

# Veileder – kostnadsestimering i tidligfase

Jernbanedirektoratet

| Rev nr | Rev gjelder                      | Dato          | Utført av | Godkj av |
|--------|----------------------------------|---------------|-----------|----------|
| 1.2    | Første versjon av dokument       | 28.juni 2019  | WH/RW     | BB       |
| 1.3    | Korrigerings av enkelte modeller | 26. sept 2019 | BB        | DK       |
|        |                                  |               |           |          |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Prosjektnummer:<br>21007604 |  |
| Versjon:<br>1.3             |  |

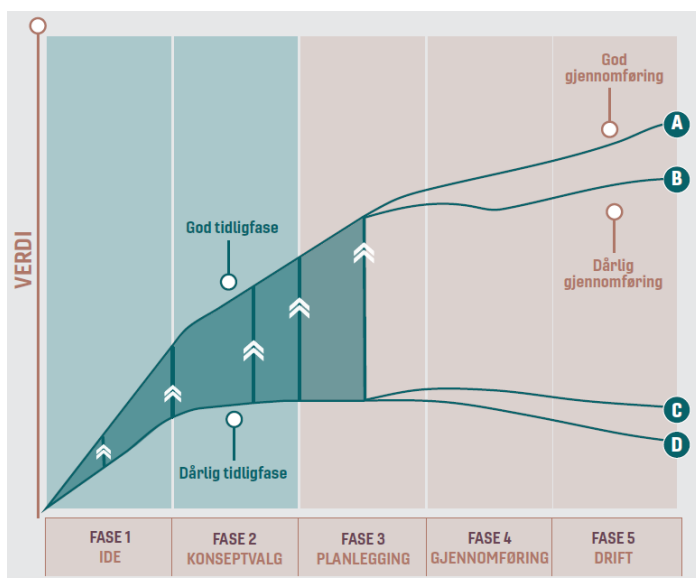
# FORORD

Jernbanedirektoratet har hatt et ønske om bygge rutiner og kompetanse knyttet til kostnadsestimering i tidligfase. Det har blitt etablert en faggruppe og denne har arbeidet ut denne veilederen i samarbeid med en konsulent. Formålet med veilederen er å sikre at kostnadsoverslagene utarbeidet for Jernbanedirektoratet har den påkrevde kvalitet for å bidra til å sikre et mest mulig transparent og sikkert beslutningsgrunnlag for beslutninger vedrørende strategier, konsepter og prosjekter. I tillegg skal veilederen bidra til å utvikle estimeringsfunksjonen i Jernbanedirektoratet.

Dette skal gjøres ved å:

- Sikre en konsistent og transparent gjennomføring av en etablert estimeringsprosess
- Sikre at kostnadsestimatene blir etablert på en enhetlig og systematisk måte med definerte krav
- Etablere mest mulig realistiske kostnadsestimater
- Innhente erfaringstall fra gjennomførte prosjekter
- Oppdatere data som benyttes i kostnadsestimeringen
- Samarbeide med kostnadsestimeringsmiljøet i Bane NOR om både metodikk og data

Veilederen forankrer hvordan Jernbanedirektoratet utfører og stiller krav til kostnadsestimering – hvor kostnad er et viktig kriterium for valg av rett prosjekt for videreføring. Skissen under illustrerer viktigheten i valg av rett prosjekt. Y-aksen antyder verdien/nytten som f.eks. effektmålene skal gi oss når prosjektet er realisert, og vi ser viktigheten av å velge rett prosjekt tidlig, slik at vi ender opp i A eller B i motsetning til om vi skulle velge feil prosjekt, da havner vi fort i C eller D, uansett hvor gode vi er til å gjennomføre.



Figur 1: Veileder for verdistyrte prosjektutvikling, Metier OEC, 2019

Målgruppen til veilederen er interne og eksterne estimeringsressurser, prosjektledere og prosjekteiere i Jernbanedirektoratet. Veilederen skal bidra til at både interne og eksterne estimater har rett kvalitet, og har konsistens og transparens for videre bruk. Samtidig skal veilederen hjelpe prosjekteiere og -ledere til å stille krav til estimeringsfunksjonen i sine prosjekter når de er i idéfase og konseptfase.

Dokumentet er forankret i anerkjent praksis fra AACE International - som er betraktet som «standardsettende» for estimeringsfaget, Finansdepartementets veiledere og Jernbanedirektoratets styrende dokumenter som «*Slik jobber vi*» - dokumentene.

