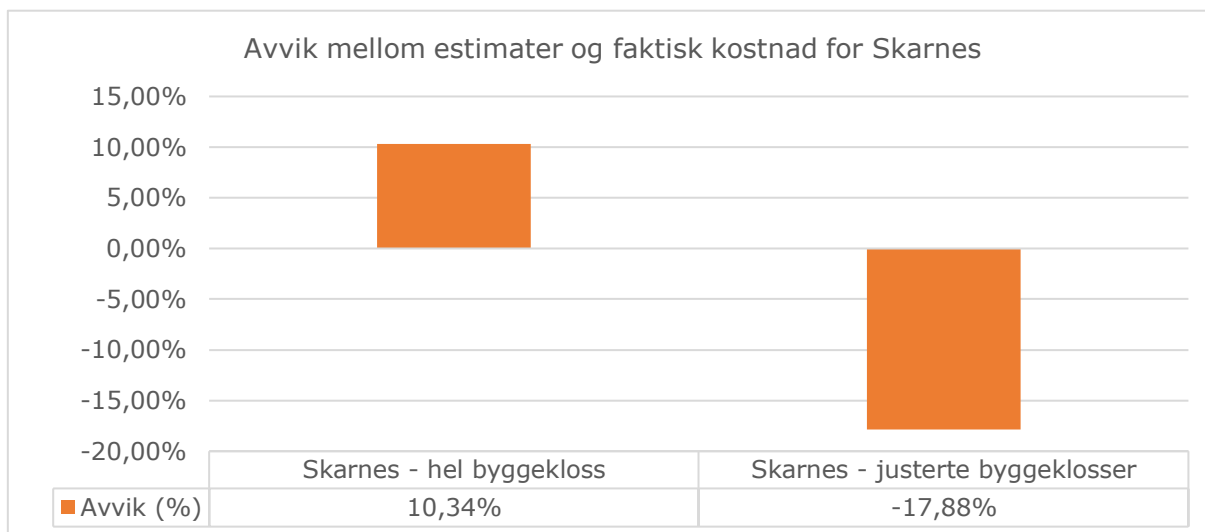
#### **4.3.2.1.2 Skarnes stasjon**

Tiltaket innebar ombygging av eksisterende stasjon, med etablering av to 220 meter lange sideplattformer sammenkoblet med en undergang og oppgradering av stasjonsarealene. Underveis i prosjektet ble omfang utvidet til å også inkludere forlengelse av kryssingssporet for å muliggjøre samtidig innkjør.

Tiltaket hadde til hensikt å muliggjøre samtidig passasjerutveksling av to doble togsett, samt effektive kryssinger av lange godstog. Sistnevnte er med på å øke kapasiteten på Kongsvingerbanen. Tiltaket åpnet i 2022.

**Tabell 8 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Skarnes stasjon.**

Tiltak	Faktisk kostnad (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Skarnes - hel byggekloss	358	395	10,34 %
Skarnes - justerte byggeklosser	358	294	-17,88 %



**Figur 23 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Skarnes stasjon. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad.**

Avviket mellom kostnadsprognose og estimat som benytter «hel byggekloss» faller innenfor nøyaktighetsgraden Jernbanedirektoratet forventer for estimatklasse 4.

I estimatet med «justerte byggeklosser» er det anvendt en kombinasjon av byggekloss for kryssingsspor, gitt løpemeterpris, samt deler av en stasjonsbyggekloss. Lengden på elementet som representerer stasjonen er om lag tilsvarende lengden på plattformene. Samlet gir det et estimat som med noe margin faller innenfor forventet nøyaktighet som Jernbanedirektoratet legger til grunn for estimatklasse 4.

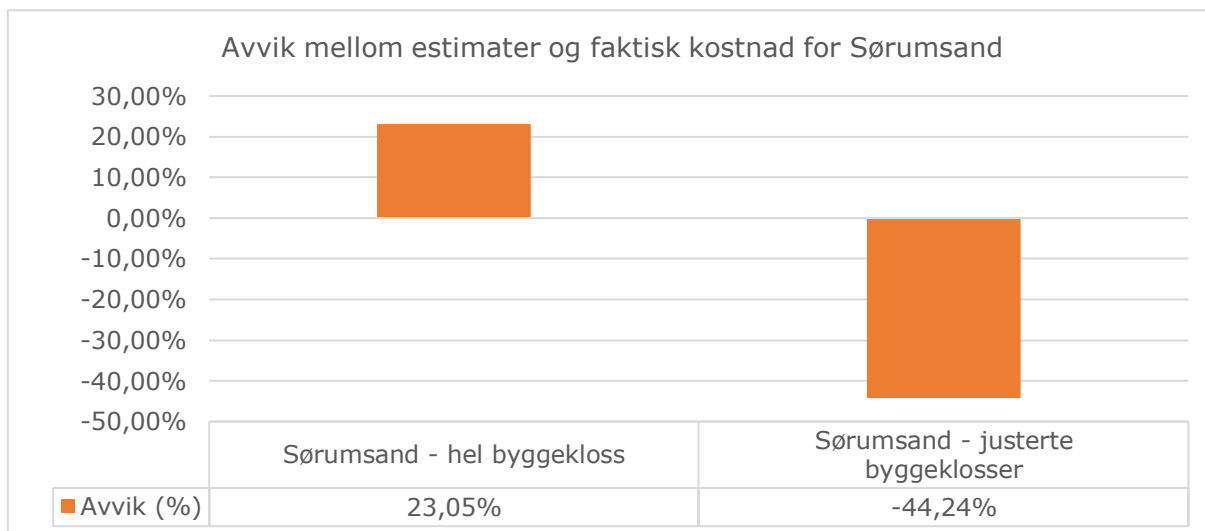
#### 4.3.2.1.3 Sørumsand stasjon

Tiltaket innebar etablering av to 220 meter lange sideplattformer forbundet med en ny gangkulvert, samt en oppgradering av øvrig stasjonsareal.

Tiltaket hadde til hensikt å tilrettelegge for systemkryssing for regiontog, slik at togenes kryssingsmønster på Kongsvingerbanen kunne effektiviseres og reisetiden reduseres. Tiltaket åpnet i 2019.

**Tabell 9 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Sørumsand stasjon.**

Tiltak	Faktisk kostnad (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Sørumsand - hel byggekloss	269,00	331	23,05 %
Sørumsand - justerte byggeklosser	269,00	150	-44,24 %



**Figur 24 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Sørumsand stasjon. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad.**

For Sørumsand stasjon faller kostnadsestimat med hel stasjonsbyggekloss innenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4, selv om omfanget i byggeklossen gjelder et større omfang enn gjennomført tiltak. Tilsvarende er ikke tilfelle for estimat der bruken av byggeklosser er tilpasset det faktiske omfanget.

For Sørumsand stasjon framstår det som at kun framgangsmåten med bruk av hele byggeklosser gir kostnadsestimat med god nok presisjon, selv om byggeklossen i liten grad representerer tiltaket slik det er bygget.

#### 4.3.2.1.4 Nittedal stasjon

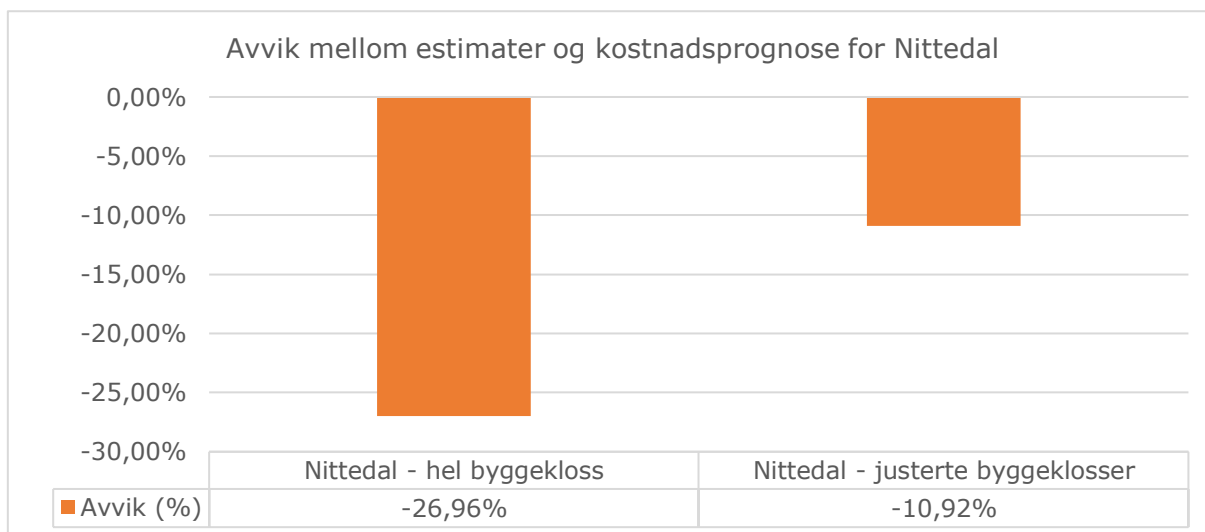
Tiltaket innebar ombygging av stasjonen og forlengelse av kryssingssporet for etablering av samtidig innkjør. Hensikten var å muliggjøre samtidig passasjerutveksling av doble togsett, samt effektive kryssinger av lange godstog. Tiltaket skulle også muliggjøre innføring av ny rutemodell på Gjøvikbanen, med stivt timesintervall på både region- og lokaltogpendelen på banen.

Etter reguleringsplanfasen ble samtidig innkjør lagt til prosjektet. Dette medførte at kryssingssporet måtte forlenges ytterligere sammenlignet med opprinnelig plan.

Tiltaket ble åpnet i 2022.

**Tabell 10 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Nittedal stasjon.**

Tiltak	Kostnadsprognose (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Nittedal - hel byggekloss	586	428	-26,96 %
Nittedal - justerte byggeklosser	586	522	-10,92 %



**Figur 25 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Nittedal stasjon. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad.**

For Nittedal stasjon faller kostnadsestimat der hel stasjonsbyggekloss er anvendt utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4, mens estimatet der bruken av byggeklosser er tilpasset det faktiske tiltaket ligger innenfor nøyaktighetsgraden. Sistnevnte estimat legger til grunn deler av en stasjonsbyggekloss, tilpasset lengden på plattformene, og byggekloss for bygging av nytt kryssingsspor med løpemeterpris, der elementlengden på sistnevnte tilsvarer forlengelsen.

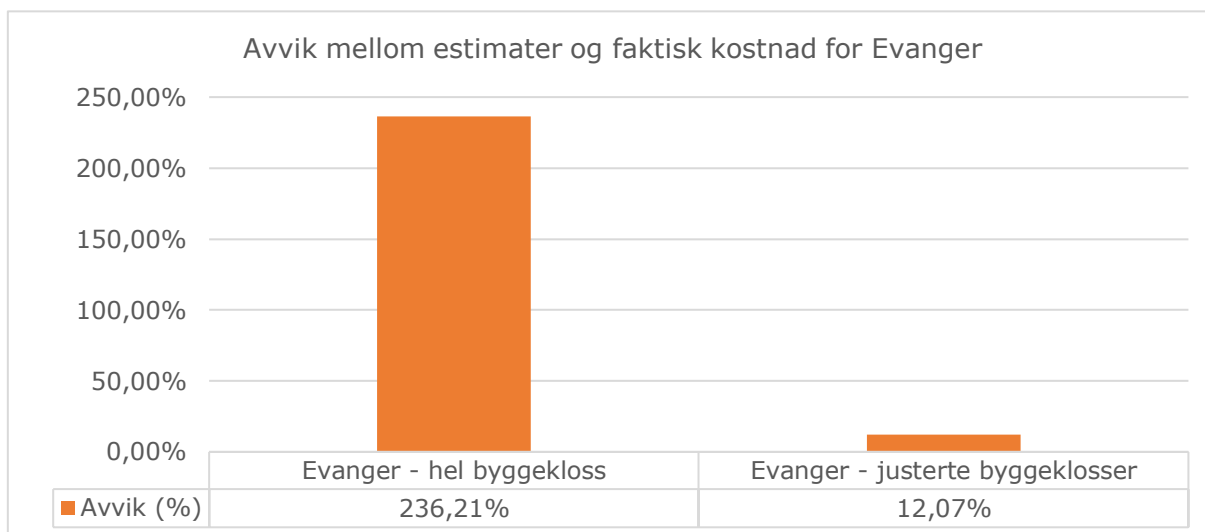
#### 4.3.2.1.5 Evanger stasjon

Tiltaket innebar etablering av to nye sideplattformer tilrettelagt for doble togsett forbundet med overgangsbru, samt en oppgradering av øvrig stasjonsareal. Tiltakets hensikt var innfasing av nye regiontog på Bergensbanen mellom Voss og Bergen.

Tiltaket åpnet i 2022.

**Tabell 11 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Evanger stasjon.**

Tiltak	Faktisk kostnad (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Evanger - hel byggekloss	116	390	236,21 %
Evanger - justerte byggeklosser	116	130	12,07 %



**Figur 26 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Eidanger stasjon. Positiv verdi angir at estimat ligger over tiltakets faktiske kostnad.**

For Evanger stasjon er avviket mellom faktisk kostnad og kostnadsestimat gitt hel stasjonsbyggekloss av en størrelse som ligger langt utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4. Kostnadsestimat utarbeidet med en stasjonsbyggekloss tilpasset omfanget i tiltaket samsvarer godt med faktisk kostnad for tiltaket. For sistnevnte er det anvendt deler av en stasjonsbyggekloss, i tilsvarende lengde som plattformene.

#### 4.3.2.2 Kryssingsspor

##### 4.3.2.2.1 Monsrud kryssingsspor

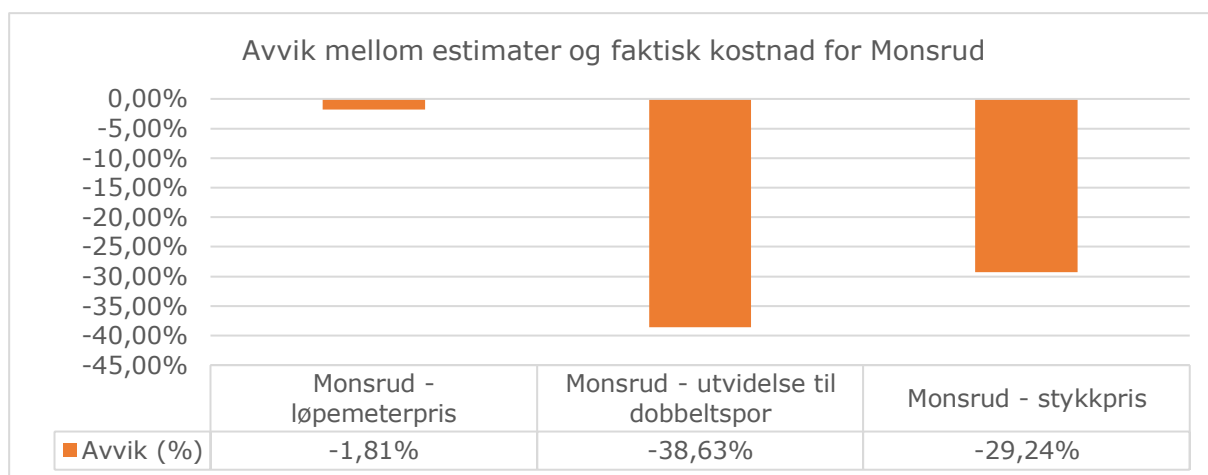
Tiltaket innebar forlengelse av Monsrud kryssingsspor på Gjøvikbanen sør for Harestua. Kryssingssporet ble forlenget fra en effektiv lengde på 312 meter til 900 meter, tilstrekkelig til at det også kunne etableres samtidig innkjør. Tiltaket hadde til hensikt å øke kapasiteten på den Gjøvikbanen sør for Roa, primært for framføring av lengre godstog.

Tiltaket åpnet i 2022.

**Tabell 12 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Monsrud stasjon.**

Tiltak	Faktisk kostnad (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Monsrud – løpemetervis	277	272	-1,81 %
Monsrud – utvidelse til dobbeltspor	277	170	-38,63 %
Monsrud – stykkpris	277	196	-29,24 %





**Figur 27 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot faktisk kostnad for Monsrud kryssingsspor. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad.»**

For Monsrud kryssingsspor samsvarer estimat utarbeidet ved bruk av byggekloss for nytt kryssingsspor og løpemeteterpris godt med faktisk kostnad for tiltaket. De to øvrige estimatene faller utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4.

Avviket for estimatet bestående av kryssingsspor med stykkpris kan forklares med at tiltaket i mindre grad tilsvare omfanget denne byggeklossen legger til grunn. For byggekloss for utvidelse av enkeltspor til dobbeltspor, som er anvendt i estimatet «utvidelse til dobbeltspor», må avviket enten forklares med at byggeklossen i liten grad reflekterer hva en forlengelse av kryssingsspor medfører, eller at prisen på klossen er for lav.

#### 4.3.2.2.2 Kvam kryssingsspor

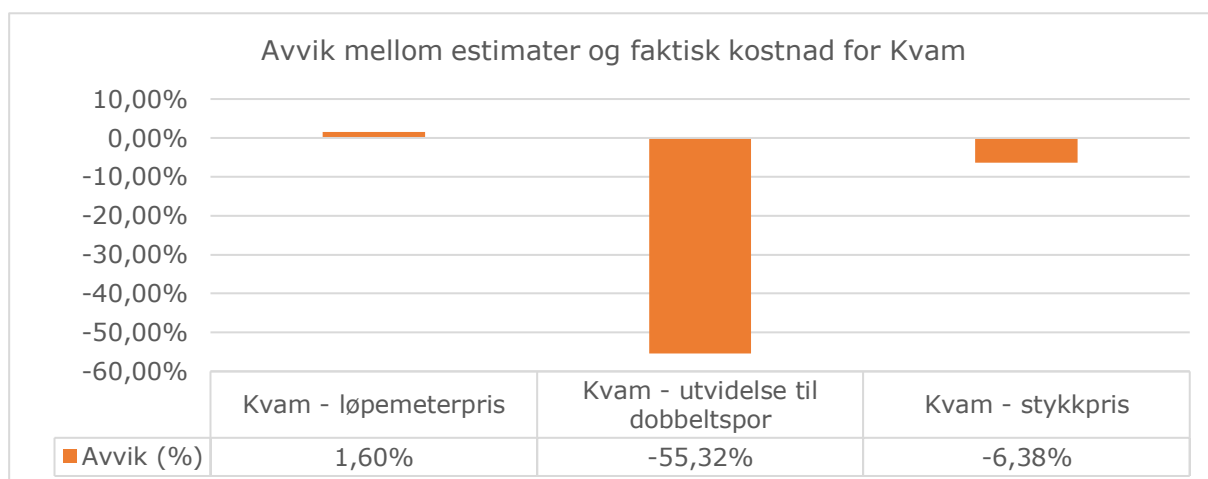
Tiltaket innebar forlengelse av Kvam kryssingsspor på Dovrebanen, fra en effektiv lengde på 517 meter til 721 meter, samt at det ble etablert samtidig innkjør for mer effektiv kryssing av tog. Tiltaket innebar også mindre tiltak i tilknytning til tømmerterminalen på stasjonen.

Tiltaket hadde til hensikt å øke kapasiteten på denne delen av Dovrebanen, primært for å tilrettelegge strekningen for lengre godstog.

Tiltaket åpnet i 2019.

**Tabell 13 - Sammenstilling av resultat fra kostnadsestimering av tiltaket Kvam stasjon.**

Tiltak	Faktisk kostnad (2021-kr)	Estimat (2021-kr)	Avvik (%)
Kvam – løpemeteterpris	188	191	1,60 %
Kvam – utvidelse til dobbeltspor	188	84	-55,32 %
Kvam – stykkpris	188	176	-6,38 %



**Figur 28 - Avvik mellom kostnadsestimat for ulike framgangsmåter mot kostnadsprognose for Kvam kryssingsspor. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets faktiske kostnad.**

For Kvam kryssingsspor faller avviket mellom estimat og faktisk kostnad innenfor krav til nøyaktighet for estimatklasse 4 for begge kostnadsestimat som tar utgangspunkt i byggekloss for kryssingsspor. Begge estimat har et lavt avvik fra faktisk kostnad. Estimater utarbeidet med byggekloss for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor faller derimot godt utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4.

Som Monsrud vil avviket i estimat for utvidelse til dobbeltspor enten kunne forklares med at byggeklossen i liten grad reflekterer hva en forlengelse av kryssingsspor medfører, eller at prisen på klossen er for lav.

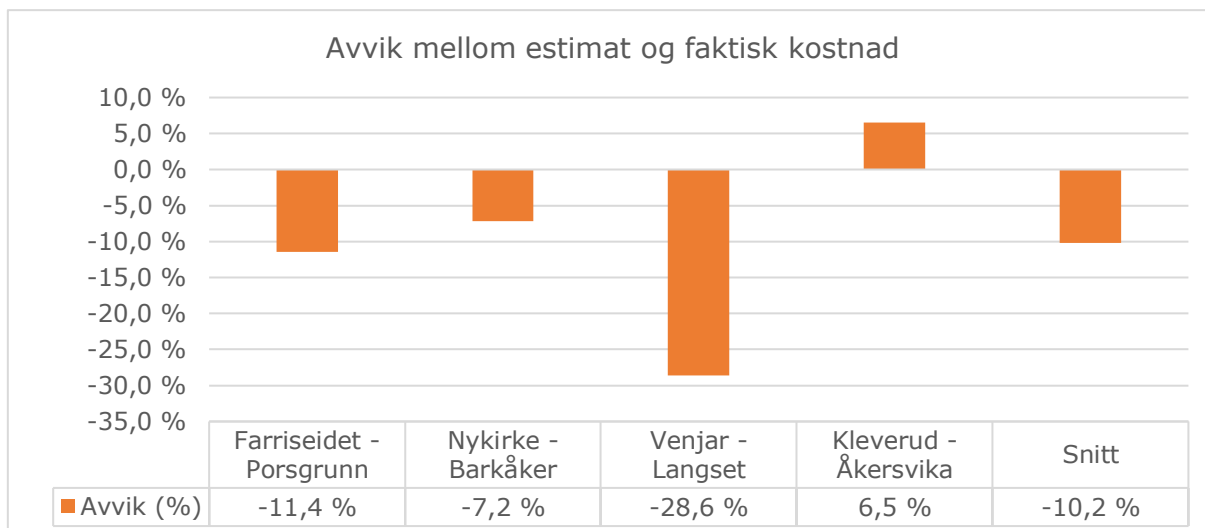
At avviket for kryssingsspor gitt stykkpris er annerledes for Kvam kryssingsspor i forhold til Monsrud kryssingsspor, kan skyldes at forlengelsen gjort på Monsrud er større enn hva som var tilfelle på Kvam kryssingsspor. Bruken av løpemeteterpris vil da synliggjøre det økte omfanget, noe bruken av stykkpris ikke vil.

## 4.4 Nøyaktighetsgrad på kostnadsestimat

Som omtalt i kapittel 1.2 har forskningsspørsmålene samme indikator. For å lettere synliggjøre hvordan ulike framgangsmåter og bruk av byggeklossene påvirker nøyaktigheten på estimatene, og dermed svarer ut forskningsspørsmålene, er resultat i dette delkapittelet sammenstilt per framgangsmåte. Som omtalt i kapittel 2.3.3 er det også beregnet et gjennomsnittlig avvik og standardavvik innenfor samme framgangsmåte for estimering, samt innhentet opplysninger om forventet tillegg for tiltakene i KVU InterCity.

### 4.4.1 Avvik for store infrastrukturtiltak

Som vist i Figur 29 og av delkapitlene over, samsvarer kostnadsestimat utarbeidet med hele byggeklosser i tre av fire tiltak godt med faktisk kostnad/kostnadsprognose. Avviket faller godt innenfor krav til nøyaktighet for estimatklasse 4. Unntaket er Venjar – Langset, der mulige årsaker til avviket er omtalt i kapittel 4.3.1.3. Gjennomsnittlig avvik for de fire kostnadsestimatene er på -10,2 %, som faller innenfor nøyaktighetsgraden for estimatklasse 4. Avviket for de fire tiltakene gir et standardavvik på 14,5 %.