Dokumentet har grensesnitt til flere dokumenter hvor «Slik driver vi eierstyring og leder prosjekter» som det mest sentrale, i tillegg til de øvrige «*Slik jobber vi*» - dokumentene.

# Innholdsfortegnelse

|  |           |
|--|-----------|
| <b>FORORD</b>  | <b>3</b>  |
| <b>1 Innledning</b>  | <b>6</b>  |
| <b>2 Teori</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1 Prosjektmodenhet   | 7         |
| 2.2 Estimatklassifisering  | 7         |
| 2.2.1 Estimatklasse 5 og 4 i Jernbanedirektoratet                        | 8         |
| 2.3 Metodikk   | 10        |
| 2.3.1 Analog estimering  | 10        |
| 2.3.2 Parametrisk estimering   | 11        |
| 2.4 Dokumentasjon av kostnadsestimatet                                   | 12        |
| 2.5 Estimeringsprosessen   | 12        |
| <b>3 Estimeringsprosessen i Jernbanedirektoratet</b>                     | <b>13</b> |
| 3.1 Oppstart   | 13        |
| 3.1.1 Formålet med estimatet   | 13        |
| 3.1.2 Plan for estimeringsprosessen                                      | 14        |
| 3.2 Etablering   | 15        |
| 3.2.1 Byggeklosser som brukes og strukturering av estimatet              | 16        |
| 3.2.2 Innhente teknisk grunnlag  | 17        |
| 3.2.3 Innhente priser/byggeklossene                                      | 18        |
| 3.2.4 Etablere korreksjonsfaktorer                                       | 18        |
| 3.2.5 Fortløpende dokumentere kostnadsestimatet                          | 19        |
| 3.2.6 Etablere kostnadsestimatet   | 19        |
| 3.3 Analyse  | 19        |
| 3.3.1 Rimelighetsvurdering/Benchmarking                                  | 19        |
| 3.3.2 Sensitivitetsanalyse   | 20        |
| 3.3.3 Kostnadsspenn  | 20        |
| 3.3.4 Forventet kostnad  | 22        |
| 3.4 Kvalitet og kommunikasjon  | 23        |
| 3.4.1 Kvalitetssjekk og sidemannskontroll                                | 23        |
| 3.4.2 Kommunikasjon  | 24        |
| <b>4 Erfaringsstilbakeføring til Jernbanedirektoratet</b>                | <b>25</b> |
| <b>Vedlegg A. Forkortelser</b>   | <b>26</b> |
| <b>Vedlegg B. Dokumentasjon av kostnadsestimatet</b>                     | <b>27</b> |
| <b>Vedlegg C. Klasse 5 estimater</b>                                     | <b>28</b> |
| <b>Vedlegg D. Klasse 4 estimater</b>                                     | <b>29</b> |
| <b>Vedlegg E. Oppbygging av kostnadsestimater i Jernbanedirektoratet</b> | <b>30</b> |
| <b>Vedlegg F. Referanser</b>   | <b>31</b> |

# 1 Innledning

Veilederen baserer seg på anerkjent praksis fra AACE International (1). Veilederen er også basert på Finansdepartementets veiledere innenfor kvalitetssikringsregimet (KS-regimet).

Ifølge teorien finnes det i hovedsak to metoder for kostnadsestimering; *konseptuelle* og *deterministiske*. Da Jernbanedirektoratet sitt virkeområde mht. planlegging er utredninger i tidligfase, vil førstnevnte metode være mest relevant. Veilederen har derfor fokus på konseptuelle estimeringsteknikker, hvor såkalt «ovenfra-og-ned» tilnærming er mest relevant, og hvor bruk av en deterministisk tilnærming «nedenfra-og-opp» er mindre relevant.

Valg av estimeringsmetodikk skal først og fremst være basert på prosjektets modenhet – og deretter på eksempelvis bruksområde for estimatet, forventet nøyaktighetsgrad og ressursbruk. Ulike estimeringsmetoder sammen med hensyn nevnt over er nærmere beskrevet i veilederen. Bruksområdet for Jernbanedirektoratet vil være knyttet til tidligfase for prosjekter, tiltak og strategier. Tidligfase i Jernbanedirektorats sammenheng omfatter idefase og konseptfase iht. statens prosjektmodell (2) er i dette dokumentet definert som:

- Analyser og utredninger forut for KVU. NTP og idéomtale av prosjektet, strategier (inkl. prosjektporteføljer), rutemodeller/tilbudskonsept osv.
- KVUer, regionale planer og andre utredninger før teknisk hovedplan og kommunedelplan

Denne veilederen er utarbeidet av en faggruppe i UKM (seksjon for Utredningsledelse, klima og miljø) hos Jernbanedirektoratet. UKM vil kunne bistå med råd og veiledning innenfor fagfeltet kostnadsestimering, men vil normalt ikke ha ansvar for selve kostnadsestimatene i Jernbanedirektoratet. Dette ansvaret ligger i prosjektene og hos de ulike oppdragsgivere og prosjekteierne. UKM sitt ansvar begrenser seg til å kontrollere at definerte rutiner er etterfulgt og at prosessen er tilstrekkelig dokumentert. Vurdering av kostnadsestimatet og eventuelle usikkerhetsanalyser styres gjennom andre prosedyrer i Jernbanedirektoratet.

I noen tilfeller vil UKM kunne bistå prosjektene med kostnadsestimater, i slike tilfeller vil estimator være en del av prosjektteamet og underlegges prosjektleder.

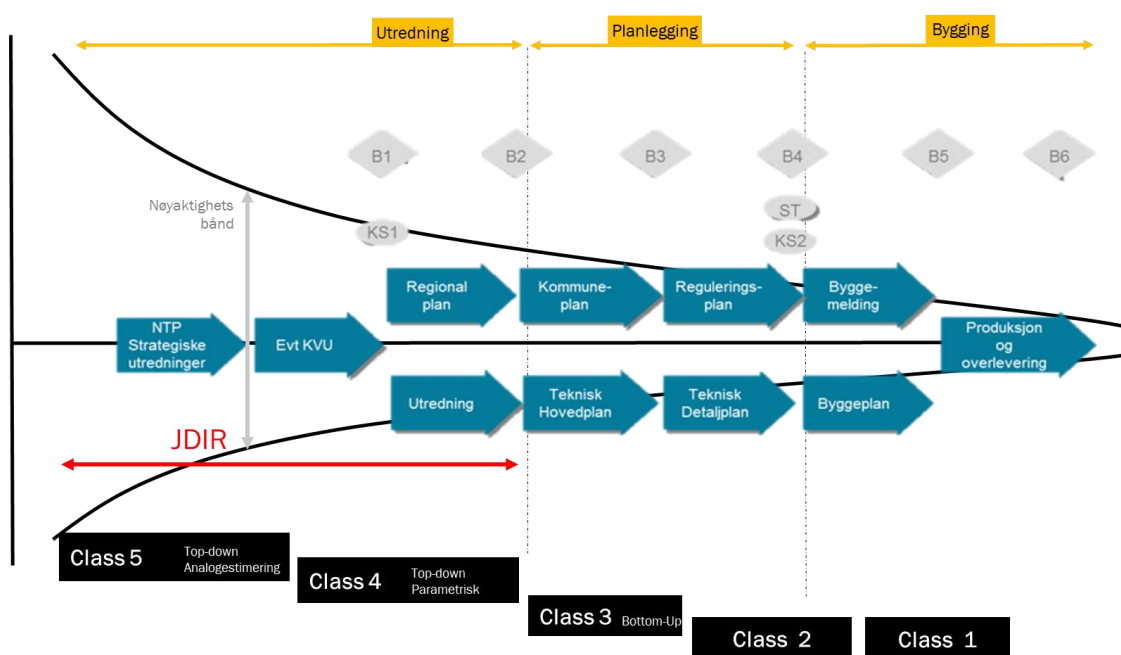
Veilederen innleder med et teorigapittel og fortsetter med et kapittel om estimeringsprosessen i Jernbanedirektoratet. Avslutningsvis er det et kapittel om tilbakeføring av erfaring. Teorigapittelet er et mer generelt kapittel, som er tilpasset Jernbanedirektoratet sitt behov, mens de to påfølgende kapitlene er særegne for Jernbanedirektoratet.

## 2 Teori

### 2.1 Prosjektmodenhet

Valg av estimeringsmetodikk skal først og fremst være basert på prosjektets modenhet. Med prosjektets modenhet eller detaljeringsgrad, menes i hvilken grad ulike inngangsverdier fra prosjektet er tilgjengelig for kostnadsestimeringen.