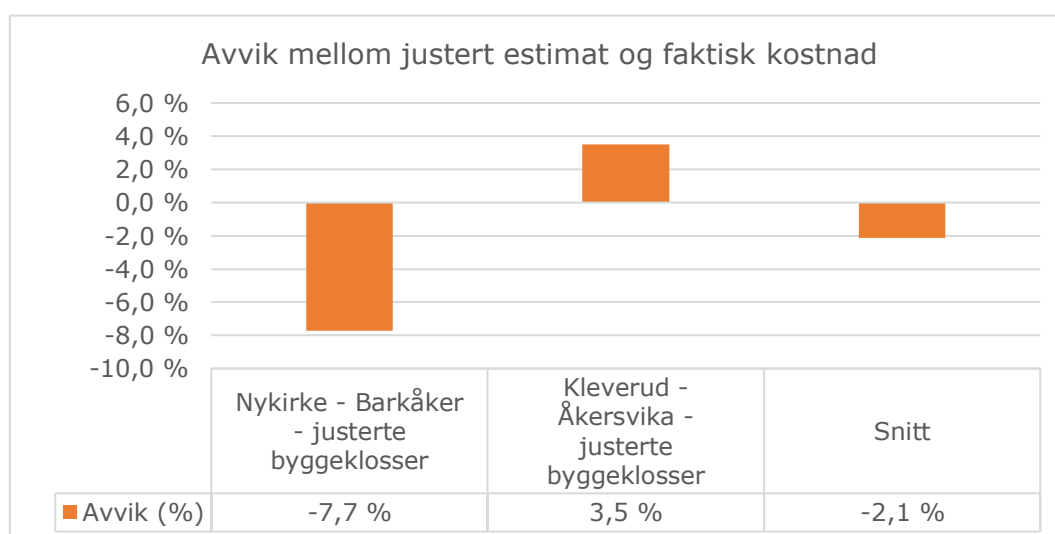


**Figur 29 - Avvik kostnadsestimat for store tiltak der byggeklossene er anvendt uten endring. Negativ verdi angir at studiens estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose.**

Det gjennomsnittlige resultatet indikerer at estimering med denne framgangsmåten vil medføre noe underestimering i tidligfase, der standardavviket medfører at enkelte estimat må forventes å falle utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4.

Som omtalt i 4.3.1.3 skyldes store deler av avviket for Venjar – Langset forhold som byggeklossene ikke kan fange opp, samt vektingen av korreksjonsfaktorer. Dersom vi holder dette tiltaket utenfor resultatet endres gjennomsnittlig avvik til -4 %, med et standardavvik på 9,4 %. I dette tilfellet vil alle kostnadsestimat falle inn under forventet nøyaktighetsgrad for estimatklasse 4.

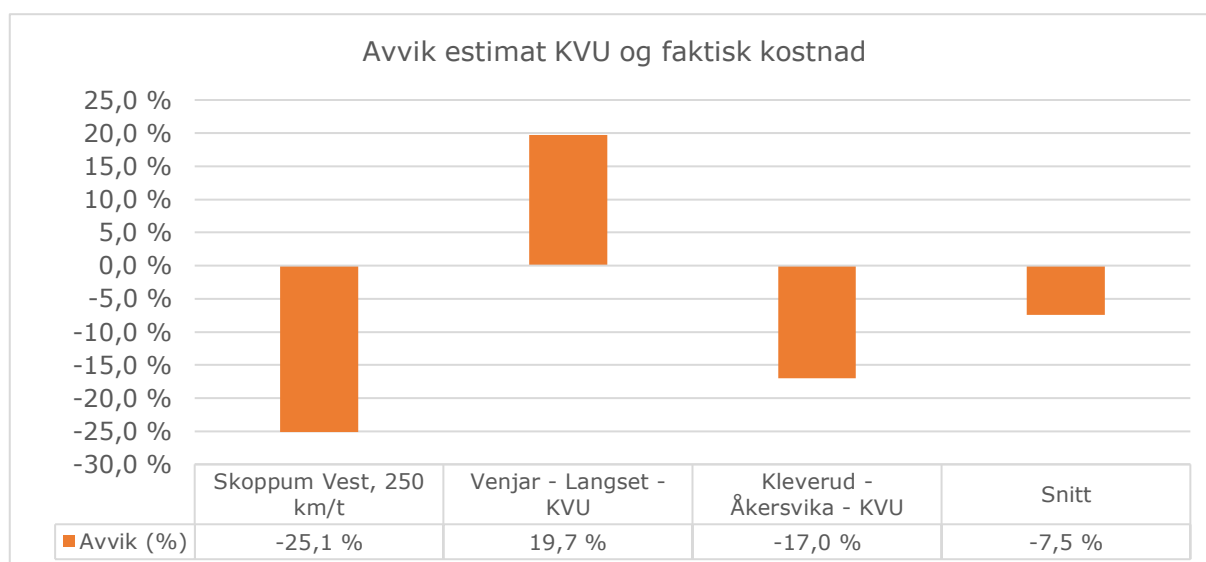
Som vist i Figur 30 vil framgangsmåten der byggeklosser er tilpasset tiltaket produsere kostnadsestimat som samsvarer godt med kostnadsprognose. Gjennomsnittlig avvik for de to tiltakene et slikt estimat er utarbeidet for er på -2,1 %, med et standardavvik på 7,9 %. Resultatet innebærer at framgangsmåten gir kostnadsestimat godt innenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4, med en marginal underestimering.



**Figur 30 - Avvik kostnadsestimat for store tiltak der byggeklossene er tilpasset bygget anlegg. Negativ verdi angir at estimat ligger under tiltakets kostnadsprognose.**

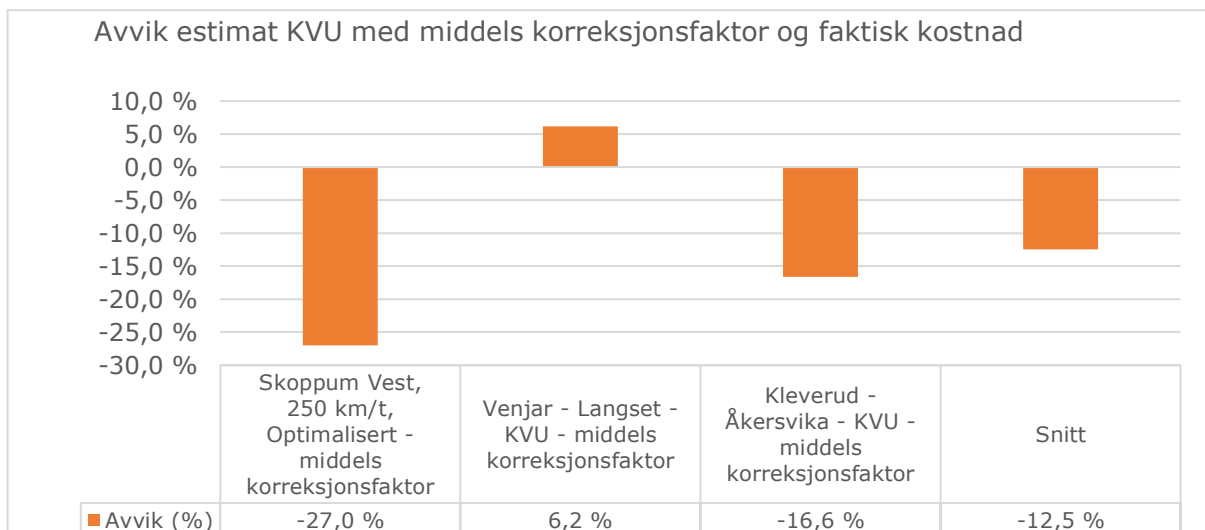
Gitt standardavviket vil alle kostnadsestimat med denne framgangsmåten ligge innenfor forventet nøyaktighetsgrad for estimatklassen.

For KVVU-estimatene er det gjennomsnittlige avviket på -7,5 % der korreksjonsfaktorer er anvendt (Figur 31), og -12,5 % der korreksjonsfaktorer er satt til «Middels» (Figur 32). Standardavviket er på henholdsvis 23,8 % og 17 % for de to variantene. For begge varianter medfører standardavviket at om lag en tredjedel av alle kostnadsestimat må forventes å falle utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4. Begge varianter vil også tilsi underestimering.



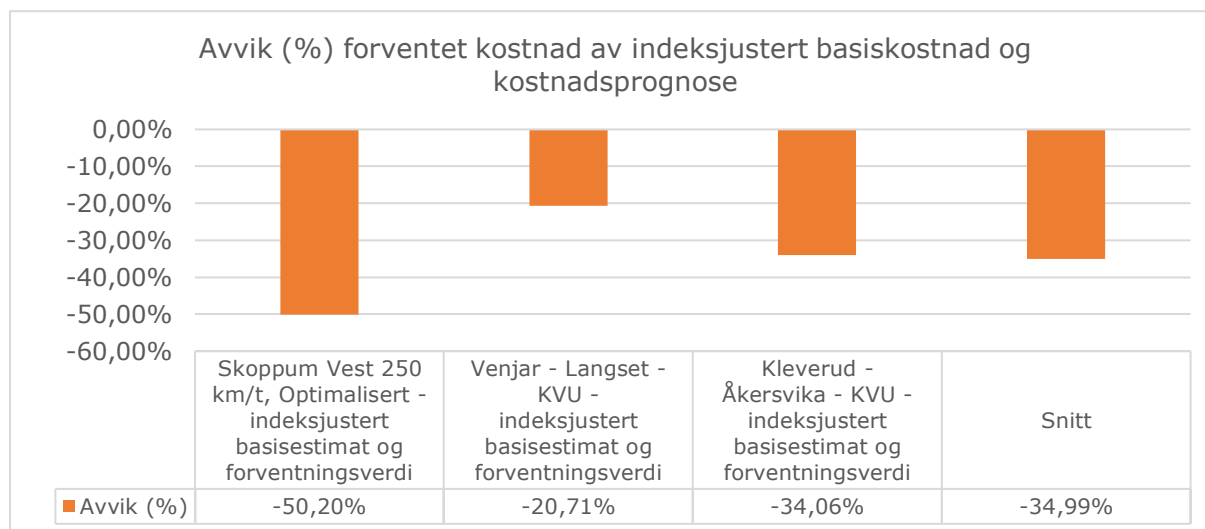
**Figur 31 - Avvik mellom faktisk kostnad og estimat for store tiltak der det er anvendt tilsvarende byggeklosser som i KVVU InterCity, men med bruk av korreksjonsfaktorer. Negativ verdi angir at estimat ligger under kostnadsprognose.**

Resultatene påvirkes av omfangsreduksjonen fra KVVU til bygging for Venjar – Langset. Uten inkludering av Venjar – Langset blir gjennomsnittlig avvik på -21,1 % og -21,2 % for henholdsvis varianten med bruk av korreksjonsfaktorer og varianten der faktorer er satt til «Middels». Standardavviket blir for disse variantene henholdsvis 4,9 % og 6,5 %. I begge tilfeller vil det store flertallet av kostnadsestimat falle utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4, og estimatene som faller innenfor vil innebære underestimering.



**Figur 32 - Avvik mellom faktisk kostnad og estimat for store tiltak der tilsvarende byggeklosser som i KVV InterCity er anvendt og der korreksjonsfaktorer er satt til «Middels». Negativ verdi angir at estimat ligger under kostnadsprognose.**

For de tre tiltakene der basisestimat fra KVV InterCity er indeksjustert, er det gjennomsnittlige avviket på nær -35 %. Dette øker til -42,13 % dersom Venjar – Langset holdes utenfor. Estimaten for de tre tiltakene fra konseptvalgutredningen har et standardavvik på 14,76 %, redusert til 11,41 % dersom Venjar – Langset holdes utenfor. Uavhengig om Venjar – Langset inkluderes eller ei resulterer framgangsmåten i at kostnadsestimat faller utenfor krav til nøyaktighet for estimatklasse 4. Resultatet indikerer at manglende bruk av korreksjonsfaktor i KVV InterCity kan medvirke til å forklare senere kostnadsøkninger i InterCity-prosjektene.



**Figur 33 – Avvik mellom forventet kostnad basert på et indeksjustert basisestimat fra KVV InterCity og kostnadsprognose for tilsvarende tiltak som er under bygging. Negativ verdi angir at estimat i KVV InterCity ligger under kostnadsprognose.**

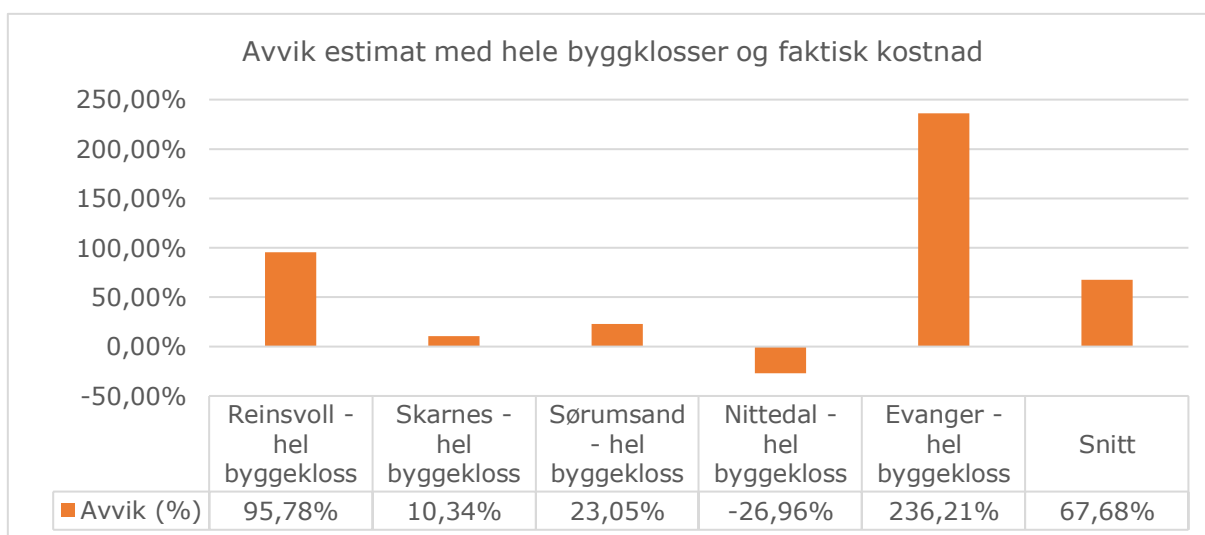
Som del av innhenting av estimat til denne delen av studien er det også kartlagt hvor stort forventet tillegg var for de ulike konseptene. I KVV InterCity ble det utarbeidet en usikkerhetsanalyse for hvert InterCity-ben, og det foreligger derfor ikke resultater på delstrekningene. For denne studiens formål er det derfor forenklet antatt at usikkerheten er fordelt jevnt utover strekningene. Med bakgrunn i usikkerhetsanalysen for Dovrebanen (Tendal, 2011b, s. 3) kommer det fram at forventet tillegg for Konsept 4B var på 1,3

milliarder av en forventet kostnad på 34,4 milliarder, tilsvarende 3,9 %. Tilsvarende for konsept 4C på Vestfoldbanen (Tendal, 2011a, s. 3) var 1,2 milliarder og et investeringsbehov på 39,6 milliarder, eller tilnærmet 3 %. Som omtalt i kapittel 3.5.4 legger Jernbanedirektoratet sitt verktøy til grunnet forventet tillegg på 8 %.

#### 4.4.2 Avvik for mindre infrastrukturtiltak

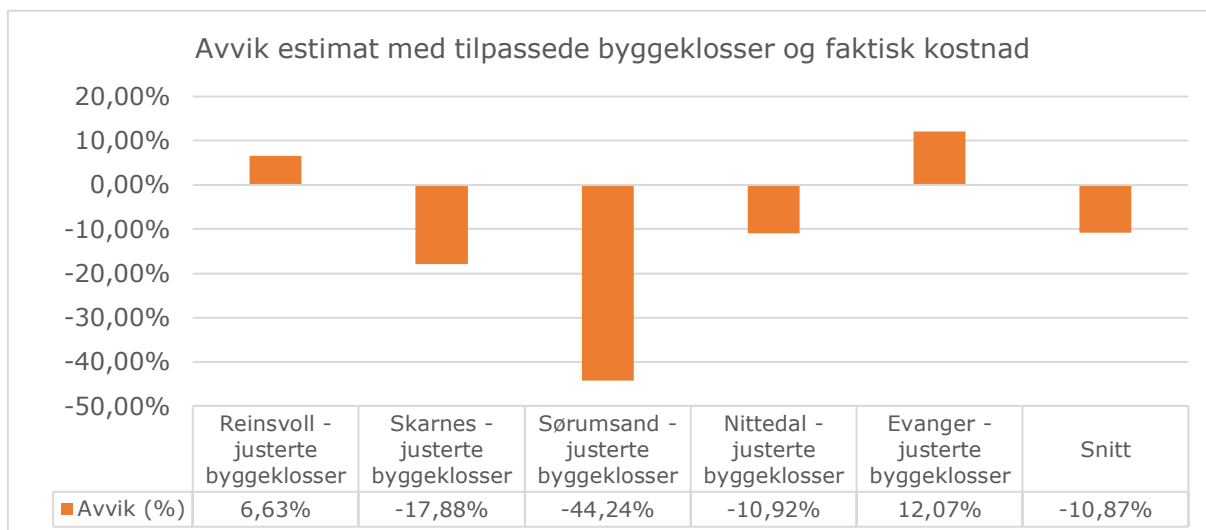
Som presentert i de foregående kapitlene medfører bruk av stasjonsbyggeklosser på mindre stasjonstiltak svært ulike resultater. Enkelte avvik fra faktisk eller prognostisert kostnad faller innenfor krav til nøyaktighet, mens tilsvarende ikke er tilfelle for andre tiltak. Som det kommer fram av Figur 34 gir gjennomsnittsverdien for de fem tiltakene et avvik på 67,68 % over faktisk kostnad eller kostnadsprognose, med et standardavvik på 104,2 %.

Resultatet innebærer at kostnadsestimering ved hjelp av hele byggeklosser på mindre stasjonstiltak medfører vesentlig overestimering. Det vil si at senere planfaser og realisering medfører en kostnadsreduksjon sammenlignet med estimat fra tidligfase. Resultatet er godt utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4.



**Figur 34 - Avvik kostnadsestimat for stasjonstiltak der byggeklossene har blitt anvendt uendret. Positiv verdi angir at estimat ligger høyere enn kostnadsprognose eller faktisk kostnad for tiltaket.**

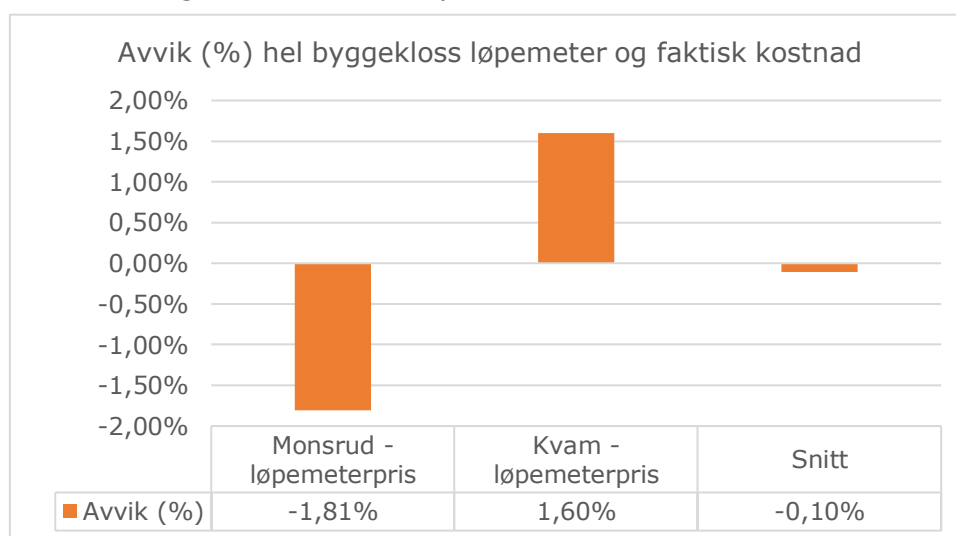
Som omtalt i tidligere kapitler innebærer estimatene for mindre stasjonstiltak med «justerte byggeklosser» varierende resultat. Som vist i Figur 35 er gjennomsnittsverdien for avviket for de fem tiltakene på -10,9 %, med et standardavvik på 22,3 %. Resultatet medfører at om lag halvparten av alle kostnadsestimat med denne framgangsmåten kan falle innenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4, men at det kan forekomme underestimering.



**Figur 35 - Avvik kostnadsestimat for stasjonstiltak der byggeklossene har blitt justert for å bedre samsvare med bygget tiltak.**

Resultatene for mindre stasjonstiltak skiller seg fra resultatene for store tiltak. En sentral forskjell mellom de to er at de store tiltakene inkluderer en rekke andre byggeklosser, mens stasjonsbyggeklossene blir dominerende i de mindre tiltakene. Mens stasjoner utgjør 10,2 – 13,8 % av forventet kostnad i estimatene som representerer slik Nykirke – Barkåker og Kleverud – Åkersvika bygges, er andelen i to av de analyserte stasjonstiltakene 95,8 % og 99,4 %. Dersom kostnaden for stasjonsbyggeklossene i liten grad gjenspeiler ombygging av eksisterende stasjoner, vil dette derfor synliggjøres i estimatene for mindre stasjonstiltak, men i liten grad i estimatene for store tiltak.

For kryssingsspor er resultatene svært ulike avhengig av framgangsmåte for de to tiltakene som er analysert. Som vist i Figur 36 framstår bruk av byggekloss for kryssingsspor med løpemeterpris å gi estimat med svært god presisjon, med et gjennomsnittlig avvik på -0,1 % og et standardavvik på 2,4 %. Tilsvarende er ikke tilfelle gitt byggekloss for utvidelse av enkeltspor til dobbeltspor, med et gjennomsnittlig avvik på tilnærmet -47 % og et standardavvik på 11,8 %.



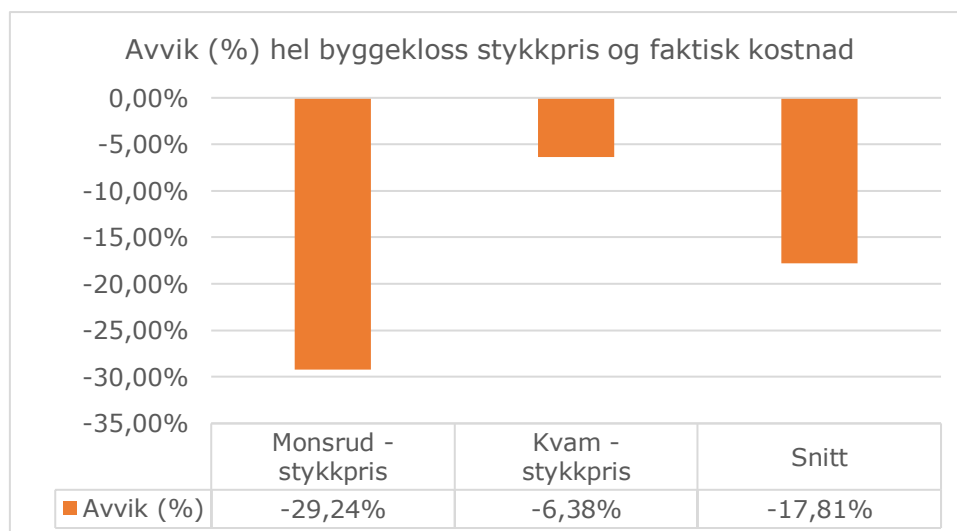
**Figur 36 - Avvik kostnadsestimat for kryssingsspor der det er anvendt byggeklosser for kryssingsspor med løpemeterpris.**

Gitt resultatet vil bruken av byggekloss for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor medføre kraftig underestimering, der samtlige estimat må forventes å falle godt utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4.