Eksempelvis kan inngangsverdier være omfangsbeskrivelse, tilstedeværelse av nødvendige kravdokumenter, fremdriftsplaner, tegninger, mengdeberegninger, erfaringer fra tidligere prosjekter og annen informasjon som må være utviklet for å definere prosjektet.



Figur 2 UPB-Prosessen i Bane NOR (Utbygging- Planlegging og Bygging)

### 2.2 Estimatklassifikasjon

Formålet med estimatklassifikasjon er å koble estimeringsprosessen med omfangsutvikling og beslutningsprosessen for et tiltak. Omfangsutviklingen gjennom en prosjektmodell og estimatklasser hjelper til med å sette modenhetskrav i ulike prosjektfaser. Estimatklasser og tilhørende krav kan dermed kobles mot virksomhetens prosjektmodell og estimatene modnes i takt med modning av prosjektene.

Kostnadsestimater og deres kvalitet baseres på tilgjengelig informasjon i gjeldende prosjektfase og tilgjengelig kapasitet og kompetanse for å omsette informasjonen til gode estimater. I en mer moden fase vil informasjonstilgangen være større og estimatene kan således bli mer detaljerte og med høyere forventet nøyaktighet. Det er derfor viktig å ha et forhold til sammenhengen mellom modenhet og forventet nøyaktighetsgrad.

Verdien av å ha definerte estimatklasser med tydelige krav er å bidra til riktig estimatkvalitet i gjeldende fase, samt en mer forutsigbar og ressurseffektiv estimeringsprosess. I tillegg vil man få en mer forutsigbar prosess for omfangsutvikling og grunnlagsdetaljerings når konkrete leveransekrav til

hver estimatklasse er definert. I praksis vil man følge krav til hva som er nødvendig detaljeringsnivå for å tillate estimatene å slippe inn i neste prosjektfase.

Tabellen under er hentet fra AACE International RP No. 98R-18 (3) og viser AACE sitt estimatklassifiseringssystem med hvor modenheten i prosjektene og estimatene øker fra klasse 5 til klasse 1. De ulike estimatklasser angis med en forventet modenhet som primæregenskap og deretter eksempelvis bruksområde, metodikk og forventet nøyaktighet som sekundæregenskaper. **Modenhet er alltid det som bestemmer klasse og ikke motsatt.**

Estimatklassene kan også kobles til definerte faser i en virksomhets prosjektmodell - eksempelvis estimatklasse 5 og 4 i utrednings- og konseptfase – og klasse 3 i en mer moden forprosjektfase frem til eksempelvis investeringsbeslutning og etablering av økonomiske rammer og budsjett.

| ESTIMATE CLASS | Primary Characteristic   | Secondary Characteristic                 |  |   |
|----------------|--|--|--|---|
|                | MATURITY LEVEL OF PROJECT DEFINITION DELIVERABLES<br>Expressed as % of complete definition | END USAGE<br>Typical purpose of estimate | METHODOLOGY<br>Typical estimating method                     | EXPECTED ACCURACY RANGE<br>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%<br>H: +30% to +100%   |
| Class 4        | 1% to 15%  | Study or feasibility                     | Cost/length, factored or parametric models                   | L: -15% to -30%<br>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%<br>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%<br>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%<br>H: +3% to +15%  |

Tabell 1 Klassifiseringsmatrise for kostnadsestimater hentet fra AACEI RP No. 98R-18

Videre kan det settes krav til både teknisk grunnlag og detaljerings- og ferdigstillelsesgrad for de ulike fasene.

### 2.2.1 Estimatklasse 5 og 4 i Jernbanedirektoratet

I Jernbanedirektoratet har man definert klasse 5 estimater som et hensiktsmessig kostnadsestimat for utredninger av tiltak med begrenset kunnskap og informasjon om prosjektet, og som i tillegg har få ressurser og begrenset med tid. Som Figur 2 UPB-Prosessene over illustrerer, forventes det at prosjektet/tiltaket er mer modent i klasse 4. I denne sammenheng er det et poeng å nevne at oppdragsgiver må være bevisst ved kravstilling om klasse 5 eller 4, da strengere krav til nøyaktighet vil føre til økt ressursbruk og en mer tidkrevende prosess. Jernbanedirektoratet har utarbeidet følgende tabell for sine estimater.