**Figur 37 - Avvik kostnadsestimat for kryssingsspor der det er anvendt byggeklosser for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor.**

Ved bruk av byggekloss for kryssingsspor med stykkpris er det gjennomsnittlige avviket på -17,8 % og standardavviket på 16,16 %. Dette medfører at nær halvparten av alle kostnadsestimat vil falle utenfor forventet nøyaktighet for estimatklasse 4, mens øvrige vil medføre noe underestimering.



**Figur 38 - Avvik kostnadsestimat for kryssingsspor der det er anvendt byggekloss for kryssingsspor med stykkpris.**

## 4.5 Resultat fra intervjuer

Dette delkapittelet tar for seg resultater fra studiens intervjuer. Intervjuene har hatt til hensikt å innhente innsikt fra ulike ressurser med tidligere erfaring innen kostnadsestimering i tidligfase, å innhente tolkninger av resultatene fra den kvantitative analysen, og å gi andre vurderinger knyttet til bruken av byggeklossmetoden.



Resultatene er sortert etter ulike tema. Kortere sitat fra intervjuobjektene er markert med anførselstegn, mens lengre sitat er lagt inn som blokkstat.

Informasjonsskriv og intervjuguide som lå til grunn for intervjuene kommer fram av vedlegg 5 og 6. Framgangsmåte for intervjuene er nærmere beskrevet i kapittel 2.4.

#### 4.5.1 Oppdatering av byggeklossene med nyere nøkkeltall

Basert på intervjuene framstår det å være noe uenighet om hvorvidt oppdatering av byggeklossene er et nødvendig grep for å gjøre byggeklossene mer treffsikre. Et intervjuobjekt trakk fram at deler av denne studiens resultater kan indikere at en oppdatering ikke er nødvendig, men at vi ikke vet det med sikkerhet, og at det ville være «rart hvis vi ikke trenger å gjøre det på jernbane, [...] de gjør det i nesten alle andre land.» Et annet objekt trakk fram at det er gjort skjerpinger innen en rekke tekniske krav, slik som «grunnforhold, men også vann- og frostsikring i tunneler», etter at tiltakene byggeklossene er basert på ble gjennomført. Dette kunne ifølge vedkommende gjøre erfaringskostnadene for gjeldende byggeklosser lite representative for ny infrastruktur, og at dette kunne tilsi behov for oppdatering.

Det ble i intervjuene trukket fram at en oppdatering av byggeklossene krever tilgang på nøkkeltall fra gjennomførte tiltak, men at det til dels er få tiltak å basere erfaringskostnader på. Noen av intervjuobjektene omtalte at dette særlig gjaldt for enkelte av byggeklossene. Som eksempel ble byggeklossene for nytt enkeltspor trukket fram, som det knapt er bygget noe av siden midten av 90-tallet.

Et av objektene omtalte at det kan være krevende å få tilgang til egnede erfaringstall. Dette ble forklart med at estimatene bygges opp på forskjellig vis i de ulike fasene. Mens en i tidligfase gjerne deler estimatene inn geografisk, slik byggeklossmetoden gjør, vil kostnader i senere faser være bygget opp etter fagområde. Det ble omtalt at en presis oppdatering av kostnadene i byggeklossene derfor kunne kreve en endring av hvordan estimat bygges opp i senere faser.

Ingen av objektene hadde tydelige eksempler på at manglende oppdatering av kostnadene for byggeklossene var problematisk og utslagsgivende for hvorvidt byggeklossmetoden ga nøyaktige estimat eller ei. Et av objektene trakk fram at det i tilfeller med kunstig lave estimat ikke nødvendigvis var «byggeklossen som ikke traff, men valg av riktig byggekloss som har blitt feil.»

#### 4.5.2 Kan byggeklossene og metoden gi nøyaktige estimat?

##### 4.5.2.1 utfordringer ved å utarbeide kostnadsestimat

Flere av intervjuobjektene trakk fram at tilgang på ressurser med tilstrekkelig erfaring var sentralt for å fange opp usikre forhold i tidligfase, både i utarbeidelsen av selve kostnadsestimat eller i gjennomføringen av den påfølgende usikkerhetsanalysen. Et objekt understreket at tilgangen på erfarne ressurser i flere tilfeller hadde vært avgjørende for presisjonen på kostnadsestimatene i tidligfase, men at det også hadde vært tilfeller der ulike fagmiljøer ikke kunne stille med de nødvendige og erfarne ressursene.

Et av objektene trakk fram at «tilstrekkelige undersøkelser i forhold til topografi, grunnundersøkelser og beskaffenhet» ville gi bedre og mer korrekt bruk av byggeklossene. Vedkommende mente byggeklossmetoden er en god idé, under

forutsetning av at byggeklossene har riktig pris og at de anvendes på en god måte. Et av de andre objektene kom med et langt på vei tilsvarende utsagn.

Et av studiens intervjuobjekt ønsket at informasjon om forhold som estimatet må hensynta ble kartlagt og hentet inn i forkant av estimeringen. Dette ville gi basisestimatet best mulig kvalitet før usikkerhetsanalysen. I et annet intervju ble det pekt på en lignende problemstilling, der innhenting av grunnlag for hva som skal estimeres ble omtalt som den største utfordringen. Vedkommende omtalte at «vi burde fått beskjed om [...] så og så mange meter [...] på denne lokasjonen, men det gjør vi jo ofte ikke.» Basert på tre av intervjuene framsto det som at estimator tidvis har begrenset grunnlag å utarbeide kostnadsestimat på, og at estimator selv er nødt til å vurdere utformingen av tiltaket til tider. Et av de andre intervjuobjektene trakk fram at tilgang til ressurser med nødvendig kompetanse kunne være en begrensende faktor som fikk betydning for detaljeringen av estimatene.

Et av objektene omtalte at tiden som blir satt av i tidligfase tidvis ikke er tilstrekkelig til at en får utarbeidet kostnadsestimat av god kvalitet, og at en av de største utfordringene nettopp er tiden tilgjengelig mot slutten av et prosjekt. Vedkommende trakk her frem at «[...] det er veldig fort og enkelt å lage et estimat, men ikke nødvendigvis fort og enkelt å lage et godt estimat».

Med tanke på tid tilgjengelig ble byggeklossmetoden trukket fram som fordelaktig. Dette gjaldt særlig for utredninger av større omfang, der det «ikke er mulig å gå alt for detaljert inn i den type prosjekt, spesielt ikke når en har knapt med tid [...]». Begrenset tid ble av en av intervjukandidatene derfor omtalt som utslagsgivende for at byggeklossene ble anvendt.

Et av intervjuobjektene understreket at byggeklossene

[...] ikke er et fasitsvar på hva det vil koste å bygge en dobbeltsporet jernbane. Det er heller ikke ytterpunktet. [...] Etter at en har utarbeidet et kostnadsestimat [...] med forskjellige korreksjonsfaktorer [...], så er det viktig å gjennomføre en usikkerhetsanalyse.

Vedkommende understreket at selv om byggeklossestimatet er et punkttestimat, så er det viktig å kommunisere at det er tilknyttet stor usikkerhet til det. Tilsvarende ble også omtalt av et annet intervjuobjekt, som påpekte at usikkerhet og standardavvik var sentral informasjon for beslutningstagerne.

Ett objekt antok at byggeklossmetoden kunne ha en svakhet i seg ved at den i utilstrekkelig grad fanget opp usikkerheten i de ulike elementene, der dette vanskeliggjorde forfølgelse av de største usikkerhetene. Vedkommende trakk fram viktigheten ved å skaffe seg kunnskap om hvor stor de ulike usikkerhetene er, slik at en allerede i tidligfase kan jobbe aktivt med å redusere disse. Dersom dette ikke er mulig mente vedkommende at en med byggeklossmetoden kunne ende opp med mindre gode kostnadsestimat. Vedkommende trakk også fram at resultatene ved bruk av byggeklossmetoden burde verifiseres gjennom andre metoder, for eksempel av erfarne ressurser gjennom bruk av trinnvis kalkulasjon for det samme prosjektet.

#### **4.5.2.2 Presisjon på estimat for store prosjekter i tidligfase**

Da et av intervjuobjekt ble vist studiens foreløpige resultater fra store tiltak, uttrykte vedkommende at byggeklossene «ser ut til å treffe overraskende godt.» Med bakgrunn i at resultatene i enkelte tilfeller likevel viser et vesentlig avvik, ble det i et av intervjuene

trukket fram eksempler der bruken av byggeklossmetoden kan være uegnet. Intervjuobjektet trakk her fram et eksempel der det var forsøkt å anvende byggeklosser til å utarbeide kostnadsestimat for et tiltak, men der estimatet med byggeklosser ikke traff «så veldig bra med det som faktisk skal skje der.» Vedkommende begrunnet årsaken nærmere:

Det er mye mer arbeid utover der traseen skal gå, som ikke nødvendigvis vil være fanget opp av et byggeklossestimat.

Vedkommende presiserte at enkelte tiltak omfatter arbeider som ikke nødvendigvis kan fanges opp av byggeklossene, og at en da må være observant på behovet for å supplere med ytterligere kostnader eller omfang. Intervjukandidaten trakk fram Eidsvoll stasjon som et eksempel på tiltak der byggeklossene alene vil være lite representative, ved at tiltaket på overflaten kunne se enkelt ut, men at:

[...] selv om en ikke gjør så mye fysisk, [...] er det store signalkostnader tilknyttet Eidsvoll stasjon. Det er forskjellige signalanlegg der, i tillegg til at det er mange faser. Så det er også et element som ikke være fanget opp [...] med byggeklosser.

Objektet tok også inn elementer som adkomstveier og avstand til boligrigg som eksempler som vanskelig kunne fanges opp av byggeklossene. Vedkommende mente at nødvendige justeringer og tillegg måtte gjøres for å hensynta slike forhold når estimatet utarbeides. Slike forhold kunne for eksempel innebære en endring av størrelse på påslag for rigg og drift, som da krever justering i forhold til de standardverdier som anvendes for byggeklossene. Intervjuobjektet mente at en «må bruke tid til å skjønne omfang, og vurdere anvendbarhet av byggeklosser».

#### **4.5.2.3 Presisjon på estimat for mindre prosjekter i tidligfase**

##### **4.5.2.3.1 Presisjon på byggeklosser for stasjoner**

Flere av intervjuobjektene trakk fram at bruken av stasjonsbyggeklosser er utfordrende, der ett av objektene utrykte at vedkommende var «skeptisk til byggeklossene vi har for stasjoner». I svar på et annet spørsmål begrunnet samme objekt dette utsagnet med at byggeklossene «viser til konkrete prosjekter, [...]» og at «det er mange stasjonsbyggeklosser, men de er ganske like og viser egentlig til ett prosjekt, [...]». Intervjukandidaten mente derfor at «en heller burde benchmarke stasjoner», men la til at det ikke bygges så mange stasjoner og at det derfor «blir vanskelig å få erfaringstall å hente». På spørsmål om byggeklossene for stasjoner framstår egnet, svarte ett av objektene «Nei, jeg synes ikke det». Samtlige intervjuobjekt delte langt på vei samme oppfatning om bruken av disse byggeklossene.

Ett intervjuobjekt mente at stasjoner i mange tilfeller vil være lite hensiktsmessige å representere ved hjelp av byggeklosser. Dette var begrunnet med at stasjoner i flere tilfeller vil være unike, og at generiske byggeklosser derfor vil framstå som lite representative. En av intervjukandidatene mente at stasjoner som ikke kan representeres ved generiske byggeklosser heller krever skreddersydde kostnadsestimat, der en kan «skjele mer til erfaringskostnader og bygge opp estimatene på bakgrunn av antall spor, sporveksler, [...], plattformer, adkomster, avhengig av topografien.» Tilsvarende omtalte et tredje objekt at det for stasjoner «er et behov for å gå litt mer detaljert (til verks)» for ombygging av stasjoner, men at byggeklossene kunne være enklere å bruke på helt nye stasjoner som de nye stasjonene på Tangen og Skoppum.

Vedkommende pekte på at å «utvide eller bygge om eksisterende stasjoner [...] blir litt mer komplisert», og at en under estimeringen da vil ha behov for mer detaljer om dagens situasjon. Objektet trakk fram at ombygging av eksisterende stasjoner gjerne medfører ombygging med trafikk, og at dette særlig kan påvirke kostnadene sammenlignet med en helt ny stasjon på åpen mark. Objektet foreslo derfor at en anvender en elementtilnærming ved ombygging av eksisterende stasjoner, «hvor du har noen nøkkeltall for eksempel på plattformforlengelse og sideplattform», der «du bygger opp et estimat litt mer granulert enn en byggekloss [...]». En tilsvarende løsning ble også skissert av et annet intervjuobjekt.

Et av intervjuobjektene var «usikker på om det finnes god nok definisjon for når de forskjellige byggeklossene skal brukes», som blant annet berørte kryssingsspor, med bakgrunn i de tre ulike framgangsmåtene som tilsynelatende kan anvendes. Vedkommende var usikker på om det var for lite veiledning rundt bruken av byggeklossene, men trakk samtidig fram at det for gitte tiltak også kunne være hensiktsmessig med andre måter å estimere tiltak på enn byggeklossene.

Med bakgrunn i at resultatene indikerte til dels svært dårlig treffsikkerhet for kostnadsestimat på stasjoner, pekte ett av objektene at manglende presisjon kunne få konsekvens for anbefalinger. Vedkommende trakk her fram at overestimering på grunn av feil pris på en byggekloss kan føre til at et tiltak ikke videreføres, men at dette da skjer på feil premisser. Feil pris kunne derfor potensielt hindre gjennomføring av prosjekter som egentlig var gode, men der verktøyet for å vise dette var feil.

#### **4.5.2.3.2 Presisjon på byggeklosser for kryssingsspor**

Treffsikkerheten og egnetheten for byggeklossene for kryssingsspor var også tema i intervjuene.

To av intervjuobjektene trakk fram at byggeklossene for kryssingsspor ikke framsto som spesielt relevante. Dette ble begrunnet med at byggeklossene representerer bygging av helt nye kryssingsspor der det ikke er infrastruktur fra tidligere, mens det store flertallet av kryssingssportiltak er forlengelse av eksisterende kryssingsspor. Et av objektene mente derfor at bruk av en byggekloss for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor framsto som mer hensiktsmessig når en bygger nye kryssingsspor på eksisterende infrastruktur, framfor bruk av gjeldende byggekloss for kryssingsspor. Vedkommende ble overrasket da studiens foreløpige resultater ble presentert, og endte opp med å revurdere sitt tidligere svar.

Et av intervjuobjektene mente at en egen byggekloss for forlengelse av kryssingsspor, basert på løpemeterpris, ville være mer egnet enn byggeklossene som nå foreligger, med den begrunnelse at en oftere estimerer forlengelse av kryssingsspor framfor bygging av nye kryssingsspor.

### **4.5.3 Kan manglende nøyaktighet forklares med hvordan byggeklossene anvendes?**

#### **4.5.3.1 Bruken av korreksjonsfaktorer**

Flertallet av intervjuobjektene trakk fram korreksjonsfaktorer som et sentralt verktøy i bruken av byggeklossene, der ett objekt omtalte at de har til hensikt å «heve eller senke kostnad for å treffe mer riktig». Basert på en presentasjon av deler av studiens resultater omtalte ett av objektene at manglende presisjon i kostnadsestimat kunne tilsi et «større

behov for å [...] bruke annerledes korreksjonsfaktorer», for eksempel for å kompensere for spesielle hensyn en må ta på et tiltak, slik som arbeider i by eller i områder der det vil være store transportavstander. Ett av intervjuobjektene understreket videre at korreksjonsfaktorer ikke bør anvendes til å korrigere for antatt feil pris på byggeklossene, men at byggeklossene heller burde korrigeres i slike tilfeller.

#### **4.5.3.2 Ulik bruk av byggeklossene**

I et av intervjuene vurderte objektet at byggeklossen for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor kunne framstå som egnet, men ble overrasket over at resultatene indikerer at nevnte byggekloss ikke gir presise kostnadsestimat. Et annet objekt pekte på at denne typen fleksibel bruk av byggeklossen kunne være utilsiktet, og at manglende beskrivelse for hva byggeklossene var ment å anvendes til derfor kunne føre til uheldige utslag. Vedkommende trakk her fram utvidelse av enkeltspor til dobbeltspor som eksempel, som kanskje kunne være representativ for større strekninger, men ikke nødvendigvis for så begrensede tiltak som kryssingsspor.

Et annet intervjuobjekt mente at fleksibilitet ikke nødvendigvis ville gi feil svar, så lenge ressursene som utarbeider estimatet har tilstrekkelig kompetanse til å se behovet for justeringer avhengig av framgangsmåte. Bruk av ulike estimeringsmetoder gikk igjen i flere av intervjuene, særlig der byggeklossene ble vurdert å være mindre egnet. Siden en ønsker å oppnå kostnadsestimat av god kvalitet framsto fleksibilitet i hvordan en utarbeider kostnadsestimat å være en nødvendighet, men dette forutsatte tilstrekkelig kompetanse og erfaring.

#### **4.5.4 Andre forhold**

##### **4.5.4.1 Presis angivelse av omfang**

Etter å ha blitt presentert resultatene fra den kvantitative analysen for de store tiltakene pekte en av intervjuobjektene på at «det arbeidet man gjør i KVVU-ene i liten grad [...] reflekterer det man ender opp med å gjøre». Vedkommende antok at omfangsendringer var årsak til endring i kostnad fra tidligfase.

Omfangsendring var noe alle intervjuobjekt trakk fram som sentralt for presisjonen på kostnadsestimatet, men på noe ulike vis. Felles var samtlige innom at dersom et uriktig omfang ble lagt til grunn for basis for kostnadsestimat, kunne kostnadsestimatet heller ikke ha god nøyaktighetsgrad.

Et objekt mente at endringer i omfang var en typisk årsak til kostnadsvekst etter utredning, men at nyere føringer som regelverk også kunne være medvirkende, hvorav sistnevnte er «forhold som du ikke kunne ha kontroll på eller oversikt over.» Et annet objekt vurderte at resultatene fra studien synliggjorde at en i større utredninger kanskje ikke fanger opp detaljer i de ulike konseptene, der en i KVVU InterCity ikke har «gått veldig [...] ned i de forskjellige delprosjektene,» som kunne forklare avvik i omfang eller bruken av byggeklosser.

Et av objektene lurte på om en i enkelte tilfeller i for stor grad forsøker å videreføre dagens bruk av infrastrukturen, slik at en i senere planfaser øker omfang for å hensynta annen bruk enn det anbefalt konsept skulle tilsi. Et annet intervjuobjektene trakk også fram manglende kostnadsstyring av tiltakene i forprosjektfasen og byggefasen som medvirkende til at kostnader øker. Ett intervjuobjekt mente at en i for liten grad gjør endringer i prosjekters livsløp i de tilfeller der tiltak ble gjenstand for en kostnadsøkning, for eksempel som følge av økt kompleksitet. Vedkommende etterlyste at en revurderer

sine tidligere valg i større grad, slik at omfang og kostnad bedre samsvarer med hva en tidligere har lagt til grunn. Andre intervjuobjekter trakk heller fram at en gjerne undervurderer omfang i tidligfase, og at dette heller framsto som medvirkende til kostnadsøkning.

Felles for flere av intervjuene var viktigheten av presis beskrivelse av omfang. Flere intervjuobjekter omtalte dette som avgjørende for kvaliteten på kostnadsestimatet.

I et annet intervju ble byggetiden til prosjekter trukket fram som et forhold byggeklossmetoden ikke kan fange opp. Vedkommende omtalte at byggetid er en «parameter en ikke har god nok oversikt over i tidligfase», og at det «kan variere veldig mye» avhengig av tiltak.

#### **4.5.4.2 Forventet tillegg**

To av intervjuobjektene reagerte på størrelsen på forventet tillegg som er lagt til grunn i Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering, der ett av objektene mente at tillegget på 8 % framsto «veldig lavt, spesielt for tidligfase». Et tredje objekt mente at et lavt påslag i praksis vil bety at en enten har bearbeidet tiltaket så godt at en har svært liten usikkerhet, eller at en har «estimert alt så høyt at en er sikker på at en treffer.» For førstnevnte omtalte vedkommende at så stor grad av reduksjon av usikkerheten i tidligfase ikke var mulig, gitt den tidsrammen usikkerhetsanalysene normalt har.

#### **4.5.4.3 Størrelse på påslag**

Et av intervjuobjektene trakk fram størrelsen på påslag som et forhold som må vurderes nærmere også i tidligfase. Vedkommende fokuserte særlig på felles entreprenørkostnader, som i byggeklossmetoden innebærer et påslag på 25 %. Objektet trakk fram at tiltak i by vil gjøre gjennomføring krevende for entreprenør, mens stor avstand fra anlegg til rigg kan kreve økt omfang av anleggsveger og transporter. I slike tilfeller mente intervjuobjektet at forholdene i faktisk anlegg ville medføre et økt påslag, og at en burde forsøke å synliggjøre tilsvarende i tidligfase. Vedkommende understreket at det vil være krevende å vite hvor det kan være behov for å gjøre slike justeringer i tidligfase, men at dette kunne være avgjørende for presisjonen.

Et annet intervjuobjekt mente at prosentpåslagene ikke nødvendigvis ville være de samme avhengig av hvilke type arbeider et prosjekt innebar, og at de derfor måtte tilpasses påslagene til det enkelte prosjekt. Vedkommende trakk fram dette som viktig, og begrunnet dette med at de ulike påslagene kan ha særlig betydning for størrelsen på forventet kostnad.

## 5 Drøfting

### 5.1 Introduksjon til kapittelet

Masteroppgaven har hatt til hensikt å vurdere hvorvidt byggeklossmetoden kan gi nøyaktige nok kostnadsestimat, selv om byggeklossene ikke har blitt oppdatert siden metodikken ble etablert i 2011, eller om det er andre årsaker enn estimeringsmetoden som har forårsaket kostnadsvekst. I dette kapittelet drøftes resultatene fra kapittel 3 og 4 opp mot forskningsspørsmålene gitt i kapittel 1.2. Mot slutten av kapittelet drøftes forhold som med fordel kan studeres nærmere, før arbeidet med denne studien drøftes.

### 5.2 Kan kostnadsvekst i tidligfase forklares med manglende supplering av erfaringstall?

Som omtalt i kapittel 3.4.2 trekkes bruken av erfaringsdata fra gjennomførte prosjekter fram som sentralt for kostnadsestimering i tidligfase av flere kilder, herunder Finansdepartementet (2008b, s. 2). I intervjuene ble denne viktigheten også trukket fram, samtidig som det ble uttrykt noe usikkerhet for om metoden var treffsikker så lenge erfaringstallene var gamle. Som omtalt i kapittel 4.5.1 kunne intervjuobjektene ikke peke på at manglende oppdatering av byggeklossene faktisk har ført til lite nøyaktige kostnadsestimat i tidligfase. Flertallet antok likevel at en oppdatering ville bedre kvaliteten på byggeklossene.

Kostnadsestimatene i denne studien tilhører estimatklasse 4, der Jernbanedirektoratet opererer med en nøyaktighetsgrad på  $-20\%/+40\%$  (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 9). Som resultatene i kapittel 4.4.1 viser faller flere kostnadsestimat for store tiltak innenfor dette spennet, men resultatet avhenger av framgangsmåte. Dersom manglende oppdatering av prisene på byggeklossene var årsak bak kostnadsvekst i jernbanesektoren, burde avviket mellom estimat og kostnadsprognose/faktisk kostnad være mindre for studiens ulike estimat. Når estimatene for bygget anlegg i de fleste tilfeller faller innenfor forventet nøyaktighet for estimatklassen, og særlig når øvrige tilfeller kan forklares med andre årsaker, ser resultatet ut til å tilsa at manglende oppdatering av kostnadene til byggeklossene i liten grad har vært medvirkende til kostnadsvekst fra tidligfase. Mens blant annet Government Accountability Office (2020, s. 89) understreker viktigheten av oppdaterte nøkkeltall, noe flere intervjuobjekt også gjorde, kan prisen på byggeklossene likevel se ut til å være presis nok, i det minste for bruk i store tiltak.

Selv om GAO omtaler at erfaringstall må suppleres med nyere kostnader for å være anvendelige, åpner de som omtalt i kapittel 3.4.2 også opp for at en kan anvende eldre erfaringstall gitt at disse justeres. Den eneste justeringen av byggeklossene som gjøres er den årlige indeksjusteringen. Basert på resultatene for gitte framgangsmåter for store prosjekter og til dels for kryssingsspor, kan det se ut til at denne justeringen har vært tilstrekkelig for å sikre god presisjon på kostnadsestimatene.

Når manglende oppdatering ikke ser ut til å ha påvirket nøyaktigheten på kostnadsestimat i nevneverdig grad, må kostnadsveksten i flere store tiltak de senere årene heller forklares med andre årsaker. Et eksempel er stasjoner, der studiens resultater og intervjuer indikerer at utformingen av byggeklossene i seg selv er en større

svakhet enn at erfaringskostnadene ikke er oppdaterte. For stasjoner er dette nærmere drøftet i kapittel 5.2.2. I andre tilfeller indikerer resultatene heller at bruken av metodikk og undervurdering av omfang og kompleksitet i tidligfase har vært førende for estimatenes treffsikkerhet. Eksempler på dette er at korreksjonsfaktorer ikke var del av byggeklossmetoden på tidspunktet da KVV InterCity ble utarbeidet, samt at utredningen i flere tilfeller la til grunn et enklere omfang enn det som faktisk bygges. Studiens resultater indikerer at begge deler kan ha medført til en underestimering, heller enn manglende oppdatering med nyere nøkkeltall.

De ulike forholdene omtalt over er nærmere omtalt i de påfølgende delkapitlene.

### 5.2.1 Bruken av byggeklossmetoden på store tiltak

I flertallet av kostnadsestimat for store tiltak er avviket fra kostnadsprognose innenfor det forventede spennet på -20 %/+40 % som Jernbanedirektoratet legger til grunn for estimatklasse 4. Dette kan indikere at kostnadene på byggeklossene er presise, selv om de ikke har blitt oppdatert med nyere nøkkeltall. I det ene tilfellet der det ikke var samsvar mellom estimat for bygget tiltak og kostnadsprognose så dette ut til å skyldes at byggeklossene ikke kunne representere kostnadsdrivende elementer i tiltaket, samt at vektningen av korreksjonsfaktorene medførte underestimering av kostnadsdrivende elementer. Nettopp det at byggeklossene ikke kan representere alle typer elementer ble trukket fram av ett av intervjuobjektene som en mulig sårbarhet med metoden. Vedkommende omtalte dette som et forhold som estimator måtte være særlig observant for. Nødvendigheten av erfaring og tilstrekkelig kompetanse hos estimator er noe både intervjuobjektene og litteraturen trekker fram.

Når flertallet av kostnadsestimatene basert på KVV InterCity faller utenfor forventet nøyaktighetsgrad, ser dette ut til å skyldes flere forhold. I enkelte tilfeller ble det i KVV InterCity anvendt enklere byggeklosser enn i tiltaket som bygges. Dette samsvarer langt på vei med funnene Dovre gjorde i evaluering av Østfoldbanen (Dovre Group Consulting, 2020, s. 32-41). Lignende vurdering delte også ett av intervjuobjektene. En slik manglende detaljering i tidligfase trekkes blant annet fram av Flyvbjerg og COWI (2004) og Yogarajah (2017) som årsaker for senere omfangsendring og kostnadsvekst.

Welde (2016, s. 25) trekker også fram tid som en mulig årsak til kostnadsvekst. Dette kan være en faktor som har påvirket kostnad i de studerte tiltakene. Selv om arbeidet fra tidligfase til realisering har vært ganske konstant for flere av de studerte tiltakene, så tar det lang tid å planlegge og bygge store jernbaneinfrastruktur. Fra KVV InterCity ble gjennomført i 2012 (Bane NOR, 2012) til det siste tiltaket analysert i denne studien står ferdig vil det ha gått 15 år. Det er ikke unaturlig at lovpålagte krav og eksterne forventninger til tilpasning øker over en så lang periode, samtidig som kjennskapet til hva som ble lagt til grunn i konseptvalgutredningen minker over tid.

Parallelt med arbeidet med denne studien har Bane NOR vurdert relevansen på byggeklossene i noen gjennomførte prosjekter. Foretaket har her kommet fram til at byggeklossene har en kostnad innenfor et akseptabelt spenn med tanke på nøyaktighet, og at klossene derfor fortsatt framstår å være relevante. Foretaket sine funn tilsvarer resultatene for store tiltak i denne studien.



## 5.2.2 Byggekløssmetoden på mindre tiltak

### 5.2.2.1 Stasjoner

Dovre sin evaluering av kostnadsøkningene fra InterCity-prosjektet på Østfoldbanen var utløsende årsak til problemstillingen i denne studien. Evalueringen omtaler at kostnadsøkningen på strekningen Haug – Klavestad blant annet skyldtes 5,5 milliarder i økte kostnader for stasjoner (Dovre Group Consulting, 2020, s. 8). Evalueringen omtaler også hvilke byggeklosser som ble anvendt for de ulike stasjonene. Figur 5 illustrerer slik Sarpsborg stasjon er representert i konseptvalgutredningen, mens utformingen for samme stasjon i kommunedelplanfasen kommer fram av Figur 3. Sistnevnte sporplan finnes det ingen byggekloss for, og siden den har et vesentlig større omfang må det antas at stasjonen også har en høyere kostnad enn byggeklossen lagt til grunn i KVV InterCity. Sarpsborg stasjon vil også innebære ombygging av en eksisterende stasjon, der byggeklossen anvendt i konseptvalgutredningen gjelder en helt ny stasjon.

Gjennomgående bruk av forholdsvis enkle stasjoner går igjen i mulighetsstudien for Østfoldbanen og Vestfoldbanen og den påfølgende konseptvalgutredningen. Å bestemme utforming av en stasjon vil kreve kapasitetsanalyser. Basert på grunnlaget som følger med konseptvalgutredningen er det uklart hvilke vurderinger som lå bak valgene av byggekloss i KVV InterCity. Forut for den påfølgende kommunedelplanfasen ble det derimot gjennomført nærmere analyser av hvilken infrastruktur som måtte til for å avvike tilbudet konseptvalgutredningen la til grunn (Jernbaneverket, 2016a, s. 57-216). Den mer omfattende sporplanen for Sarpsborg stasjon var resultat av disse analysene. Dette kan indikere at tiltaket i tidligfase var gjenstand for vurderinger som var for enkle, ikke så ulikt Yogarajah (2017) omtaler i sin studie.

Eksempelet med Sarpsborg stasjon illustrerer at det ikke nødvendigvis trenger være prisen på byggeklossen alene som er årsaken til at et estimat fra tidligfase er vesentlig lavere enn estimat fra en senere fase. Dersom en anvender en annen og rimeligere byggekloss enn det som må til for å realisere en gitt effekt, vil en ende opp med et lite nøyaktig kostnadsestimat. Definisjonsgrad og riktighet på det tekniske grunnlaget som danner basis for kostnadsestimat vil derfor være avgjørende for presisjonen. Definisjonsgraden på grunnlaget var et forhold som ble trukket fram i intervjuene som en gjentagende utfordring.

Som omtalt over er byggeklossene for stasjoner med fire spor utformet som vist i Figur 5. Ved siden av Dovre sin evaluering kommer dette også fram av grunnlaget fra KVV InterCity, som blant annet omtaler at byggeklossen med fire spor har en tilsvarende sporplan som Holmestrand (Rambøll, 2012a, s. 3):

Stasjoner: Løsninger iht notat fra JBV. Det er grovt antatt 4 spors på de store og 2 spors på de små stasjoner. Bør ha mulighet for forbikjøring, jfr Holmestrand (dvs 4 spor med 2 spor til pl.form). [...]

Holmestrand er den eneste stasjonen i Norge bygget med en slik sporplan. Der det bygges stasjoner med fire spor bygges disse normalt med fire spor til plattform. Når stasjonsbyggeklossene for fire spor tar utgangspunkt i et prosjekt som ikke er representativt for øvrige stasjoner, framstår dette å gå imot en praksis Government Accountability Office (2020, s. 89) anbefaler. Det kan være at prisen på byggeklossen er korrekt for tiltaket den beskriver, men det hjelper lite når byggeklossen ikke er representativ for tiltakene som planlegges og bygges. Så lenge flertallet av stasjoner

med mer enn to spor har en annen utforming enn byggeklossene med fire spor, kan det være naturlig å anta at bruken av byggeklossen er beheftet med usikkerhet.

For stasjoner med mer omfattende sporplaner som Sarpsborg stasjon vil ulikheten øke ytterligere. Dette er synliggjort i form av økte kostnader til stasjoner i Dovre sin evaluering (Dovre Group Consulting, 2020, s. 39). Sarpsborg stasjon har et omfang og en særegen utforming som tilsier at det neppe bygges flere stasjoner som er identisk med den. Basert på studiens intervjuer framstår dette å gjelde flere stasjoner. Dette kan tilsa at en ikke vil ha nøkkeltall fra representative tiltak, som kan gjøre det vanskelig å lage en treffsikker byggekloss. Dette ble understreket i flere av intervjuene, og understøttes av Barakchi et al. (2017, s. 4) og AACEI, der sistnevnte trekker fram at spesialiserte elementer ofte er basert på unike metoder (AACE International, 2020b, s. 2). Dette kan tilsa at estimatene for stasjoner, og da særlig for kompliserte stasjoner, bør estimeres på annet vis enn ved bruk av byggeklossmetoden. I intervjuene trakk ett objekt fram at en burde benchmarke stasjoner. Mens dette muligens kan være mer egnet enn bruken enn dagens byggeklosser, vil benchmarking like fullt måtte ta utgangspunkt i sammenlignbare prosjekter, noe vi i begrenset grad ser ut til å ha for visse typer stasjoner.

For å synliggjøre presisjonen på stasjonsbyggeklossene har denne studien tatt for seg mindre stasjonstiltak. Samtlige innebar ombygging av eksisterende infrastruktur. Resultatene i den kvantitative analysen bekrefter langt på vei intervjuobjektene sine vurderinger om at treffsikkerheten på stasjoner framstår å være mangelfull. Resultatene gjenspeiler også i stor grad resultatene i Dovre sin evaluering av kostnadsøkningene på Østfoldbanen (Dovre Group Consulting, 2020, s. 38-40), der særlig stasjoner var underestimert i tidligfase. Samlet framstår byggeklossene for stasjoner som mindre nøyaktige og egnet. At dette er tilfelle antas å kunne forklares med at få tilsvarende tiltak gjennomføres, der dette begrenser tilgangen på historiske data. Resultatene og intervjuobjektene sine vurderinger indikerer at byggeklosser for stasjoner, eller bruken av disse byggeklossene, bør være gjenstand for en nærmere studie. Inntil en nærmere studie er gjennomført og byggeklossene eventuelt er oppdatert, kan resultatene tale for at stasjonsbyggeklossene bør anvendes med varsomhet, eller at det anvendes andre framgangsmåter eller metoder for kostnadsestimering av stasjoner.

### **5.2.2.2 Kryssingsspor**

Siden flertallet av kryssingssportiltak innebærer forlengelse av eksisterende kryssingsspor, og ikke minst at det innebærer endring på eksisterende infrastruktur, pekte noen av intervjuobjektene på at bruk av løpemeterpris framsto som mest hensiktsmessig. Basert på studiens kvantitative analyse kan det framstå som at bruk av byggeklossene for kryssingsspor kan produsere kostnadsestimat nær kostnadsprognose, men kun under forutsetning om at det anvendes løpemeterpris.

Basert på resultatene framstår bruk av byggekloss for utvidelse av enkeltspor til dobbeltspor som lite egnet for kryssingsspor. Dette overrasket ett av intervjuobjektene. Når sistnevnte byggekloss anvendes for kryssingsspor tilsier resultatet at prisen er 46 % under hva en bør forvente. Bruken av denne byggeklossen kan derfor medføre sterkt underestimerte prosjekter, der utløsende årsak primært er manglende definisjonen av hva de ulike byggeklossene skal brukes til. Dette er forhold ett av intervjuobjekt pekte på, og som Government Accountability Office (2020, s. 89) også peker på.

Dersom avviket på 46 % for byggeklossen for utvidelse av enkeltspor til dobbeltspor skyldes feil pris på byggeklossen kan dette også være av betydning for resultatene for

andre tiltak enn kryssingsspor. Byggekløssen er anvendt i studiens kostnadsestimat for Venjar – Langset, der den er anvendt på de om lag 3,2 kilometerne med dagsone der tidligere enkeltspor er utvidet til dobbeltspor. Dersom prisen er for lav kan det være med på å forklare deler av avviket for dette tiltaket.

Byggekløssen for kryssingsspor har i utgangspunktet en elementlengde på 950 meter (Rambøll, 2012a, s. 11). Kryssingsspor vil sjelden ha nøyaktig en slik lengde, men må tilpasses togene på strekningen og stedlige forhold. Byggekløssen for kryssingsspor vil være et eksempel på et element der pris ikke vil skalere lineært med lengde. Dette skyldes at tiltakene må ha det samme antallet sporveksler og potensielt samme kostnad til sikringsanlegg, uavhengig av om kryssingssporet er langt eller kort. Av den grunn kan løpemeterpris ende opp med å ikke være presist i alle tilfeller, der andelen de faste kostnadene utgjør av byggekløssen vil øke med fallende lengde på kryssingssporet. Dette er forhold estimator normalt kan kompensere for, men forutsetter nødvendig kompetanse og erfaring, hvilket er egenskaper blant annet Government Accountability Office (2020, s. 9) framhever som viktig i estimeringsprosessen.

## 5.3 Påvirker bruken av metoden nøyaktigheten?

### 5.3.1 Bruken av korreksjonsfaktorer

Som vist i kapittel 4.4.1 er det et større avvik mellom kostnadsprognose og forventet kostnad beregnet med utgangspunkt i basisestimat fra KVV InterCity enn det er for studiens ulike KVV-estimat. Siden korreksjonsfaktorer ikke var del av byggekløssmetoden da KVV InterCity ble utarbeidet men estimatene ellers er identiske, må forskjellen skyldes at korreksjonsfaktorer ble anvendt i studiens KVV-estimat. Uten bruk av korreksjonsfaktorer vil en ikke få tilpasset byggekløssene til lokale forhold, slik AACE International (2020a, s. 7) og Jernbanedirektoratet (2019b, s. 18) legger til grunn at korreksjonsfaktorene kan anvendes til.

Resultatene innebærer at deler av kostnadsøkning i flere tiltak på InterCity-strekningene kan forklares ved at korreksjonsfaktorer ikke ble anvendt i konseptvalgutredningen. Dette samsvarer med Dovre Group Consulting (2020, s. 43) sin påpekning om at det i konseptvalgutredningen for Østfoldbanen i liten grad ble gjennomført justeringer for å tilpasse elementene til lokale forhold. Alternativt måtte det foreligge byggekløsser for økt kompleksitet med tilhørende høyere pris. Når bruken av korreksjonsfaktorer medfører en vesentlig reduksjon i avviket til kostnadsprognose, framstår introduksjonen av korreksjonsfaktorer i byggekløssmetoden som et hensiktsmessig grep.

I KVV-estimatene ble korreksjonsfaktor for modenhet satt til «Høy». Dette var ment å reflektere at graden av modenhet på tiltakene som ble utredet i KVV InterCity var lav. Selv med den høye vektningen av korreksjonsfaktoren ligger flertallet av KVV-estimat under faktisk eller prognostisert kostnad. Dette medfører at kostnadsveksten fra tidligfase for disse tiltakene må forklares av andre årsaker enn korreksjonsfaktorene, eventuelt i kombinasjon med at verdien for «Høy» på korreksjonsfaktorene er for lav. Sistnevnte omtales senere i dette delkapittelet.

Basert på studiens øvrige resultat ser det ut til at bruken av korreksjonsfaktorer i begrenset grad gir utslag i flere av kostnadsestimatene. Årsaken ser ut til å være vektningen av de ulike korreksjonsfaktorene, der faktoren for modenhet blir særlig dominerende med en vektning på 40 %. Øvrige korreksjonsfaktorer vil da i svært liten grad påvirke kostnaden for de ulike elementene i estimatet. Siden de store tiltakene som studien har omfattet er ferdigstilt eller under bygging, har grad av modenhet vært

vurdert å være høy. Korreksjonsfaktoren er derfor satt til «Lav». Tilsvarende vil ikke være tilfelle i tidligfase, som Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering tross alt er laget for. Gitt verktøyets hensikt kan det være at standardverdiene for vektingen er hensiktsmessig, men i denne studien ser det ut til å ha medført et uheldig utslag i enkelte av estimatene.

Bruken av korreksjonsfaktorer kan potensielt kompensere for kompliserende forhold, men forutsetter da høy nok vekting og at verdi på korreksjonsfaktoren er satt høyt nok. I de to KVV-estimatene er det derfor testet ut ulike bruk av korreksjonsfaktorer. Basert på resultatene framstår påvirkningen på estimatenes nøyaktighet å være beskjedent. Dette ser ut til å skyldes to forhold, både korreksjonsfaktorenes vekting og deres verdier. Et godt eksempel der vektingen og verdien ser ut til å påvirke nøyaktigheten på estimatet er Venjar – Langset, der estimatet for bygget anlegg ligger langt under prognostisert kostnad. Sammenlignet med tiltakene Nykirke – Barkåker og Kleverud – Åkersvika har Venjar – Langset flere elementer der korreksjonsfaktor er satt til «Høy». Som det kommer fram av kapittel 3.5.4 medfører standardverdiene i Jernbanedirektoratet sitt verktøy at andre korreksjonsfaktorer enn modenhet og eksterne interessenter er vektet lavt. Tre korreksjonsfaktorer som er sentrale for et tiltak som Venjar – Langset er kun vektet med 25 %. Basiskostnaden på de krevende elementene i tiltaket heves derfor veldig lite. Med annen vekting av korreksjonsfaktorene ville avviket mellom estimat og kostnadsprognose reduseres vesentlig.

Som omtalt i kapittel 3.5.4 har korreksjonsfaktorene et spenn fra «0,8» til «2». Når bruken av korreksjonsfaktor i liten grad påvirker nøyaktigheten på estimatet sammenlignet med bruk av «Middels» verdi kan det tilsi at størrelsen på korreksjonsfaktor «Høy» er for lav. Sagt på en annen måte kan det være at den høye verdien ikke er i stand til å gjøre basiskostnaden på et element høyreskjev nok. Dette ser særlig ut til å kunne være av betydning på de dominerende elementene der det ikke foreligger byggeklosser med varianter som tar høyde for kompleksitet. Dette kan være tilfelle for byggeklossene for bruer, og derfor berører Venjar – Langset i særlig grad. Når «Høy» verdi også er begrenset til «2» kan produktet av alle korreksjonsfaktorene samtidig maksimalt bli «2», men vil som regel være langt lavere. Standardverdiene for vekting og verdi på korreksjonsfaktorene anvendt i Jernbanedirektoratet sitt verktøy vil samlet medføre at forsøk på å kompensere for nærføring og kompleksitet for Minnevik bru i svært begrenset grad påvirker kostnadsestimatet for Venjar – Langset.

Det må påpekes at Jernbanedirektoratet sin veileder åpner opp for at vekting på korreksjonsfaktorene kan endres ved behov (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 18), og at tilsvarende gjelder verdien på faktorene (*Brukerveiledning for "MAL kostnadsestimering"*, s. 1). Også her vil et hensiktsmessig nivå være avhengig av tilstrekkelig erfaring og kompetanse, samt et godt grunnlag å sammenligne mot, slik at en får satt egnede verdier.

Mens det er angitt eksempler for hva de ulike kategoriene av korreksjonsfaktorene dekker (Jernbanedirektoratet, 2019b, s. 18), er det ikke angitt kriterier for når de ulike graderingene for korreksjonsfaktorer skal anvendes. Dette kan åpne opp for at forskjellige ressurser bruker korreksjonsfaktorene på ulikt vis. Dette kan medføre ulike kostnadsestimat for samme eller lignende tiltak. Som del av denne studien er det funnet lite litteratur som beskriver hvordan korreksjonsfaktorer kan og bør anvendes. Basert på intervjuene og litteraturen er det likevel tydelig at estimeringsprosessen forutsetter kompetanse og erfaring hos estimator, der tilgangen på erfarne ressurser er sentral for å gjøre de gode vurderingene. Så lenge estimator oppfyller disse forutsetningene kan det

være at en manglende beskrivelse for hvordan korreksjonsfaktorer brukes ikke er en problemstilling. Denne studien kan kun konkludere med at vektingen og størrelsen på verdiene har en betydning.

### 5.3.2 Fleksibilitet i bruk av metoden og byggeklossene

Resultatene fra den kvantitative analysen indikerer at det kan utarbeides rimelig nøyaktige kostnadsestimat for store tiltak ved hjelp av byggeklossmetoden. Dette forutsetter vel og merke at omfang lagt til grunn for estimatet er forholdsvis likt slik tiltaket bygges. Byggeklossene vi har representert typiske elementer en finner igjen i infrastrukturen, og klossene muliggjør derfor estimering av store deler av jernbanes infrastruktur, men likevel ikke alt. Hva gjør en da i de tilfeller der byggeklossene ikke strekker til eller er dekkende?

Gjennom studiens kartlegging av tidligere bruk av byggeklossmetoden har det kommet fram eksempler der byggeklossene har blitt anvendt på ulike vis, utover den omtalte ulikheten i bruken av byggeklosser for kryssingsspor. Eksempelvis ser det ut til at KVV InterCity for Dovrebanen innebar bruk av skreddersydde byggeklosser for stasjoner framfor generiske byggeklosser (Rambøll, 2012a, s. 19-22), i form av svært spesifikke stasjonsbyggeklosser som E13 og E31 (se Vedlegg 1). Planskilte avgreninger framstår også som et annet eksempel der det har vært ulik bruk av byggeklosser. I upublisert grunnlag til en nyere konseptvalgutredning som studien har hatt innsyn i ble en planskilt avgrening brutt ned i mindre elementer, bestående av blant annet byggeklosser for enkeltspor og bruer, i kombinasjon med egenutviklede elementer som sporveksler. I en annen og eldre konseptvalgutredning der denne studien har hatt innsikt i upublisert grunnlag, ble en tilsvarende avgrening representert ved at et nytt dobbeltspor startet på et punkt langs et annet dobbeltspor, uten andre elementer.

Eksempelene over kan indikere at faggruppene som har utarbeidet basis for kostnadsestimat og estimat har opplevd stor grad av fleksibilitet for hvordan byggeklossene kan anvendes. Om denne fleksibilitet i bruken av byggeklossene er tilsiktet eller ei har ikke vært mulig å fastslå gjennom studiens arbeid, men under intervjuene ble det i ett tilfelle stilt spørsmål ved om definisjonen til byggeklossene var god nok. Vedkommende som kommenterte dette var usikker på om enkelte byggeklosser ble brukt etter hensikten. Som omtalt i kapittel 5.2.2.2 muliggjør nettopp fleksibilitet en bruk av byggeklossene som kan produsere unøyaktige kostnadsestimat, der dette kan være forårsaket av manglende definisjon. Dette kan tyde på at fleksibilitet medfører potensielle fallgruver. I hvilken grad det er lagt opp til fleksibilitet i hvordan et kostnadsestimat kan utarbeides og hva konsekvensene av det kan være, kommer i begrenset grad fram av litteraturen studien har kartlagt. Som det kommer fram av kapittel 3.4.2 er GAO nærmest ved å omtale at erfaringstall må ha en god beskrivelse, slik at tallene anvendes riktig (Government Accountability Office, 2020, s. 89). Definisjon av byggeklossene framstår derfor som viktig og nødvendig. Fleksibilitet i hvordan en utarbeider estimat framstår likevel som hensiktsmessig, så lenge resultatet medfører at en kommer fram til et nøyaktig nok estimat. Hvor grensen for grad av fleksibilitet går, og om det finnes en slik grense, har ikke blitt funnet gjennom litteraturen denne studien har ledd seg på.

Noe denne studien har synliggjort er hvordan ulik bruk for å representere et gitt tiltak kan gi varierende resultat. Dette gjelder særlig der en har en tilpasset bruken av byggeklossene til tiltakene. En slik framgangsmåte er anvendt i estimeringen av stasjoner i denne studien, der konsekvensen av ulik bruk av byggeklossene ser ut til å være betydelig. Mens stasjonsbyggeklossen har en elementlengde på én kilometer, ble det i de «justerte estimatene» forsøkt å tilpasse lengden på elementet til lengden på plattformene. Mens nøyaktigheten på estimatene samlet sett var bedre enn ved bruk av

hele byggeklosser, var resultatet variabelt og med stor spredning. Årsaken til at resultatet ikke ble bedre kan se ut til å skyldes at løpemeterkostnaden i byggeklossen er gjennomsnittlig, der selve stasjonen må antas å ha en høyere løpemeterkostnad enn tilgrensende spor, og at selve stasjonen kun utgjør en mindre andel av elementet. Når lengden på elementet reduseres, så skjer det samme med størrelsen på den dyrere delen av stasjonsbyggeklossen. Dette er forhold en må kompensere for når en endrer størrelse på elementene, noe Jernbanedirektoratet (2019b, s. 18) også trekker fram i sin veileder. Mangelen i forsøket på å tilpasse stasjonsbyggeklossene i denne studien synliggjør behovet for erfaring og kompetanse hos estimator, slik litteraturen omtalt i kapittel 3.4.1 og intervjuobjektene understreket viktigheten av. Gode ideer er alene ikke nok til å produsere et godt kostnadsestimat.

I tilfeller der det ikke finnes byggeklosser kan en anvende andre framgangsmåter, slik deler av litteraturen omtalt i kapittel 3.4.1 og 3.4.2 gjør. Flere av intervjuobjektene trakk også fram dette som nødvendig, særlig for stasjoner og andre unike objekter som byggeklossene ikke dekker. Enkelte framgangsmåter ble foreslått i intervjuene, enten i form av at stasjoner representeres av egne byggeklosser for plattform og overgangsbru, eller at stasjonene estimeres nedenfra og opp. Hensikten med å benytte skreddersydde byggeklosser må uansett være at en ønsker å oppnå bedre presisjonen på estimatet. Siden denne studiens kvantitative analyse indikerer at en ved fleksibel bruk av byggeklossene på stasjonstiltak får noe bedre presisjon, framstår en slik grad av fleksibilitet som hensiktsmessig. Om dette gjelder alle type tiltak kan studien ikke besvare.

## 5.4 Indeksjustering av pris på byggeklossene

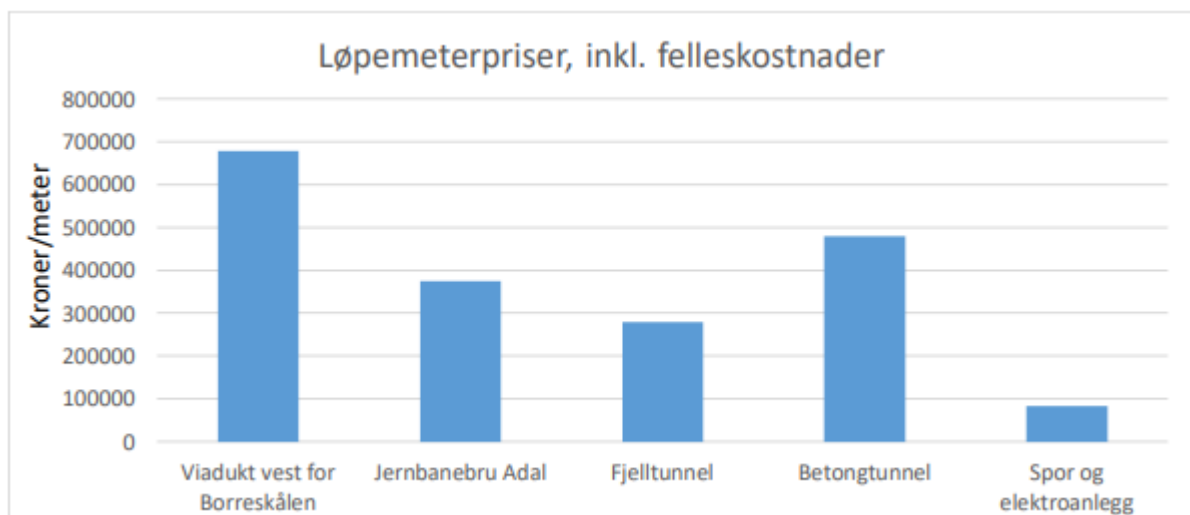
I Dovre Group Consulting (2020, s. 43-44) sin evaluering av kostnadsøkningene på Østfoldbanen trekkes det fram at prisene justeres med byggekostnadsindeks for veganlegg. Dovre anbefaler at prisene justeres med bakgrunn i gjennomførte jernbaneprosjekter. Når resultatene i denne studien viser stor grad av samsvar mellom faktisk kostnad eller kostnadsprognose/kostnadsestimat for bygget anlegg, i det minste for store tiltak, kan dette innebære at bruken av byggekostnadsindeks for veganlegg er representativ.

De studerte tiltakene har en betydelig andel av grunnarbeider og har en hel del fellestrekk med tiltakene indeksen er basert på. For eksempel er det store likheter mellom materialer brukt og anleggsteknikk for en fjelltunnel på veg og jernbane, og det samme gjelder for banelegemet og vegkroppen i dagsoner. Forskjellen er mengdene, men dette påvirkes ikke av byggekostnadsindeksen. Gitt dette kan det være naturlig at bruken av byggekostnadsindeksen for veganlegg samsvarer godt med priser på jernbaneanlegg.

Når gjeldende indeksjustering ikke ser ut til å negativt påvirke nøyaktigheten på byggeklossmetoden for store tiltakene, medfører dette at kostnadsveksten fra tidligfase for disse tiltakene må forklares av årsaker enn indeksen som anvendes.

Gjeldende byggeklosser inkluderer også kostnad til jernbaneteknikk, slik som spor, signal og kontaktledningsanlegg. Felles for flertallet av byggeklossene er at jernbaneteknikk utgjør en mindre andel av kostandene i et typisk jernbanetiltak. Dette ble blant annet synliggjort i kommunedelplanfasen for Nykirke – Barkåker (Figur 39). For en større andel av byggeklossene utgjør jernbaneteknikk rundt 10-25 % av kostnaden for byggeklossen (Rambøll, 2012b, s. 10-13). I to av de enkleste byggeklosser er andel så høy som 46 %, mens i motsatt ende er andelen nede i under 5 % for en av byggeklossene med en

betydelig andel grunnarbeider. Så lenge jernbaneteknikk i hovedsak utgjør en mindre andel av de totale kostnadene vil en mindre forskjell mellom to byggekostnadsindekser i begrenset grad påvirke kostnadene på byggeklossene. For elementer for jernbaneteknikk kan resultatet derimot være annerledes, men slike elementer finnes det heller ikke byggeklosser for.



**Figur 39 – Størrelse på løpemetrepriser for ulike elementer (Jernbaneverket, 2016c, s. 102). Løpemetrepris for spor og elektroanlegg er uten kostnad for øvrige deler av jernbaneanlegget, slik som tunnel eller fylling.**

For et jernbanetiltak der grunnarbeidene utgjør en mindre andel og jernbaneteknikk er dominerende er det derimot ikke gitt at indeksen for veganlegg er like egnet. Et slikt tiltak er elektrifiseringen av strekningen Trondheim – Stjørdal og Meråkerbanen, som i hovedsak berører jernbaneteknikk. For denne typen tiltak og elementer kan det være at andre byggekostnadsindekser gir en bedre justering av pris. Hvorvidt dette faktisk er tilfelle krever ytterligere studier.

## 5.5 Andre forhold som påvirker nøyaktigheten på estimatene

### 5.5.1 Riktig omfang i tidligfase

For flere av de store tiltakene i denne studien framstår det som at ulikhet mellom KVV-estimat og estimat for bygget anlegg kan forklares med at omfang og/eller kompleksitet i tidligfase skiller seg fra slik tiltakene bygges. For to av tre tiltak det er utarbeidet KVV-estimat for innebærer dette en undervurdering av omfang. For Venjar – Langset ser det ut til at KVV InterCity innebar noe overvurdering av omfang.

Et tydelig eksempel på omfangsendring fra tidligfase kan vi finne i et annet tiltak knyttet til InterCity-utbyggingen på Vestfoldbanen. Mens KVV InterCity la til grunn at det kun skulle bygges nytt dobbeltspor fra der ny Vestfoldbane grener av vest for Drammen stasjon (Rambøll, 2012b, s. 24), har tiltaket som bygges et vesentlig større omfang. Prosjektet Drammen – Kobbervikdalen/Gulskogen inkluderer også ombygging av Drammen stasjon og tiltak på Gulskogen stasjon, samt flere andre tilgrensende tiltak som er utløst av det nye dobbeltsporet (Bane NOR, 2023). Hva som er «korrekt» omfang i de ulike tiltakene tar denne studien ikke stilling til, men så lenge omfang endres fra tidligfase til gjennomføring hjelper det lite å ha en riktig pris på byggeklossene og øvrige elementer. Dette gjelder uavhengig av om omfang endres på grunn av manglende

styring, at omfang ble undervurdert i tidligfase, eller at tiltakene senere fikk økt omfang grunnet av andre årsaker.

Gjennom forprosjektfasen gjøres det en nærmere detaljering av tiltakene, og over samme tid kan tiltak påvirkes av eksterne krav. Begge deler kan tilsi at økt omfang kan være konsekvens av økt kunnskap, slik Dovre Group Consulting (2020) sin evaluering indikerer. Dette utelukker likevel ikke at tiltak kan ha vært gjenstand for overoptimisme eller undervurdering i tidligfase, slik blant annet Flyvbjerg og COWI (2004) trekker fram. Intervjuobjektene i denne studien pekte også på tilsvarende årsaker, men det ble også trukket fram at mulige årsaker kunne være manglende styring, samt at en i for liten grad går tilbake for å vurdere andre løsninger når prosjekter sprekker eller er gjenstand for økt omfang. De intervjuobjektene som omtale undervurdering i tidligfase var inne på at manglende kvalitet på grunnlaget var medvirkende årsaker til at omfang ble undervurdert, der dette framsto å være forårsaket av manglende tid og ressurstilgang.

I tidligfase er det forventet stor grad av umodenhet. Finansdepartementet (2010) sin veileder for konseptvalg legger dette til grunn. For jernbanen vil manglende modenhet medføre usikkerhet for hvordan infrastrukturen faktisk kan og bør bli utformet. Når det samtidig er en forventning om at estimat skal være realistiske (Samferdselsdepartementet, 2022, s. 3) oppstår en mulig målkonflikt, særlig dersom en skal forstå «realistiske» som estimat med stor grad av nøyaktighet. Økt nøyaktighet vil kreve at kompleksitet og omfang kartlegges nærmere slik at en får større kontroll på usikkerheten i tidligfase, men dette vil samtidig øke kostnaden og behovet for tid og ressurser. Det er ikke gitt at dette er hensiktsmessig bruk av samfunnets ressurser, og basert på Finansdepartementet sin veileder kan det framstå som at slik detaljering ikke er forventet. Dette underbygges også av den lave definisjonsgraden som AACE International (2020b, s. 6) legger til grunn for estimatklasse 4. Når definisjonsgraden skal være lav i tidligfase, kan den tilsynelatende utbredelsen av undervurdering i tidligfase tilsi at en heller må «ta litt i» når en vurderer omfang og kompleksitet.

I Jernbanedirektoratet sitt svarbrev til Samferdselsdepartementet om kostnadsøkningene på Østfoldbanen (Bukholm, 2020, s. 5) påpekes det at KVV InterCity «omfatter et svært stort geografisk område, og utredningen ble gjennomført på kort tid.» Direktoratet svarer videre at det ved senere konseptvalgutredninger både vil vurderes omfang og tidsbruk «for å sikre et tilfredsstillende presisjonsnivå» (Bukholm, 2020, s. 5). Denne omtalen kan tolkes som at beslutningsunderlaget i KVV InterCity ikke var robust grunnet rammene gitt for konseptvalgutredningen. Tilgjengelig tid, gitt det store omfanget, kan altså ha vært til hinder for å gjøre de nødvendige kartleggingene og vurderingene i KVV InterCity, med den konsekvens det senere har hatt for omfangsøkning.

Å presist beskrive hvilke elementer et gitt tiltak må bygges opp av vil kreve tilgang på ulik og tilstrekkelig kompetanse, samt et forarbeid med å detaljere et tiltak før det estimeres. Behovet for tilstrekkelig fagkompetanse i detaljeringen av tiltaket var noe flere av intervjuobjektene understreket. To av objektene fikk det likevel til å framstå som at estimator i enkelte tilfeller blir satt til å definere tiltakene selv, før estimat utarbeides, og at nødvendige ressurser ikke alltid stilles til disposisjon. Objektene trakk også fram at estimeringen tidvis gjennomføres under tidspress. Dersom dette faktisk er tilfelle og er utbredt er det ikke unaturlig å forvente manglende beskrivelse av omfang og kompleksitet i tidligfase. Slik praksis går også imot viktige forutsetninger for estimeringsprosessen, slik blant annet Magnussen (2013, s. 14) trekker fram.



### 5.5.2 Korrekt angivelse av grunnerverv

For enkelte av de store tiltakene analysert i studien er det stor ulikhet mellom kostnaden oppgitt for grunnerverv i KVV InterCity og kostnaden en får gjennom bruk av Jernbanedirektoratet sitt verktøy. Resultatene viser at deler av forskjellen mellom KVV-estimatene og studiens ulike estimat for bygget anlegg kan forklares med manglende eller for lav kostnad til grunnerverv. Dette tilsvarer Dovre sitt funn i evalueringen av InterCity-prosjektene på Østfoldbanen (Dovre Group Consulting, 2020, s. 37-38). Gjennom studien har det ikke vært anledning til å verifisere faktisk omfang av grunnerverv i de studerte tiltakene. Om størrelsen på kostnad for grunnerverv som direktoratet sitt verktøy genererer er treffsikker er derfor uklart. Inkluderingen av slike byggeklosser i studiens estimater for bygget anlegg har i det minste vært medvirkende til bedre presisjon på kostnadsestimatene.

### 5.5.3 Størrelse på forventet tillegg

Som det kommer fram av kapittel 3.5.4 kan Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering beregne et forventet tillegg dersom det ikke gjennomføres usikkerhetsanalyse. For estimatklasse 4 er tillegget på ca. 8 %. Som omtalt i kapittel 3.5.4 inkluderer byggeklossene allerede et forventet tillegg fra prosjektene klossene er basert på. I en uformell samtale tilknyttet denne studien ble dette brukt som en forklaring på hvorfor forventet tillegg i verktøyet kun var på 8 %. To av intervjuobjektene trakk likevel fram at denne verdien framsto som lav for tidligfase.

Som vist i kapittel 4.4.1 er forventet tillegg i KVV InterCity beregnet til 3,9 % og 3 % på henholdsvis Dovrebanen og Vestfoldbanen. I evalueringen av Østfoldbanen omtaler Dovre Group Consulting (2020, s. 41) et forventet tillegg på «mellom 11 og 14 prosent» for prosjektenes ulike stadier, der minste verdi representerer konseptvalgutredningen. Dersom Jernbanedirektoratet sin verdi for forventet tillegg for estimatklasse 4 er for lav, må det medføre at forventet tillegg i KVV InterCity for Dovrebanen og Vestfoldbanen også var for lavt. Hvis dette er tilfelle kan deler av kostnadsøkningen som KVV-estimatene viser skyldes en for optimistisk vurdering av usikkerheten i prosjektene i konseptvalgutredningens usikkerhetsanalyse. Dette kommer på toppen av at tiltakene i KVV ble bygget opp med enklere byggeklosser og et mindre omfang enn det tiltakene faktisk ser ut til å omfatte.

### 5.5.4 Forhold byggeklossmetoden eller verktøyet ikke fanger opp

Når enkelte kostnadsestimat som representerer bygget anlegg har et stort avvik men prisen på byggeklossene likevel ser ut til å være riktig for store tiltak, kan avviket skyldes flere andre forhold. Flere av disse forholdene er omtalt i tidligere delkapitler. Under omtales noen andre forhold som i begrenset grad er omtalt tidligere i dette kapitlet.

Basert på studiens analyser ser det ut til at enkelte byggeklosser i begrenset gjenspeiler kompliserte og fordyrende elementer som finnes i bygget anlegg. Minnevik bru er et slikt eksempel med bakgrunn i bruas store spennvidder og at den ikke er fundamentert på berg. Det foreligger tre byggeklosser for både enkeltsporede og dobbeltsporede bruer, der forskjellen mellom de tre variantene er spennvidden (se vedlegg 1 og 2). Hvorvidt disse byggeklossene er representative for bruer med ulik grad av kompleksitet er ikke vurdert nærmere i denne studien, men dersom samtlige brubyggeklosser legger til grunn middels komplisert gjennomføring kan særlig kompliserte bruer bli underestimert. Kostnaden på en komplisert bru kan kompenseres med «Høy» korreksjonsfaktor, men som omtalt i kapittel 5.3.1 kan korreksjonsfaktorene i liten grad heve kostnaden på slike

element. Et av intervjuobjektene understreket at korreksjonsfaktorene ikke burde anvendes til å kompensere for en antatt feil pris i byggeklossen, men at en heller burde endre prisen på byggeklossen slik at den ble representativ. Det kan være at brubyggeklossene bør vurderes nærmere.

I enkelte av studiens estimater skyldes avvik mellom estimat og kostnadsprognose/faktisk kostnad at det ikke foreligger byggeklosser for alle elementer, og at kostnader derfor har blitt utelatt. Eksempler på slike elementer er opparbeidelsen av sykkelvegen Vormtråkk langs Vorma og signaltiltak som del av tiltaket Venjar – Langset, eller vegomleggingen på Skoppum som del av Nykirke – Barkåker. Omfang av slike elementer kan være svært varierende, og den begrensede kunnskapen en har i tidligfase vil gjøre det krevende å vurdere slike elementer med god presisjon. Likevel framstår enhver inkludering av elementer som et bedre grep enn å utelate det, særlig siden flertallet av de store tiltakene ser ut til å ha blitt underestimert i tidligfase. Uten tilstrekkelig kunnskap og kompetanse kan dette imidlertid medføre overestimering, som i ytterste konsekvens kan stanse et godt prosjekt, slik ett av intervjuobjektene trakk fram. Som for stasjoner, peker intervjuobjektene på at inkludering av elementer det ikke finnes byggeklossene for krever skreddersøm. Dette krever at en faktisk har erfaringskostnader og tilgang på tilstrekkelig kompetanse og erfaring, både i utarbeidelsen av basis for kostnadsestimatet, og i utarbeidelsen av selve kostnadsestimatet.

Som omtalt i kapittel 4.5.4.1 trakk én av intervjuobjektet fram at gjennomføringstid påvirker kostnaden i prosjekter. Tilsvarende kommer også fram av kartlagt litteratur (Samferdselsdepartementet et al., 2016, s. 56). Intervjuobjektet mente at tid ikke fanges opp av byggeklossmetoden med mindre en hensyntok tid som kostnadsdrivende i usikkerhetsanalysen. Merkostnaden tid medførte kunne da inkluderes i det forventede tillegget. Tid er ikke en faktor som Jernbanedirektoratet sitt verktøy tar høyde for. For mindre utredninger eller studier som denne, der verktøyet kan brukes til å beregne forventet kostnad uten gjennomføring av usikkerhetsanalyse (se kapittel 3.5.4), kan en da ikke justere for tid. Uten mulighet for å justere for tid kan store og kompliserte prosjekter med lang gjennomføringstid derfor ende opp med å bli underestimert. Hvordan tid som en faktor som påvirker kostnad kan implementeres i verktøyet, og om dette er hensiktsmessig, er ikke undersøkt gjennom denne studien, men kan framstå som et forhold en må hensynta dersom usikkerhetsanalyse ikke gjennomføres.

### 5.5.5 Mulige mangler i visse byggeklosser

Gjennom arbeidet med masteroppgaven er en større andel av de tilgjengelige byggeklossene anvendt i utarbeidelse av de ulike kostnadsestimatene. Gjennom studien er det identifisert enkelte tilfeller der verdi på byggeklosser framstår feil, særlig slik de er anvendt i direktoratets verktøy, eller at definisjonen er mangelfull. I tillegg til byggeklossen for utvidelse av enkeltspor til dobbeltspor gjelder dette særlig følgende byggeklosser:

- E18 – Hensettingsspor, med en stykkpris på 324 mill. 2021-kr.
- E20 – Servicespor, med en stykkpris på 182 mill. 2021-kr.

De opprinnelige byggeklossene fra 2011 (Rambøll, 2012a, s. 12) har ingen beskrivelse for hva byggekloss E18 innebærer. Beskrivelsen for byggekloss E20 indikerer at den består av totalt ti servicespor fordelt utover en strekning. Omfang beskrevet for sistnevnte skulle tilsi at å anvende byggeklossen én gang kan være tilstrekkelig til å dekke en svært lang banestrekning, mens bruk av byggeklossen vil være mindre hensiktsmessig for et mindre tiltak.

De to omtalte byggeklossene er basert på rundsum og klossene har ikke påslag for rigg og drift, byggeledelse, planlegging og prosjektering (Rambøll, 2012b, s. 13). I

Jernbanedirektoratet sitt verktøy er det likevel lagt til slike påslag. Dette medfører en nær doubling av kostnad på byggeklossene. Dette ser ut til å gi kostnader høyere enn hva som kan ventes å være tilfelle, særlig for hensettingsspor, og spesielt dersom byggekloss E18 tilsvarer omfanget nødvendig for parkering av ett togsett. Tildelt kontrakt for Tønsberg togparkering (Bane NOR, 2022) innebærer at hvert spor vil koste om lag 18 mill. kr før påslag som byggherrekostnader, prosjektering og lignende. Mens inkludering av påslagene vil øke kostnaden per spor vil det like fullt være et betydelig gap til kostnaden for byggeklossen. Dette indikerer at byggekloss E18 neppe er anvendelig i sin eksisterende form, i det minste ikke uten en nærmere beskrivelse av hvilket omfang byggeklossen dekker. Det kan være at prisen er riktig for det omfanget som var tiltenkt byggeklossen da den ble etablert, men uten informasjon om hvilket omfang den dekker er det ikke mulig å vite dette.

At byggeklossene kan være lite definerte var noe ett av intervjuobjektene trakk fram. Som tidligere omtalt er tilstrekkelig definisjon også noe Government Accountability Office (2020, s. 89) trekker fram viktigheten av, der hensikten er at elementene anvendes riktig. Dersom det er uklart hvilket omfang en gitt byggekloss skal dekke og hva den bør anvendes til, kan det antas at muligheten for å anvende klossen feil øker. Dette vil i tur påvirke presisjonen på kostnadsestimatene.

Denne studien har anvendt flertallet av byggeklossene som er tilgjengelig i direktoratet sitt verktøy, men ikke alle. Eksemplene omtalt i dette delkapittelet kan likevel indikere at en nærmere studie eller gjennomgang av byggeklossenes omfang og definisjon kan være hensiktsmessig.

## 5.6 Betraktninger knyttet til studiens metode

### 5.6.1 Litteraturstudien

Tidlig i studien ble litteratursøkene fokusert på hva slags type estimeringsmetode byggeklossmetoden er og hvilken presisjon denne typen metode har. Det ble også forsøkt kartlagt hvordan denne estimeringsmetoden er anvendt innen samferdselssektoren. Avgrensingen for søkene ga få relevante treff. Dette kan indikere at søkene var for avgrenset. Dette er bakgrunnen for at litteraturen er supplert med søk i andre databaser og søkemotorer, samt gjennom bruk av litteratur fra kjente aktører innen kostnadsestimeringsfaget.

En observasjon basert på studiens brukte litteratur er at mange av mekanismene innen kostnadsestimering framstår å være tuftet på tidligere erfaring, der estimator har et stort handlingsrom til å angripe en gitt oppgave, men der dette er under forutsetning om at vedkommende har den nødvendige kompetansen. Behovet for kompetanse gjentas i stor grad i litteraturen, i større grad enn hvordan de ulike mekanismene som kan anvendes innen fagfeltet gjør.

### 5.6.2 Kvantitativ studie

Da studien ble igangsatt var det en ambisjon om å anvende grunnlag fra byggefasen for ulike tiltak. Hensikten var å få god detaljering på estimatene for bygget anlegg. Dette har av forskjellige årsaker ikke latt seg gjøre. I tillegg til offentlig tilgjengelig informasjon fra tiltakenes reguleringsplanfase har flyfoto, video eller lignende kilder fra byggefasen blir anvendt for å kartlegge gjennomføring av tiltakene i best mulig grad. Når dokumentasjon er fra en tidligere fase kan det innebære at grunnlaget ikke er helt representativt for slik tiltaket faktisk er bygget eller bygges. Videre vil en del offentlig grunnlag, slik som

planbeskrivelser, fokusere på den fysiske utformingen av tiltak og konsekvensene det for omgivelsene. Detaljer for indre endringer som signaltiltak og hvordan tiltaket er planlagt gjennomført i faser kommer i begrenset grad fram av slik dokumentasjon. Videre vil komplikasjoner identifisert eller påtruffet i byggefasen ikke fanges opp, med mindre det kommer fram av det supplerende grunnlaget studien har kartlagt. Disse begrensningene i grunnlaget studien har anvendt kan i det minste forklare enkelte avvik mellom kostnadsestimat og faktisk kostnad.

Gjennomgang av kostnadsestimat fra ulike tiltak har vært en del av mine tidligere arbeidsoppgaver, men denne studien er første tilfelle der jeg selv har utarbeidet kostnadsestimat. Kompetansen og erfaringen innen kostnadsestimering har derfor vært begrenset. Som omtalt i kapittel 3.4.1 og av flere av intervjuobjektene, og understreket i flere omganger i dette kapitlet, skal utarbeidelse av basis for estimat og kostnadsestimeringen gjøres av ressurser med nødvendig erfaring innen de ulike fagområdene. Mens det har vært gjennomført sidemannskontroll av alle kostnadsestimat i denne studien av en ressurs med nødvendig kompetanse, har jeg som estimator ikke hatt det. Sammen med begrenset informasjon om tiltakenes gjennomføring kan dette ha påvirket resultatene i den kvantitative analysen.

### 5.6.3 Intervjuene

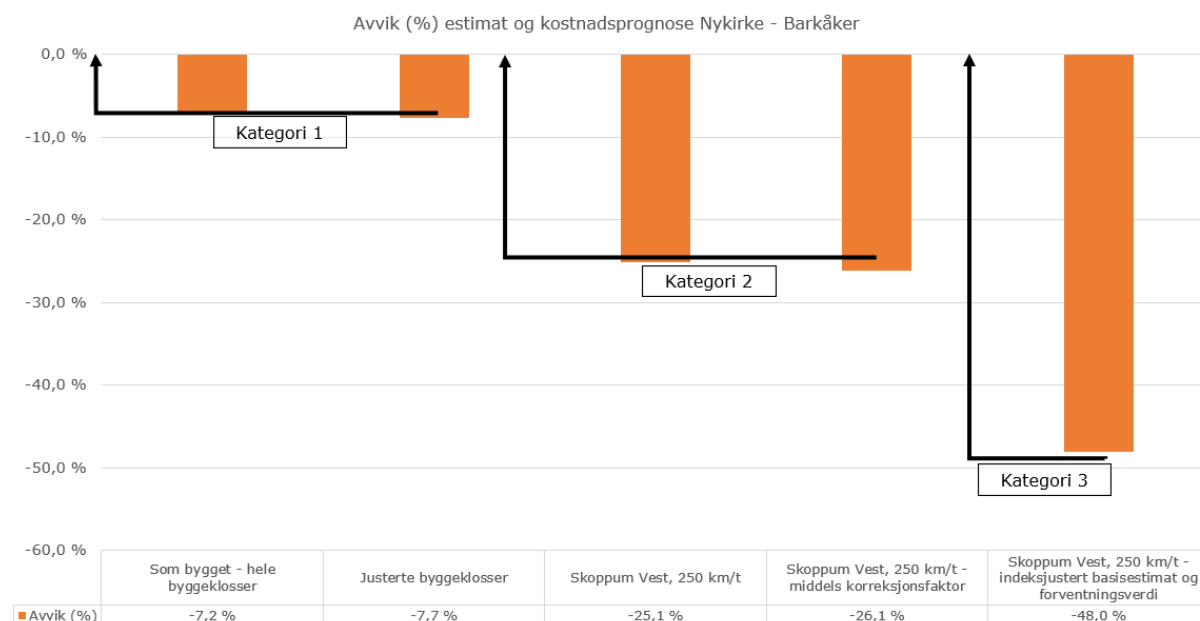
Som del av studien var det forutsatt gjennomføring av et visst antall intervjuer. Av ulike årsaker ble det ønskede antallet intervjuer ikke oppnådd. Det begrensede antallet intervjuer som er gjennomført reduserer muligheten for å fange opp viktige betraktninger og erfaringer knyttet til temaet. Flere intervjuer kunne framskaffet mer kunnskap.

I det videre arbeidet med studien har det kommet fram andre forhold som med fordel kunne vært forfulgt i supplerende intervjuer. Dette har dessverre ikke latt seg gjøre, og for enkelte av disse forholdene er resultatene derfor kun basert på litteraturstudien og den kvantitative analysen.

## 6 Oppsummering

### 6.1 Konklusjon

Basert på studiens resultat ser det ut til at avvik mellom kostnadsprognose for store tiltak kan tredeles som illustrert i Figur 40. I figuren er det tatt utgangspunkt i prosjektet Nykirke – Barkåker, men to av de andre store tiltakene har et samsvarende resultat. De tre ulike kategoriene representerer hver for seg hovedårsakene for hvorvidt byggeklossene har en riktig pris eller ei. Hvordan de kartlagte årsakene svarer ut de ulike forskningsspørsmålene kommer fram av de påfølgende fire delkapitlene.



**Figur 40 – Kategorisering av årsaker for avvik mellom kostnadsprognose og studiens ulike estimat basert på resultater for Nykirke – Barkåker. Negativt resultat innebærer at estimat ligger lavere enn kostnadsprognose for tiltaket.**

#### 6.1.1 Kan manglende nøyaktighet på kostnadsestimat fra tidligfase forklares med manglende oppdatering av byggeklossene?

Den kvantitative studien viser et gjennomsnittlig avvik mellom estimat og kostnadsprognose/faktisk kostnad for store tiltak på -4 % når sterkt avvikende tiltak holdes utenfor. For tiltak i kategori 1 i Figur 40 ser det derfor ut til at manglende oppdatering av byggeklossene med nyere erfaringskostnader ikke har påvirket nøyaktigheten i nevneverdig grad, der feil pris på byggeklossene burde medført et større avvik.

Når avviket er godt innenfor forventet nøyaktighet til estimatklasse 4 må det bety at den årlige justeringen av byggeklossene med byggekostnadsindeksen for veganlegg har tilpasset kostnaden på elementene i tilstrekkelig grad. Flere av studiens intervjuobjekter pekte på viktigheten av nyere erfaringstall, noe all litteratur kartlagt i denne studien også gjør. Litteraturen åpner likevel opp for at en kan justere eldre erfaringstall for å gjøre dem representative. Basert på resultatene ser det ut til at den årlige prisjusteringen basert på byggekostnadsindeksen nettopp gjør det.

At det likevel er noe avvik for store tiltak kan forklares med et spekter av ulike årsaker. I enkelte tilfeller kan det være anvendt byggeklosser eller korreksjonsfaktorer som ikke representerer tiltakene i tilstrekkelig grad. Resultatet kan også være påvirket av vektingen av korreksjonsfaktorene, men kompetanse hos estimator kan også ha vært medvirkende.

Parallelt med arbeidet med denne studien har Bane NOR vurdert relevansen på byggeklossene i noen gjennomførte prosjekter. Foretaket har her kommet fram til at byggeklossene har en kostnad innenfor et akseptabelt spenn med tanke på nøyaktighet, og at klossene derfor fortsatt framstår å være relevante. Foretaket sine funn samsvarer derfor med resultatene for store tiltak i denne studien.

Mens resultatene fra denne studien peker på god treffsikkerhet for byggeklossene samlet sett, så gjelder dette kun for store tiltak der flere byggeklosser anvendes sammen. For stasjoner ser byggeklossene ut til å ha liten grad av presisjon. Den manglende presisjonen for disse byggeklossene kommer i liten grad fram i estimatene for store tiltak, men blir godt synlige for mindre tiltak bestående av få elementer. Noe av årsaken kan forklares med at stasjoner ofte er ganske unike, og at byggeklossene er basert på eldre og lite representative tiltak. Samtlige intervjuobjekt var skeptiske til stasjonsbyggeklossene. Litteraturen peker også på at en estimeringsmetode som byggeklossmetoden forutsetter god tilgang på relevante erfaringstall, noe som ikke vil være tilfelle for stasjoner i alle tilfeller. Samlet tilsier dette at byggeklosser for stasjoner må anvendes med varsomhet, og at det for slike elementer er særdeles viktig med tilstrekkelig kompetanse hos estimator. Resultatene i studien indikerer at byggeklossene for stasjoner bør studeres nærmere og endres.

### 6.1.2 Kan manglende nøyaktighet på kostnadsestimat fra tidligfase forklares med hvordan byggeklossene brukes?

Basert på studiens analyser kan bruken av korreksjonsfaktorer i Jernbanedirektoratet sitt verktøy i begrenset grad påvirker estimatet. Dette kan i enkelte tilfeller være utslagsgivende for nøyaktighet på et estimat, ved at korreksjonsfaktorene ikke hever kostnad på kompliserte elementer i nevneverdig grad. Hvordan verdi og vekting best bør tilpasses hvert enkelt tiltak som estimeres har denne studien ikke funnet relevant litteratur for. Resultatene peker like fullt på at inkluderingen av korreksjonsfaktorer ser ut til å ha bedret presisjonen på kostnadsestimatene ved bruk av byggeklossmetoden, der inkluderingen av faktorene er synlig i form av spranget fra kategori 3 til kategori 2 i Figur 40. At dette verktøyet manglet da KVU InterCity ble utarbeidet kan se ut til å forklare deler av den senere kostnadsøkningen prosjektene fra konseptvalgutredningen har opplevd. Uten korreksjonsfaktorene får en ikke justert byggeklossene i tilstrekkelig grad, slike evalueringen som utløste denne studien også påpekte.

At ulike elementer er godt definert trekkes fram i litteraturen som viktig for å sikre riktig bruk av erfaringskostnader. Ett av studiens intervjuobjekt trakk fram definisjonen av enkelte byggeklosser som et usikkerhetsmoment. Byggeklossene er i liten grad definert, og dette kan medføre ulik bruk. Denne studien har forsøkt å synliggjøre hvilke konsekvenser ulik bruk av byggeklossene har. Resultatene viser mindre påvirkning for store tiltak, men ser ut til å være veldig utslagsgivende for presisjon på kostnadsestimat for mindre tiltak. Dette gjelder særlig kryssingsspor, der den manglende definisjonen åpner opp for ulik bruk av byggeklossene. Manglende definisjon av byggeklossene framstår derfor å være uheldig og et område som bør utbedres.

### 6.1.3 Har indeksjustering av byggeklossene med byggekostnadsindeks for veganlegg gitt mindre nøyaktige kostnadsestimat?

Basert på studiens analyser ser det ut til at gjeldende praksis med bruk av byggekostnadsindeks for veganlegg er egnet, i det minste for den type tiltak studien har tatt utgangspunkt i. Noe annet skulle tilsi et større avvik mellom estimat for bygget anlegg og tiltakenes faktiske kostnad eller kostnadsprognose. At gjeldende indeks ser ut til å samsvare godt kan forklares med at denne studien omfatter tiltak med stor andel grunnarbeid og mindre andel jernbaneteknikk. For førstnevnte er det stor grad av samsvar med hvordan vegprosjekter gjennomføres, men for sistnevnte er dette ikke tilfelle. For tiltak der jernbaneteknikk er dominerende er det ikke gitt at resultatet er det samme.

### 6.1.4 Andre årsaker som medfører unøyaktige kostnadsestimat

Basert på analysen av tiltak som var del av KVV InterCity, ser kostnadsøkningen fra konseptvalgutredningen i hovedsak å skyldes at omfang og kompleksitet ble undervurdert i tidligfase. Dette er synliggjort i form av spranget fra kategori 2 til kategori 1 i Figur 40. Undervurdering av omfang og kompleksitet trekkes i litteraturstudien og intervjuene fram som gjentakende årsaker til undervurdering i tidligfase. Både litteraturen og intervjuene peker på viktigheten av kompetanse for å sikre at kostnadsestimatene og grunnlaget til estimatene blir gode, og at byggeklossmetoden og andre estimeringsmetoder benyttes på et faglig, godt vis. I intervjuene trekkes likevel manglende tid og tilgang til ressurser fram som sentrale utfordringer når konsepter skal detaljeres og estimeres. Hvis slike problemstillinger er utbredt kan det være med på å forklare undervurderingen i tidligfase, med de påfølgende konsekvensene det har for estimatenes nøyaktighet.

Evalueringen for Østfoldbanen identifiserte også at undervurdering av grunnverv i tidligfase var en årsak til senere kostnadsvekst. Basert på denne studiens resultater kan tilsvarende se ut til å være tilfelle for de analyserte tiltakene. I Jernbanedirektoratet sitt verktøy er det innført byggeklosser for grunnverv. Dette grepet ser ut til å bidra til bedre presisjon på estimatene, men om størrelsen på disse byggeklossene faktisk er representative er uklart.

Enkelte byggeklosser som er anvendt i denne studien ser ut til å ha en pris som ikke er representativ, i det minste ikke slik klossene er definert. Dette forsterkes av ulik bruk av påslag i Jernbanedirektoratet sitt verktøy sammenlignet med hva Bane NOR legger til grunn. Uklar definisjon kan også her åpne opp for feil bruk av de berørte byggeklossene, med tilhørende negativ påvirkning på presisjonen på kostnadsestimatene. Dette kan tale for en gjennomgang av i det minste noen av byggeklossene.

Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering kan ikke hensynta tid som en kostnadsdrivende faktor med mindre dette fanges opp i en usikkerhetsanalyse. Dersom verktøyet alene anvendes til å beregne forventet kostnad for særskilt kompliserte og omfattende tiltak, kan verktøyet derfor medføre underestimering. Dette framstår som mindre relevant så lenge større utredninger forutsetter gjennomføring av usikkerhetsanalyse, men er like fullt et forhold en bør være oppmerksom på dersom kun verktøyet anvendes.

Basert på intervjuene kan det framstå som at Jernbanedirektoratet sitt verktøy for kostnadsestimering gir et for lavt forventet tillegg for estimatklasse 4. Om dette faktisk er tilfelle har studien ikke kunnet påvise. Det forventede tillegget i verktøyet ligger i det

minste godt over tillegget i KVV InterCity for Vestfoldbanen og Dovrebanen, som basert på intervjuobjektene sine utsagn heller taler for at konseptvalgutredningen undervurderte usikkerheten. Dette kan også forklare deler av den senere kostnadsøkningen som denne studien viser at tiltakene har hatt siden KVV InterCity.

## 6.2 Anbefaling

Basert på studiens resultater anbefales følgende:

1. Dersom byggeklossmetoden skal anvendes til å utarbeide kostnadsestimat for mindre tiltak som stasjoner bør det utarbeides nye byggeklosser eller legges til grunn andre metoder for å utarbeide kostnadsestimat. Eventuelle nye byggeklosser må baseres på nøkkeltall fra nyere gjennomførte tiltak som er mer representative.
2. Definisjonen på flere byggeklosser er mangelfull og bør bedres slik at en unngår utilsiktet bruk av byggeklossene.
3. For å utarbeide kostnadsestimat med bedre nøyaktighet må omfang være representativt for ferdig anlegg. Dette kan tilsi økt grad av detaljering av konsepter i tidligfase, der den økte tids- og ressursbruken dette kan medføre må veies opp mot det overordnede nivået lagt til grunn for konseptvalgutredninger. Gitt denne målkonflikten bør det vurderes hvordan en i bedre grad kan detaljere konseptene i tidligfase, slik at omfang er representativt første gang.
4. Det må sikres at Jernbanedirektoratet sin tidligere anbefaling om å vurdere tid og omfang i gjennomføringen av konseptvalgutredninger faktisk følges opp.

Basert på kartleggingen og analysene gjort i denne studien er det en rekke andre tema som kan påvirke hvor nøyaktige estimat en får ved bruk av byggeklossmetoden. Dette er forhold som med fordel kan følges videre i andre studier:

1. Gjeldende verdi og vektning av korreksjonsfaktorene har i begrenset grad betydning for nøyaktigheten på kostnadsestimat, særlig for kompliserte elementer. Det er åpnet for å endre verdiene i Jernbanedirektoratet sitt verktøy, men hvordan vektingen og verdier bør tilpasses det enkelte tiltak framstår uklart.
2. Mens byggekostnadsindeks for veganlegg er representativ for jernbanetiltak med stor andel av grunnarbeid, vil indeksen ikke nødvendigvis være representativ for jernbanetiltak som i hovedsak innebærer jernbaneteknikk.



**Side skal være blank**

## Referanser

- Atkins. (2012). *Norway High Speed Rail Assessment Study: Phase III, Journey Time Analysis, Market, Demand & Revenue Analysis, Estimation & Assessment of Investment Costs, Economic & Financial Analysis, Summary Report.*
- Avinor, Jernbaneverket, Kystverket & vegvesen, S. (2008). *Forslag til Nasjonal transportplan*. <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan-ntp/2010-2019/ntp-2010-2019-planforslag-hoveddokument.pdf>
- Bane NOR. 2. *Strekningsoversikt m.m.* Hentet 25.04.2023 fra [https://orv.banenor.no/sjn/doku.php?id=strekningsbeskrivelse:strekningsbeskrivelse\\_start](https://orv.banenor.no/sjn/doku.php?id=strekningsbeskrivelse:strekningsbeskrivelse_start)
- Bane NOR. *Bane NOR Banekart* [11]. Hentet 04 fra <https://banekart.banenor.no/kart/>
- Bane NOR. (14.11.2022). *Network Statement*. Hentet 25.04.2023 fra <https://networkstatement.banenor.no/doku.php>
- Bane NOR. (02.01.2023). *Sirkulærer*. Hentet 25.04.2023 fra <https://orv.banenor.no/orv/doku.php?id=sidebar&id=sirkulaerer>
- Bane NOR. (2012). *InterCity kan planlegges og bygges på ti år*. Hentet 28.03.2023 fra <https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2012/InterCity-kan-planlegges-og-bygges-pa-ti-ar/>
- Bane NOR. (2021). *Kostnadsestimering av prosjekter*. Hentet 08.06.2023 fra <https://proing.banenor.no/wiki/fag/samfunn/kostnadsestimat>
- Bane NOR. (2022, 20.12.2022). *Undertegnet Bane NOR-kontrakter*. Hentet 29.05.2023 fra <https://www.banenor.no/prosjekter/alle-prosjekter/nytt-dobbeltspor-nykirke-barkaker/2022/kontrakter-til-630-millioner/>
- Bane NOR. (2023, 09.06.2023). *Her jobber vi nå*. Hentet 15.06.2023 fra <https://www.banenor.no/prosjekter/alle-prosjekter/nytt-dobbeltspor-drammen-kobbervikdalen/her-jobber-vi-na/>
- Barakchi, M., Torp, O. & Belay, A. M. (2017). Cost Estimation Methods for Transport Infrastructure: A Systematic Literature Review. *Procedia Engineering*, 196, 8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.199>
- Bjørgum, M. (2020). *Kostnadsestimering av prosjekter - prosedyre*. B. NOR. *Brukerveiledning for "MAL kostnadsestimering"*.
- Bruland, A., Austeng, K. & Torp, O. (2012). *Kostnads- og budsjettutvikling i vegprosjekter Rapport 2*.
- Bukholm, B. (2020). *Evaluering av kostnadsøkningene på Østfoldbanen – Jernbanedirektoratets tilbakemelding*.
- Dovre Group Consulting. (2020). *EVALUERING – UAVHENGIG GJENNOMGANG AV VARSLET KOSTNADSØKNING PÅ ØSTFOLDBANEN*. [https://www.regjeringen.no/contentassets/f7bc2e4b933f4b89b1a6fa249aedfe90/2020-03-02-rapport-jernbanedirektoratet\\_v2.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/f7bc2e4b933f4b89b1a6fa249aedfe90/2020-03-02-rapport-jernbanedirektoratet_v2.pdf)
- Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen AS. (2016). *Dovrebanen (Eidsvoll) – Hamar*
- Kleverud – Sørli*
- Detaljreguleringsplan for Espå – Sørli*
- Forslag til planbeskrivelse*. <https://plnstoragejbyz5.blob.core.windows.net/stange3413/303/Dokumenter/0417%20303%20Reguleringsplan-dovrebanen-espå-sorli-inkludert-bestemmelser-og-plankart.pdf?sv=2021-12-02&se=2023-06-05T10%3A23%3A59Z&sr=b&sp=r&sig=0TPNqgr91JVPdN7DQno7FTjvhLWHGIINKXWE7g891eY%3D>
- Drevland, F., Austeng, K. & Torp, O. (2005). *Usikkerhetsanalyse - Modellering, estimering og beregning*.

- <https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010703/Concept%2011%20U sikkerhetsanalyse%20-%20Modellering,%20estimering%20og%20beregning.pdf>
- Duekilde, M. & Kristiansen, J. *Dokumentasjon av kostnadsestimat*. Finansdepartementet. (2008a). *Felles begrepsapparat KS 2*. <https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1263838555/Veileder+nr2+-+felles+begrepsapparat+KS2.pdf/0c003210-9a0b-4e59-a087-96294ecbe78b?t=1684853170858>
- Finansdepartementet. (2008b). *Kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ - Kostnadsestimering*. [https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1263838555/Veileder\\_nr6\\_kostnadsestimering.pdf](https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1263838555/Veileder_nr6_kostnadsestimering.pdf)
- Finansdepartementet. (2008c). *Veileder nr. 2 Felles begrepsapparat KS 2*. Finansdepartementet. <https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1263838555/Veileder+nr2+-+felles+begrepsapparat+KS2.pdf/0c003210-9a0b-4e59-a087-96294ecbe78b?t=1684853170858>
- Finansdepartementet. (2010). *Konseptvalg og detaljeringsgrad. 6*. <https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1263838555/Veileder+nr+11+-+Konseptvalg+og+detaljering.pdf/c8bee3c2-cd02-40cb-80d2-6afb791160ff?t=1684853229379>
- Finansdepartementet. (2019a, 30.10.2019). *Bakgrunn for statens prosjektmodell*. Hentet 10.06.2023 fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/ekstern-kvalitetssikring2/bakgrunn-for-ks-ordningen/id2523908/>
- Finansdepartementet. (2019b). *Hva er statens prosjektmodell?* Hentet 25.04.2023 fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/ekstern-kvalitetssikring2/hva-er-ks-ordningen/id2523897/>
- Finansdepartementet. (2019c, 30.10.2019). *Kvalitetssikring av konseptvalg (KS1)*. Hentet 11.06.2023 fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/ekstern-kvalitetssikring2/kvalitetssikring-av-konseptvalg-ks1/id2523901/>
- Finansdepartementet. (2019d). *Statens prosjektmodell - Krav til utredning, planlegging og kvalitetssikring av store investeringsprosjekter i staten*. [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r\\_108\\_2019.pdf](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_108_2019.pdf)
- Finansdepartementet. (2022, 14.09.2022). *Veiledninger for statens prosjektmodell*. Hentet 10.06.2023 fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/ekstern-kvalitetssikring2/veiledninger-for-statens-prosjektmodell/id2703533/>
- Finn. *FINN kart - en ledende norsk karttjeneste* [11]. Hentet 04 fra <https://kart.finn.no/>
- Flyvbjerg, B. & COWI. (2004). *Procedures for Dealing with Optimism Bias in Transport Planning*. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/191523/Procedures\\_for\\_dealing\\_with\\_optimism\\_bias\\_in\\_transport\\_planning.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/191523/Procedures_for_dealing_with_optimism_bias_in_transport_planning.pdf)
- Forskningsprogrammet Concept. *Bakgrunn for ordningen og historikk*. Hentet 25.05.2023 fra <https://www.ntnu.no/concept/bakgrunn-for-ordningen>
- Furseth, I. & Everett, E. L. (2020). *Masteroppgave, Hvordan begynne - og fullføre* (3. utg.).
- Government Accountability Office. (2020). *COST ESTIMATING AND ASSESSMENT GUIDE Best Practices for Developing and Managing Program Costs*. <https://www.gao.gov/assets/gao-20-195g.pdf>
- Hillesøy, R. & Siiri, R. (2019). *Nord-Norgebanen Kostnader samlerapport*. <https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/605bef55cb934a5395293af635927bc0/vedlegg-7-nord-norgebanen-kostnader-samlerapport-090519.pdf>
- Jernbanedirektoratet. (2019a). *Tilbudskonsepter, rutemodeller og samfunnsøkonomisk analyse*. Jernbanedirektoratet.

- <https://www.jernbanedirektoratet.no/globalassets/strategier-og-utredninger/godsstrategi/delrapport-ii---tilbudskonsepter-og-rutemodeller.pdf>
- Jernbanedirektoratet. (2019b). *Veileder - kostnadsestimering i tidligfase*.  
[https://jernbanedirektoratet.sharepoint.com/sites/sjv/Delte%20dokumenter/Veiledere/Veileder-kostnadsestimering-tidligfase-v\\_2019.pdf](https://jernbanedirektoratet.sharepoint.com/sites/sjv/Delte%20dokumenter/Veiledere/Veileder-kostnadsestimering-tidligfase-v_2019.pdf)
- Jernbanedirektoratet. (2020a). *Halvtimesintervall på Trønderbanen*
- Videreutvikling av togtilbudet på Trønderbanen*
- Delprosjekt Trønderbanen (fase 2) i Rutemodeller til NTP 2022-2033.*  
 Jernbanedirektoratet.  
<https://jernbanedirektoratet.public360online.com/locator/DMS/Document/Details/Simplified/2?module=Document&subtype=2&recno=291169&VerID=281077>
- Jernbanedirektoratet. (2020b). *KVU Hovedbanen Nord, Kostnadsestimering, rev. 0.4.*  
 Jernbanedirektoratet.  
<https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/193c0a84829f4bd9ad6d822c42ddd002/kvu-hb-nord-kostnadsestimat---dokumentasjon.pdf>
- Jernbanedirektoratet. (2021). *Jernbanestatistikk 2020*.  
<https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/e71b740c9f5d4583aed0c193c11faec7/jernbanestatistikk-2020.pdf>
- Jernbaneverket. (2011a). *Mulighetsstudie utbyggingskonsepter for intercitystrekningen Vestfoldbanen*.  
<https://www.banenor.no/contentassets/59f949c39d2144a9b5497fb31b138031/ic-mulighetsstudie-vestfoldbanen-januar-2011.pdf>
- Jernbaneverket. (2011b). *Mulighetsstudie utbyggingskonsepter for intercitystrekningen Østfoldbanen*.  
<https://www.banenor.no/contentassets/41b8f84c69ce404eb985aa3cc78f8455/ic-mulighetsstudie-ostfoldbanen.pdf>
- Jernbaneverket. (2012). *Felles innledende overbygningsdokument : konseptvalgutredning for IC-strekningene Oslo-Halden, Oslo-Lillehammer og Oslo-Skien*. Jernbaneverket. <https://banenor.brage.unit.no/banenor-xmlui/handle/11250/155253>
- Jernbaneverket. (2015a). *Bergensbanen (Voss) - Arna, Supplerende utredning KVU Voss - Arna* (POU-00-X-00028).  
<https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/0758164d2bab43e8bcd928d93dc482c3/supplerende-utredning-til-kvu-voss---arna-sept-2015.pdf>
- Jernbaneverket. (2015b). *KVU Logistikknutepunkt i Bergensregionen, Rapport: Konseptrapport* (POU-00-A-00102). Jernbaneverket.  
<https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/052c20a27b1049b88beba9eb0370a772/kvu-konseptrapport.pdf>
- Jernbaneverket. (2016a). *InterCity-prosjektet : konseptdokument : Vestfoldbanen, Østfoldbanen, Dovrebanen og Ringeriksbanen*. Jernbaneverket.  
<https://banenor.brage.unit.no/banenor-xmlui/bitstream/handle/11250/2457397/konseptdokument-for-ic-strekningene-rev-02a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jernbaneverket. (2016b). *Sørlandsbanen (Gulskogen) - Hokksund, (Hokksund) - (Kongsberg), Kongsberg - Nordagutu, Usikkerhetsanalyse* (POU-00-A-00187).  
<https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/be132d4fda4941c5a66468c9604314e3/delrapport-usikkerhetsanalyse-kongsberg-hokksund.pdf>
- Jernbaneverket. (2016c). *VESTFOLDBANEN (DRAMMEN) - LARVIK*

## NYKIRKE - BARKÅKER

### Planbeskrivelse kommunedelplan.

<https://kart.tonsberg.kommune.no/webinnsyn/Content/plandialog/GetGIplanregis>

- terFil.aspx?systemid=18239e1fdc7043faaf664a29aaefefec&k=3801&arkivnavn=W  
INMAP
- Jernbaneverket & Railconsult. (2012). *Høyhastighetsutredningen 2010-2012, Konklusjoner og oppsummering av arbeidet i Fase 3, Del 1*.  
[https://www.banenor.no/contentassets/ebfd6be634d84663a65cf8c7d978c5c1/rapport\\_del\\_1.pdf](https://www.banenor.no/contentassets/ebfd6be634d84663a65cf8c7d978c5c1/rapport_del_1.pdf)
- Johnsen, D. (2016). *Vedleggsrapport - Dokumentasjon av kostnadsestimat*.  
Jernbaneverket.  
<https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/5e6d631cfa914e10a9a8721955593233/vedleggsrapport-dokumentasjon-av-kostnadsestimat.pdf>
- Lee, J. K. (2008). Cost overrun and cause in Korean social overhead capital projects: Roads, rails, airports, and ports. *Journal of Urban Planning and Development*, 134(2), 59-62. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2008\)134:2\(59\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2008)134:2(59))
- Magnussen, D. O. M. (2013). *Temahefte Estimering - Teori og Praksis*.  
<https://prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2019/11/temahefte-estimering-rev4-A5-trykkversjon.pdf>
- Mossige, I. (2016). *Transportsystemet Jaren (Oslo)-Gjøvik-Moelv, Rapport usikkerhetsanalyse*.  
<https://www.vegvesen.no/globalassets/vegprosjekter/transport-og-samfunn/rv4jarenmjosbrua-kvu/vedlegg/kvu-og-vedlegg/vedlegg-6-usikkerhetsanalyse.pdf>
- NGU. *Løsmasser*. [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)
- Norconsult. (2012a). *KVU IC Østfoldbanen : kostnadsberegninger*.  
<https://banenor.brage.unit.no/banenor-xmlui/handle/11250/157049>
- Norconsult. (2012b). *KVU Intercity Østfoldbanen, Kostnadsberegninger*.  
<https://banenor.brage.unit.no/banenor-xmlui/handle/11250/157049>
- NTNU Open. (2023). Hentet 29.05.2023 fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/>
- Pedersen, P. & Horn, W. (2018). *MAL kostnadsestimering*.
- Rambøll. (2012a). *KVU Intercity Dovrebanen : Kostnadsberegninger*.  
[https://banenor.brage.unit.no/banenor-xmlui/bitstream/handle/11250/155271/KVU-underlag\\_20120127-DB-KostnadsberegningerOCR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://banenor.brage.unit.no/banenor-xmlui/bitstream/handle/11250/155271/KVU-underlag_20120127-DB-KostnadsberegningerOCR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rambøll. (2012b). *KVU Intercity Vestfoldbanen : Kostnadsberegninger*.  
<https://banenor.brage.unit.no/banenor-xmlui/bitstream/handle/11250/155277/Vestfoldbanen%20Kostrapport%20KVU%20ICOOCR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramböll & Sweco. (2020). *Dovrebanen (Eidsvoll)-Hamar*
- Detaljreguleringsplan for dobbeltspor Sørli-Åkersvika*
- Reguleringsplanbeskrivelse*.  
<https://plnstoragejbyz5.blob.core.windows.net/stange3413/329/Dokumenter/7.%20%203413%20329%20Planbeskrivelse%20UEH-55-A-25041%2C%20sist%20revidert%2013.03.2020%2C%20vedtatt%2017.06.2020.pdf?sv=2021-12-02&se=2023-06-05T10%3A18%3A14Z&sr=b&sp=r&sig=i8V6eD%2BEJbVtL%2FVbeQw1mVIBA8BZ3gjUM7n11q5WGE%3D>
- Riksrevisjonen. (2020). *Riksrevisjonens undersøkelse av Bane NORs drift, vedlikehold og investeringer*. <https://www.riksrevisjonen.no/globalassets/rapporter/no-2020-2021/undersokelse-av-bane-nors-drift-vedlikehold-og-investeringer.pdf>
- Samferdselsdepartementet. (2009). *St.meld. nr. 16 (2008-2009), Nasjonal transportplan 2010-2019*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/stmeld-nr-16-2008-2009-/id548837/>
- Samferdselsdepartementet. (2010). *Mandat for videre utredning av høyhastighetsjernbane i Norge*.
- Samferdselsdepartementet. (2013). *Nasjonal transportplan 2014-2023*.  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e6e7684b5d54473dadeeb7c599ff68b8/no/pdfs/stm201220130026000dddpdfs.pdf>

- Samferdselsdepartementet. (2022). *Statsbudsjettet 2022 – Supplerende tildelingsbrev nr. 4*.  
[https://www.regjeringen.no/contentassets/c6b508bb7e7948bcbcf753f893ef4f8e/sstatsbudsjettet-2022\\_supplerende-tildelingsbrev-nr-4\\_jdir.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/c6b508bb7e7948bcbcf753f893ef4f8e/sstatsbudsjettet-2022_supplerende-tildelingsbrev-nr-4_jdir.pdf)
- Samferdselsdepartementet, Finansdepartementet, vegvesen, S., Jernbaneverket, Group, D. & Metier. (2016). *Kostnadsestimering av veg- og jernbaneprosjekter*. Samferdselsdepartementet.  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/3717bb5a66ac4a8fb8fcbbfed5658a77/kostnadsestimering-av-veg--og-jernbaneprosjekter.pdf>
- Samset, K. F., Volden, G. H., Olsson, N. & Kvalheim, E. V. (2016). *Governance Schemes for Major Public Investment Projects*  
*A comparative study of principles and practices in six countries*  
[https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010703/Concept\\_report\\_No47\\_WEB.pdf/673e28ce-fcbe-4781-a5c2-edb39e2397ea?version=1.0](https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010703/Concept_report_No47_WEB.pdf/673e28ce-fcbe-4781-a5c2-edb39e2397ea?version=1.0)
- Siiri, R. (2020). *NOTAT Kostnadsestimat KVVU Kongsvingerbanen, for videreførte konsept til alternativanalyse*. Jernbanedirektoratet.  
<https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/b5b1b578b1af453ca568a2bb513cc075/kvu-kongsvingerbanen---kostnadsestimater-.pdf>
- Sikt. *Mine Meldeskjema* [04]. Hentet 04 fra <https://meldeskjema.sikt.no/>
- Smith, J. A. (2008). *Qualitative psychology : a practical guide to research methods* (2nd. utg.). Sage.
- Statistisk sentralbyrå. *08658: Byggekostnadsindeks for veganlegg (1. kv. 2004=100) 2000 - 2022*. Hentet 27.04.2023 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/08658/>
- Statistisk sentralbyrå. (2023, 21.04.2023). *Byggekostnadsindeks for veganlegg*. Hentet 23.04.2023 fra <https://www.ssb.no/priser-og-prisindekser/byggekostnadsindekser/statistikk/byggekostnadsindeks-for-veganlegg>
- Tendal, Ø. (2011a). *Usikkerhetsanalyse - KVVU for Intercitystreknignen Oslo - Skien*.  
<https://banenor.brage.unit.no/banenor-xmlui/handle/11250/155289>
- Tendal, Ø. (2011b). *Usikkerhetsanalyse : KVVU for Intercitystreknignen Oslo - Lillehammer*. <https://banenor.brage.unit.no/banenor-xmlui/handle/11250/155243>
- Tjora, A. H. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Transport- og kommunikasjonskomiteen. (2009, 05.06.2009). *Innstilling fra transport- og kommunikasjonskomiteen om Nasjonal transportplan 2010–2019*. Hentet 07 fra <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Innstillinger/Stortinget/2008-2009/inns-200809-300/?lvi=0>
- Veileder - kostnadsestimering i tidligfase*. (2019). Jernbanedirektoratet.  
[https://jernbanedirektoratet.sharepoint.com/:b:/r/sites/sjv/Delte%20dokumenter/Veiledere/Veileder-kostnadsestimering-tidligfase-v\\_2019.pdf?csf=1&web=1&e=ellrfM](https://jernbanedirektoratet.sharepoint.com/:b:/r/sites/sjv/Delte%20dokumenter/Veiledere/Veileder-kostnadsestimering-tidligfase-v_2019.pdf?csf=1&web=1&e=ellrfM)
- Venbakken, A. (2015a). *DOKUMENTASJON AV KOSTNADSESTIMAT*.
- Venbakken, A. (2015b). *Endelige versjon kostnadsestimater (201503569-9)*.  
*Web of Science - NTNU Universitetsbiblioteket*. Hentet 11.06.2023 fra [https://bibsyst-almaprmo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/dbfulldisplay?docid=BIBSYS\\_ILS71486853970002201&context=L&vid=NTNU\\_UB&lang=no\\_NO&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=jsearch\\_slot&query=any,contains,&offset=0&databases=letter,W](https://bibsyst-almaprmo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/dbfulldisplay?docid=BIBSYS_ILS71486853970002201&context=L&vid=NTNU_UB&lang=no_NO&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=jsearch_slot&query=any,contains,&offset=0&databases=letter,W)
- Welde, M. (2014). *Kostnadsutvikling i vegprosjekter underlagt KS2 – fra første offisielle omtale til ferdigstilling*.  
<https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262021752/Kostnadsutvikling+i+vegprosjekter.pdf/34cd4f09-c2ff-4b19-9aab-4fd032c1811a?version=1.0>
- Welde, M. (2016). *Kostnadsutvikling i store statlige investerings prosjekter fra KS1 til KS2*.  
<https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262021752/Kostnadsutvikling+fr>

- a+KS1+til+KS2-4nj2lLuf.pdf/507cb75c-cdf0-44d3-90d4-161686e1d463?version=1.0
- Welde, M. & Torp, O. (2016). *Kostnadestimeringsmetodikk i etatene omfattet av KS-ordningen. En kartlegging*. NTNU.  
<https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262021752/Kostnadestimeringsmetodikk+i+etatene+omfattet+av+KS-ordningen.+En+kartlegging..docx+HELT+ENDELIG.pdf/996c9ca9-5d63-440c-95aa-91c553c3ef26?version=1.0>
- Wessel, B. M. (2020). *Supplerende tildelingsbrev 8/2019 - Jernbanedirektoratets vurdering av alternative tiltak på strekningen Haug-Seut-Sarpsborg (Klavestad)*.  
<https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/0d10f8d3fb05424e868973c8df4f0090/ostfoldbanen---brev-til-samferdselsdepartementet-060120.pdf>
- Yogarajah, K. (2017). *Årsaker til kostnads- og budsjettutvikling i vegprosjekter*.  
<https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2461112>
- AACE International. (2013). *Required skills and knowledge of cost engineering*.  
<https://www.pathlms.com/aace/courses/2928/documents/3797>
- AACE International. (2020a). *Cost Estimate Classification System*.  
<https://www.pathlms.com/aace/courses/2928/documents/3802>
- AACE International. (2020b). *Cost estimate classification system - as applied in engineering, procurement, and construction for the road and rail transportation infrastructure industries*.
- AACE International. (2023a). *Cost Engineering Terminology*.  
[https://web.aacei.org/docs/default-source/rps/10s-90.pdf?sfvrsn=2fcaddb5\\_71](https://web.aacei.org/docs/default-source/rps/10s-90.pdf?sfvrsn=2fcaddb5_71)
- AACE International. (2023b). *Recommended Practices*. Hentet 22.03.2023 fra  
<https://web.aacei.org/resources/recommended-practices>
- AACE International. (2023c). *Technical Resources*. Hentet 22.03.2023 fra  
<https://web.aacei.org/resources>
- Aas-Jakobsen. (2017). B. NOR.  
<https://banenor.no/contentassets/c581315e965a45b1a8ea4d8035f1b297/konstruksjonstegninger-side-33-55.pdf>





# Vedlegg

Vedlegg 1 – Oversikt over tilgjengelige byggeklosser fra Bane NOR

Vedlegg 2 – Oversikt over tilgjengelige byggeklosser i Jernbanedirektoratets verktøy for kostnadsestimering

Vedlegg 3 – Oversikt over igangsatte eller ferdigstilte infrastrukturtiltak på jernbanesektorens investeringsbudsjett (post 73) etter 2015.

Vedlegg 4 – Informasjonsskriv intervju

Vedlegg 5 – Intervjuguide

# Vedlegg 1 – Byggeklosser Bane NOR

Byggeklosser tilgjengeliggjort av Bane NOR.

<b>Hovedkategori:/nummer</b>	<b>Beskrivelse byggekloss</b>
<b>Daglinje enkeltspor:</b>	
O1	Opprusting av dagens enkeltspor til 40 tonn aksellast uten kurveutretting (eks profilutvidelse)
N/A	Opprusting av dagens enkeltspor til 160 km/t (22,5 tonn aksellast) inkl. kurveutretting
A9	Daglinje enkeltspor, middels bebyggelse / vanskelige byggeforhold
A2a	Daglinje enkeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold
<b>Daglinje dobbeltspor:</b>	
A1	Daglinje dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold
A2	Daglinje dobbeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold
A3	Daglinje dobbeltspor, tett bebyggelse bystrøk småhus / vanskelige byggeforhold
A4	Utvide eksisterende enkeltspor daglinje til dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse
A5	Utvide eksisterende enkeltspor daglinje til dobbeltspor, tett bebyggelse / bystrøk
A6	Daglinje dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold, nærføring
A7	Daglinje dobbeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold, nærføring
A8	Daglinje dobbeltspor, tett bebyggelse bystrøk småhus / vanskelige byggeforhold, nærføring
<b>Bruer enkeltspor:</b>	
B11	Bru enkeltspor, små spennvidder
B12	Bru enkeltspor, moderate spennvidder
B13	Bru enkeltspor, store spennvidder
<b>Bruer dobbeltspor:</b>	
B1	Bru dobbeltspor, små spennvidder
B2	Bru dobbeltspor, moderate spennvidder
B3	Bru dobbeltspor, store spennvidder
<b>Tunnel enkeltspor:</b>	
C21	Tunnel enkeltspor, ett løp, middels byggeforhold
C22	Tunnel enkeltspor, ett løp, vanskelig byggeforhold
<b>Tunnel dobbeltspor:</b>	
C1	Tunnel dobbeltspor, enkle byggeforhold
C2	Tunnel dobbeltspor, middels byggeforhold
C3	Tunnel dobbeltspor, vanskelige byggeforhold

C4	Tunnel dobbeltspor 2-løp, enkle byggeforhold
C5	Tunnel dobbeltspor 2-løp, middels byggeforhold
C6	Tunnel dobbeltspor 2-løp, vanskelige byggeforhold
<b>Kryssingsspor:</b>	
E11	Forbikjøringsspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold
E12	Forbikjøringsspor tett bebyggelse/bystrøk / vanskelige byggeforhold
E16	Kryssningsspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold, 950 m, 200 km/t
E17	Kryssningsspor tett bebyggelse/bystrøk / vanskelige byggeforhold, 950 m, 200 km/t
<b>Stasjon:</b>	
E0	Oppgradering av eksisterende stasjon
E1	Stasjon med 2 spor i dagen, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold
E2	Stasjon med 2 spor i dagen, tett bebyggelse / bystrøk / moderate byggeforhold
E2b	Stasjon med 2 spor i dagen, tett bebyggelse / bystrøk / moderate byggeforhold
E3	Stasjon med 4 spor i dagen, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold
E3b	Stasjon med 4 spor i dagen, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold
E4	Stasjon med 4 spor i bystrøk, vanskelige byggeforhold
E5	Stasjon med 4 spor i fjell, tett bebyggelse / bystrøk / moderat-vanskelige byggeforhold
E6	Stasjon med 4 spor på bru
E6a	Stasjon med 2 spor på bru
E7	Ombygging av eksisterende stasjon til 6 spor, alle med tilgang til plattform
E51	Stasjon med 4 spor i løsmasser / cut & cover, tett bebyggelse / bystrøk / moderat-vanskelige byggeforhold
E52	Stasjon med 4 spor i løsmasser / cut & cover, liten eller ingen bebyggelse / moderat-vanskelige byggeforhold
E71	Ombygging av eksisterende stasjon til 4 spor, med 2 plattformspor
<b>Kulvert:</b>	
D1	Betongkulvert dobbeltspor, utenfor bebyggelse / enkle byggeforhold
D11	Betongkulvert enkeltspor, ett løp, utenfor bebyggelse / enkle byggeforhold
D2	Betongkulvert dobbeltspor, i bebyggelse / moderat til vanskelige byggeforhold
<b>Diverse:</b>	
D3	Senketunnel i betong, to løp
D31	Senketunnel i betong, to løp, Vestfjorden
E8	Tie in, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold

E9	Tie in, middels tett bebyggelse / moderate byggeforhold
E10	Tie in, tett bebyggelse / vanskelige byggeforhold
E101	Tie in, i fjell for havnespor i Larvik
E13	Ombygging av Eidsvoll stasjon -liten eller ingen bebyggelse/ enkle byggeforhold
E14	Sørli tømmerterminal
E15	Ekstra kostnad for heving og senking av terreng for krysning av eksisterende jernbane
E18	Hensettingsspor
E20	Servicespor
E31	Hamar Stasjon i dagen ved Vang/Ridabø
E41	Hamar Stasjon i dagen
ED52	Neddykket dobbeltspor i sløyfa i Tønsberg inkl. ny stasjon. Tot. lengde ca. 3100m
E53	Stasjon Hamar med 8 spor i fjell, tett bebyggelse / bystrøk / moderat-vanskelige byggeforhold
E53b	Stasjon Hamar med 8 spor i fjell, tett bebyggelse / bystrøk / moderat-vanskelige byggeforhold
E53 <sub>min</sub>	Stasjon Hamar med 4 spor i fjell, tett bebyggelse / bystrøk / moderat-vanskelige byggeforhold
E54	Stasjon Skien var. 2 med 4 spor i fjell, tett bebyggelse / bystrøk / moderat-vanskelige byggeforhold
E61	Hamar stasjon med 4 spor på bru og 2 spor på bakkeplan
F1	Tillegg til A2 og A5 for innløsning av bebyggelse
F2	Tillegg til A3 og D2 for innløsning av bebyggelse

## Vedlegg 2 – Byggeklusser

### Jernbanedirektoratet

Byggekluss	Beskrivelse	Enhet
O1	Opprusting av dagens enkeltspor til 40 tonn aksellast uten kurveutretting (eks profilutvidelse)	lm
O2	Opprusting av dagens enkeltspor til 160 km/t (22,5 tonn aksellast) inkl kurveutretting	lm
A0	Daglinje enkeltspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold	lm
A2a	Daglinje enkeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold	lm
A9	Daglinje enkeltspor, middels bebyggelse / vanskelige byggeforhold	lm
A1	Daglinje dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold	lm
A2	Daglinje dobbeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold	lm
A3	Daglinje dobbeltspor, tett bebyggelse bystrøk småhus / vanskelige byggeforhold	lm
A4	Utvide eksisterende enkeltspor daglinje til dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse	lm
A5	Utvide eksisterende enkeltspor daglinje til dobbeltspor, tett bebyggelse / bystrøk	lm
A6	Daglinje dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold	lm
A6 med nærføring	Daglinje dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold, nærføring	lm
A7	Daglinje dobbeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold	lm
A7 med nærføring	Daglinje dobbeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold, nærføring	lm
A8	Daglinje dobbeltspor, tett bebyggelse bystrøk småhus / vanskelige byggeforhold	lm
A8 med nærføring	Daglinje dobbeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold, nærføring	lm
B11	Bru enkeltspor, små spennvidder	lm
B12	Bru enkeltspor, moderate spennvidder	lm
B13	Bru enkeltspor, store spennvidder	lm
B1	Bru dobbeltspor, små spennvidder	lm
B2	Bru dobbeltspor, moderate spennvidder	lm
B3	Bru dobbeltspor, store spennvidder	lm
C21	Tunnel enkeltspor, ett løp, middels byggeforhold	lm
C31	Tunnel enkeltspor, ett løp, vanskelig byggeforhold	lm
C1	Tunnel dobbeltspor, enkle byggeforhold	lm

C2	Tunnel dobbeltspor, middels byggeforhold	lm
C3	Tunnel dobbeltspor, vanskelige byggeforhold	lm
C4	Tunnel dobbeltspor 2-løp, enkle byggeforhold	lm
C5	Tunnel dobbeltspor 2-løp, middels byggeforhold	lm
C6	Tunnel dobbeltspor 2-løp, vanskelige byggeforhold	lm
E16	Krysningsspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold, 950 m, 200 km/t	stk
E17	Krysningsspor tett bebyggelse/bystrøk / vanskelige byggeforhold, 950 m, 200 km/t	stk
E1	Stasjon med 2 spor i dagen, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold	stk
E2	Stasjon med 2 spor i dagen, tett bebyggelse / bystrøk / moderate byggeforhold	stk
E2b	Stasjon med 2 spor i dagen, tett bebyggelse / bystrøk / moderate byggeforhold	stk
E3	Stasjon med 4 spor i dagen, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold	stk
E3b	Stasjon med 4 spor i dagen, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold	stk
E4	Stasjon med 4 spor i bystrøk, vanskelige byggeforhold	stk
E6a	Stasjon med 2 spor på bru	stk
D1	Betongkulvert dobbeltspor, utenfor bebyggelse / enkle byggeforhold Ett løp	lm
D2	Betongkulvert dobbeltspor, i bebyggelse / moderat til vanskelige byggeforhold Ett løp	lm
D11	Betongkulvert enkeltspor, ett løp, utenfor bebyggelse / enkle byggeforhold Ett løp	lm
E14	Sørli tømmerterminal	stk
E18	Hensettingsspor	stk
E20	Servicespor	stk
G1	Grunnerverv-bynært	lm
G2	Grunnerverv-landlig	lm

## Vedlegg 3 – Oversikt infrastrukturtiltak

Igangsatte eller ferdigstilte infrastrukturtiltak på jernbanesektorens investeringsbudsjett (post 73) etter 2015.

<b>Store prosjekter</b>						
Prosjekt	Strekning	Type tiltak	Besluttet eller igangsatt år	År for ibruktagelse	Kan tiltaket representeres med byggeklosser?	Kilde
Arna – Fløen	Bergensbanen	Nytt dobbeltspor og stasjon	2014	2024	V/X	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/bergensbanen/Arna-Bergen/">https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/bergensbanen/Arna-Bergen/</a>
Fløen – Bergen/ Nygårdstangen	Bergensbanen	Nytt dobbeltspor, stasjon og godsterminal	2022	2024	X	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/bergensbanen/nygardstangen-bergen-floen/">https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/bergensbanen/nygardstangen-bergen-floen/</a>
Venjar - Eidsvoll	Gardermobanen/ Dovrebanen	Nytt dobbeltspor og stasjon	2018/ 2019	2022/ 2023	V	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/venjar-langset/">https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/venjar-langset/</a>
Langset - Kleverud	Dovrebanen	Nytt dobbeltspor	2010	2015	V	N/A
Kleverud – Sørli - Åkersvika	Dovrebanen	Nytt dobbeltspor og stasjoner	2019/ 2021	2027	V	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/dovrebanen/kleverud-sorli-akersvika/">https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/dovrebanen/kleverud-sorli-akersvika/</a>
Drammen - Kobbervikdalen	Sørlandsbanen/ Vestfoldbanen	Nytt dobbeltspor og stasjoner	2018	2025	V/X	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/vestfoldbanen/drammen-kobbervikdalen/">https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/vestfoldbanen/drammen-kobbervikdalen/</a>
Holm - Nykirke	Vestfoldbanen	Nytt dobbeltspor og stasjon	2010	2016	V/X	<a href="https://www.banenor.no/holm-nykirke">https://www.banenor.no/holm-nykirke</a>
Nykirke - Barkåker	Vestfoldbanen	Nytt dobbeltspor og stasjon	2019	2025	V	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/vestfoldbanen/nykirke-barkaker/">https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/vestfoldbanen/nykirke-barkaker/</a>
Farriseidet - Porsgrunn	Vestfoldbanen	Nytt dobbeltspor	2012	2018	V	<a href="https://www.banenor.no/farriseidet-porsgrunn">https://www.banenor.no/farriseidet-porsgrunn</a>
Follobanen	Østfoldbanen/ Follobanen	Nytt dobbeltspor og stasjon	2015	2022/ 2023	X	<a href="https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/follobanen/om-follobaneprojektet/fakta-om-follobaneprojektet/">https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/follobanen/om-follobaneprojektet/fakta-om-follobaneprojektet/</a>
Sandbukta – Moss - Såstad	Østfoldbanen	Nytt dobbeltspor og stasjon	2019	N/A	V	<a href="https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/sandbukta-moss-sastad/">https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/sandbukta-moss-sastad/</a>



Elektrifisering Trondheim – Stjørdal/Storlien	Nordlandsbanen/ Stavne-Leangenbanen/ Meråkerbanen	Elektrifisering	2021	2024	X	<a href="https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/Elektrifisering-trondelag/">https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/Elektrifisering-trondelag/</a>
<b>Mindre prosjekter</b>						
Prosjekt	Strekning	Type tiltak	Igangsatt	Ferdigstilt/ferdigstilles	Representeres med byggeklosser?	Kilde
Stasjonstiltak Østre linje ERTMS	Østfoldbanen Østre linje	Samling av stasjonstiltak	2014	2015	V/X	<a href="https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/ertms/ertms-ostfoldbanen-erfaringsstrekning/">https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/ertms/ertms-ostfoldbanen-erfaringsstrekning/</a>
Nittedal stasjon	Gjøvikbanen	Stasjon og kryssingsspor	2021	2022	V	<a href="https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/nittedal-stasjon/">https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/nittedal-stasjon/</a>
Monsrud kryssingsspor	Gjøvikbanen	Kryssingsspor	2021	2022	V	<a href="https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/monsrud-kryssingsspor/">https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/monsrud-kryssingsspor/</a>
Jaren stasjon	Gjøvikbanen	Stasjon, togparkering og driftsbasis	2020	2022	X	<a href="https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/innhold/2020/storjobb-pa-jaren-lofter-gjovikbanen/">https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/innhold/2020/storjobb-pa-jaren-lofter-gjovikbanen/</a>
Reinsvoll stasjon	Gjøvikbanen	Stasjon og kryssingsspor	2021	2022	V	<a href="https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/reinsvoll-kryssingsspor/">https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/reinsvoll-kryssingsspor/</a>
Gjøvik stasjon	Gjøvikbanen	Stasjon og togparkering	2020	2021	V	<a href="https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/gjovik-stasjon/">https://banenor.no/Prosjekter/prosjekter/prosjekter-pa-gjovikbanen/gjovik-stasjon/</a>
Sørumsand stasjon	Kongsvingerbanen	Stasjon	2018	2019	V	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/prosjekter-old/ferdige-prosjekter/sorumsand-stasjon/">https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/prosjekter-old/ferdige-prosjekter/sorumsand-stasjon/</a>
Skarnes stasjon	Kongsvingerbanen	Stasjon og kryssingsspor	2021	2022	V	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/skarnes-stasjon2/innhold/20202/slik-blir-nye-skarnes-stasjon2/">https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/skarnes-stasjon2/innhold/20202/slik-blir-nye-skarnes-stasjon2/</a>

Kvam kryssingsspor	Dovrebanen	Kryssingsspor	2019	2019	V	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/prosjekter-old/ferdige-prosjekter/kvam-kryssingsspor/">https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/prosjekter-old/ferdige-prosjekter/kvam-kryssingsspor/</a>
Ler kryssingsspor	Dovrebanen	Kryssingsspor og stasjon	2019	2020	V	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/prosjekter-old/ferdige-prosjekter/ler-kryssingsspor/">https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/prosjekter-old/ferdige-prosjekter/ler-kryssingsspor/</a>
Støren togparkering	Dovrebanen	Togparkering	2020	2022	X	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2022/tronderske-tog-far-stell-og-hvile-pa-storen/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2022/tronderske-tog-far-stell-og-hvile-pa-storen/</a>
Stasjonstiltak Trønderbanen	Dovrebanen/ Nordlandsbanen	Samling stasjonstiltak for tilrettelegging nye regiontog	2019	2021	X	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/plattformtiltak--pa-tronderbanen/">https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/plattformtiltak--pa-tronderbanen/</a>
Steinkjer togparkering	Nordlandsbanen	Togparkering	2020	2021	V	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/tar-tak-for-nye-tog-i-trondelag/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/tar-tak-for-nye-tog-i-trondelag/</a>
Heggstadmoen godsterminal	Dovrebanen	Terminaltiltak	2016	2018	X	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2018/spenstig-apning-for-heggstadmoen-godsterminal/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2018/spenstig-apning-for-heggstadmoen-godsterminal/</a>
Hell kryssingsspor	Nordlandsbanen	Kryssingsspor og stasjon	2014	2016	V	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2016/ny-bru-over-stjordalselva-apnet/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2016/ny-bru-over-stjordalselva-apnet/</a>
Mo i Rana kryssingsspor	Nordlandsbanen	Kryssingsspor	2021	2022	V	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/halvannen-milliard-til-nordlandsbanen/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/halvannen-milliard-til-nordlandsbanen/</a>
Dunderland kryssingsspor	Nordlandsbanen	Kryssingsspor	2021	2022	V	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/halvannen-milliard-til-nordlandsbanen/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/halvannen-milliard-til-nordlandsbanen/</a>
Fauske godsterminal	Nordlandsbanen	Økt kapasitet terminal	2020	2022	X	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/halvannen-milliard-til-nordlandsbanen/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/halvannen-milliard-til-nordlandsbanen/</a>

Oteråga kryssingsspor	Nordlandsbanen	Kryssingsspor og stasjon	N/A	2017	V	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2018/oteraga-kryssingsspor-og-stasjon-apnet/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2018/oteraga-kryssingsspor-og-stasjon-apnet/</a>
Bodø terminal	Nordlandsbanen	Økt kapasitet terminal	2021	2022	X	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/halvannen-milliard-til-nordlandsbanen/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2020/halvannen-milliard-til-nordlandsbanen/</a>
Tilrettelegging nye regiontog	Rørosbanen	Samling mindre stasjonstiltak for tilrettelegging nye regiontog	2022	2022	X	<a href="https://arbis.banenor.no/dashboard/open.php?innspillnumber=R%C3%98B02088&amp;id=2129">https://arbis.banenor.no/dashboard/open.php?innspillnumber=R%C3%98B02088&amp;id=2129</a>
Rombak	Ofofbanen	Kryssingsspor	2014	2015	V	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2015/nye-rombak-kryssingsspor-tatt-bruk/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2015/nye-rombak-kryssingsspor-tatt-bruk/</a>
Djupvik kryssingsspor	Ofofbanen	Kryssingsspor	2016	2017	V	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2017/nytt-kryssingsspor-tatt-i-bruk-pa-ofotbanen/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2017/nytt-kryssingsspor-tatt-i-bruk-pa-ofotbanen/</a>
Narvik stasjon	Ofofbanen	Kryssingsspor, stasjon og togparkering	N/A	2026	X	<a href="https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/f59470ba6af34436b12bcb11ef1957ff/prioriteringsoppdraget---hoveddokument.pdf">https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/f59470ba6af34436b12bcb11ef1957ff/prioriteringsoppdraget---hoveddokument.pdf</a>
Narvikterminalen	Ofofbanen	Terminaltiltak	2021	2022	X	<a href="https://www.banenor.no/jernbaneforetak/nyhetsbrev/oker-kapasiteten-pa-narvikterminalen/">https://www.banenor.no/jernbaneforetak/nyhetsbrev/oker-kapasiteten-pa-narvikterminalen/</a>
Evanger stasjon	Bergensbanen	Stasjonstiltak	2021	2022	V	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/plattformforlenging-vossebanen/innhold/2020/bane-nor-startar-bygging-pa-evanger-og-dale/">https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/plattformforlenging-vossebanen/innhold/2020/bane-nor-startar-bygging-pa-evanger-og-dale/</a>
Dale stasjon	Bergensbanen	Stasjonstiltak	2021	2022	V	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/plattformforlenging-vossebanen/innhold/2020/bane-nor-startar-bygging-pa-evanger-og-dale/">https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/plattformforlenging-vossebanen/innhold/2020/bane-nor-startar-bygging-pa-evanger-og-dale/</a>
Klepp stasjon	Sørlandsbanen	Mindre stasjonstiltak	2015	2015	X	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2015/jarbanen-">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2015/jarbanen-</a>

						apnet-for-trafikk-etter-5-ukers-stenging/
Øksnevadporten	Sørlandsbanen	Mindre stasjonstiltak	2015	2015	X	<a href="https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2015/jarbanen-apnet-for-trafikk-etter-5-ukers-stenging/">https://www.banenor.no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Arkiv/2015/jarbanen-apnet-for-trafikk-etter-5-ukers-stenging/</a>
Alnabru fase I	Hovedbanen	Terminaltiltak	N/A	2020	X	<a href="https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/d41dccdab979425492a9dac9e93c41bd/01-status-og-dagens-situasjon-2018.10.30.pdf">https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/d41dccdab979425492a9dac9e93c41bd/01-status-og-dagens-situasjon-2018.10.30.pdf</a>
Elektrifisering Hønefoss - Follum	Randsfjordbanen	Elektrifisering	2019	2019	X	<a href="https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/prosjekter-old/ferdige-prosjekter/elektrifisering-honefoss-follum/">https://www.banenor.no/Prosjekter/arkiv---prosjekter/prosjekter-old/ferdige-prosjekter/elektrifisering-honefoss-follum/</a>

## Vedlegg 4 - Informasjonsskriv intervju

### **Vil du delta i forskningsprosjekt knyttet til masteroppgave ved NTNU?**

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å se på jernbanesektorens byggeklosser for estimering av infrastruktur i tidligfase. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Prosjektet er en erfaringsbasert masteroppgave i jernbane ved institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU.

Formålet med masteroppgaven er å studere hvorvidt manglende oppdatering av byggeklossene gir mindre presise kostnadsestimat, eller om byggeklossene fremdeles er representative.

Prosjektet etterprøver kostnadsestimat for fire store og syv mindre infrastrukturiltak i Norge som er ferdigstilt eller under gjennomføring. Disse er:

- Farriseidet – Porsgrunn
- Nykirke – Barkåker
- Venjar – Langset
- Kleverud – Sørli – Åkersvika
- Reinsvoll stasjon
- Monsrud kryssingsspor
- Nittedal stasjon
- Skarnes stasjon
- Sørumsand stasjon
- Evanger stasjon
- Kvam kryssingsspor

Prosjektet har på dette tidspunkt følgende forskningsspørsmål:

1. Har manglende supplering av erfaringskostnader og oppdatering gjort byggeklossene mindre representative for estimering av jernbane i tidligfase?

#### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU er ansvarlig for prosjektet. Prosjektet gjennomføres i samarbeid med Jernbanedirektoratet.

### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Du får spørsmål om å delta i prosjektet fordi du er identifisert som en relevant ressursperson i aktiviteter og prosesser denne masteroppgaven berører. Relevante ressurser er identifisert i samråd med Jernbanedirektoratet.

### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Deltagelse vil innebære et muntlig intervju med en antatt varighet på inntil 60 minutter. Sted og tid for gjennomføring av intervjuet avtales av partene. Opplysninger fra intervjuet tas opp med digital lydopptaker.

### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Kun student og veileder vil ha tilgang til informasjonen samlet inn i intervjuet. Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålet omtalt i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Etter prosjektslutt sommeren 2023 vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra institutt for bygg- og miljøteknikk har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Dine rettigheter**

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU, ved prosjektansvarlig Morten Welde, telefon: 977 30 031, [morten.welde@ntnu.no](mailto:morten.welde@ntnu.no).
- NTNUs personvernombud: Thomas Helgesen, telefon: 930 79 038, [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no).

Hvis du har spørsmål knyttet til Personverntjenester sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- Personverntjenester på epost (personverntjenester@sikt.no) eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

Morten Welde

*Prosjektansvarlig*

Michael Andersen Brendås

*Masterstudent*

# Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Relevante og oppdaterte byggeklosser i tidligfase for jernbane*, og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til å delta i intervju.

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

Signatur/dato:

-----



# Vedlegg 5 - Intervjuguide

## Estimering i tidligfase – byggeklossmetodikkens egnethet

Norges teknisk-vitenskapelige universitet (NTNU)  
Institutt for bygg- og miljøteknikk  
Høst 2022 og vår 2023  
Masterstudent Michael Andersen Brendås

Denne intervjuguiden er utarbeidet av Michael Brendås i samarbeid med veileder Morten Welde ved institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU. Intervjuet supplerer den kvantitative analysen i masteroppgave om jernbanesektorens byggeklossmetodikk for estimering av jernbaneinfrastruktur i tidligfase.

### Studiens formål

Studien er en masteroppgave i jernbane ved institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU. Studien har som formål å analysere hvorvidt manglende oppdatering av byggeklossene gjør byggeklossmetodikken mindre egnet til estimering av jernbaneinfrastruktur i tidligfase, eller om det kan være andre medvirkende årsaker til tidligere avdekte kostnadsøkninger der byggeklossmetodikken ble anvendt i tidligfase.

### Intervjuspørsmål:

#### 1. Innledende spørsmål:

- 1.1 Hva har din rolle vært innen utarbeidelse av kostnadsestimat for jernbaneinfrastruktur i utredninger (tidligfase)?
- 1.2 Har du sett noen gjentakende utfordringer knyttet til estimering av infrastruktur i tidligfase?
- 1.3 Vil du mene at det i tidligfase er visse tilfeller der visse estimeringsmetoder er mer eller mindre anvendelige eller egnet?
- 1.4 Hvilken erfaring har du med bruk av byggeklossmetodikken fra tidligere utredninger?
- 1.5 I de tilfeller der byggeklossmetodikken ble anvendt, hva var utslagsgivende for valget?

#### 2. Bruken av byggeklossmetodikken:

- 2.1 Vil du mene at byggeklossmetodikken er intuitiv og enkel å anvende, eller er det sider ved metodikken eller byggeklossene som gjør det krevende å utarbeide kostnadsestimat?
- 2.3 Dersom du ved utarbeidelse av kostnadsestimat kommer over et element det mangler en tilsvarende byggekloss for, er det klart for deg hvilken framgangsmåte som bør velges?
- 2.4 Utover indeksjustering har byggeklossene ikke blitt supplert med kostnader fra nyere infrastrukturprosjekter siden 2011. Har du tidligere kommet over tilfeller der dette har framstått å være problematisk?

### Case – store tiltak:

Som del av studiens kvantitative analyse er det tatt utgangspunkt i flere tiltak som ble estimert ved hjelp av byggeklossmetodikken i KVV InterCity i 2011. Det er utarbeidet ulike kostnadsestimat for disse tiltakene, der estimatene skal representere slik tiltakene er bygget og utredet. Hensikten er å frambringe kunnskap om hvordan ulike framgangsmåter påvirker estimat i forhold til faktisk kostnad. Du vil nå bli presentert noen utdrag fra resultatene, der jeg først skal forklare ulikhetene mellom framgangsmåtene.

- 3.1 Basert på resultatene, i hvilken grad tenker du den manglende oppdateringen av byggeklossene med nyere nøkkeltall virker bestemmende for kostnadsestimatenes presisjon?
- 3.2 Hva er din umiddelbare refleksjon knyttet til de ulike framgangsmåtene som er anvendt?
- 3.3 Er det noe annet du umiddelbart vil trekke fram som interessant i resultatene?

### Case - stasjoner:

Stasjoner kan ha svært ulik utforming avhengig av funksjon. Fra KVV InterCity foreligger det en rekke ulike byggeklosser for stasjoner, hvorav enkelte framstår skreddersydde for gitte konsept, mens flertallet har en enkel og generisk utforming. Direktoratets verktøy bruker de generiske byggeklossene.

- 4.1 Gitt den store variasjonen i kompleksitet for stasjoner og det begrensede antallet tilgjengelige byggeklosser, hvordan tenker du dette best kan håndteres når kostnadsestimat skal utarbeides?

Før neste spørsmål skal jeg vise noen flere utdrag fra studiens resultater. Første graf viser mindre stasjonstiltak på eksisterende infrastruktur estimert med byggeklossene.

- 4.2 Basert på resultatene, i hvilken grad tenker du den manglende oppdateringen av byggeklossene med nyere nøkkeltall virker bestemmende for kostnadsestimatenes presisjon?
- 4.3 Gitt resultatene, framstår bruken av byggeklossmetodikken og eksisterende byggeklosser som egnet for denne typen tiltak i tidligfase?
- 4.4 Har du noen andre umiddelbare refleksjoner knyttet til resultatene?

Neste graf viser mindre stasjonstiltak på eksisterende infrastruktur estimert med kombinasjon av ulike byggeklosser. Estimater er utarbeidet med den intensjon å bedre representere infrastrukturtiltakene slik de er bygget.

- 4.5 Uavhengig av fremgangsmåte, framstår byggeklossmetodikken som egnet for estimering av mindre stasjonstiltak?

### Case – kryssingsspor:

- 5.1 Det foreligger to byggeklosser for kryssingsspor, som i utgangspunktet har en stykkpris, samt byggeklosser for utvidelse fra enkeltspor til dobbeltspor. Ved estimering av kryssingsspor med bruk av byggeklossmetodikken, tenker du det vil være tilfeller der bruken av den ene varianten er mer hensiktsmessig enn den andre?
- 5.2 I den kvantitative analysen er det utarbeidet kostnadsestimat for kryssingsspor etter to ulike fremgangsmåter. Den første tar utgangspunkt i byggekloss for kryssingsspor, gitt løpemeteterpris framfor stykkpris, mens den andre tar utgangspunkt i byggekloss for utvidelse av enkeltspor til dobbeltspor. De ulike framgangsmåtene gir svært ulike resultat med tanke på presisjon mot faktisk kostnad. Påvirker resultatene vurderingen din fra foregående spørsmål?

### Avslutningsvis:

- 6.1 Gitt casene og resultatene vi har gått gjennom, framstår manglende oppdatering av byggeklossene med nyere nøkkeltall som avgjørende for hvorvidt en kan utarbeide presise kostnadsestimat?
- 6.2 Gitt casene og resultatene vi har gått gjennom, vil du si det er visse tilfeller der byggeklossene framstår mer eller mindre egnet?
- 6.3 Er det noe du ønsker å legge til som ikke har kommet fram av tidligere spørsmål og svar?