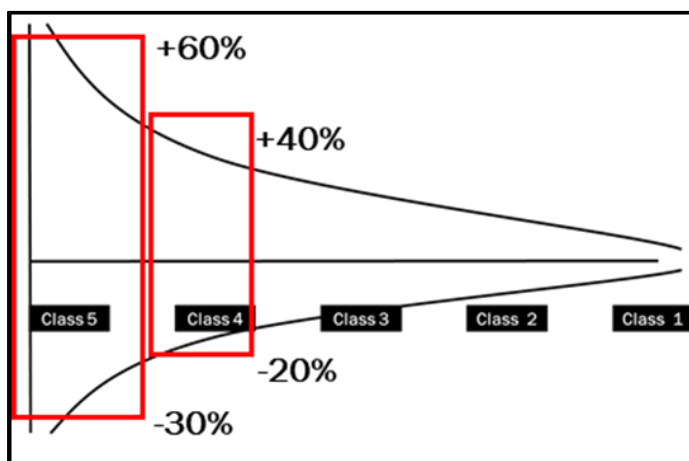


|                 | Prosjektmodenhet | Bruksområde for estimatet         | Metode  | Forventet nøyaktighetsgrad |
|-----------------|------------------|-----------------------------------|---|----------------------------|
| <b>Klasse 5</b> | Veldig lav       | NTP<br>Strategiske utredninger    | Analog estimering<br>(Parametrisk estimering)               | Lav: - 30 %<br>Høy: +60 %  |
| <b>Klasse 4</b> | Lav              | KVU<br>Regional Plan<br>Utredning | Parametrisk estimering<br>(Analog på elementer av tiltaket) | Lav: - 20 %<br>Høy: +40 %  |

Tabell 2 Klassifiseringsmatrise for kostnadsestimater i Jernbanedirektoratet

For å beregne nøyaktighetsgraden til et kostnadsestimat må det gjennomføres en kvantitativ usikkerhetsanalyse hvor nøyaktighetsintervallet vil avhenge av prosjektmodenhet, benyttede referanser og vurdering av usikkerhet. I Jernbanedirektoratet er det ikke et eksplisitt krav om gjennomføring av usikkerhetsanalyser som del av kostnadsestimeringsprosessen,

Jernbanedirektoratet har definert *forventet nøyaktighetsgrad* for klasse 5 estimater til å variere fra -30% på den lave siden, og til +60% på den høye siden, avhengig av teknisk grunnlag og referanseinformasjon. *Forventet nøyaktighetsgrad* for klasse 4 estimater er definert fra -20% på den lave siden, til +40% på den høye siden, som igjen er avhengig av teknisk grunnlag og referanseinformasjon. Ved uvanlig høye eller lave usikkerhetsvurderinger kan de forventede intervallene henholdsvis over- eller underskrides. Bakgrunnen for lavere eller høyere nøyaktighet enn standard angivelse for en prosjektfase bør dokumenteres spesielt.



Figur 3 To estimatklasser hos Jernbanedirektoratet og illustrasjon av variasjon i usikkerhetsspenn

Figur 3 viser estimatklasse 5 og 4 hos Jernbanedirektoratet og illustrerer hvordan usikkerhetsspennet på nøyaktigheten endres når klassen endres.

Estimatklasser er etablert for å gi best mulige estimater, uansett hvilken fase eller modenhet tiltaket eller prosjektet er i. I en konseptvalgutredning skal minimum tre konsepter estimeres og to av disse vil ikke gå videre til prosjektering og utførelse, og det er viktig å begrense bruken av ressurser på estimering.

Ethvert estimat skal detaljeres i henhold til behovet. I en tidlig utredning trenger prosjekteier tilstrekkelig informasjon til å beslutte om det skal startes videre planlegging eller om tiltaket skal legges bort. Etter forprosjekt skal estimatet være godt nok til at prosjekteier kan ta en investeringsbeslutning.

Det er derfor viktig at prosjekteier vet hvor nøyaktig estimatet er og hvor sikker eller usikker estimator/prosjektet er på estimatet. Estimatklasser 5 i Tabell 2 innebærer meget lav modenhet og at det tilsier at endelig kostnad kan komme til å ligge inntil 30 % lavere og inntil 60 % høyere enn estimatet. Tilsvarende innebærer estimatklasser 4, som også har lav modenhet, at endelig kostnad kan komme til å ligge inntil 20 % lavere og inntil 40 % høyere enn estimatet. Prosjekteier må ha informasjon om estimatets nøyaktighet når beslutning om videre utredning og planlegging skal tas.

## 2.3 Metodikk

Jernbanedirektoratet jobber i tidligfase hvor «ovenfra-og-ned»-tilnærming er mest relevant. Som nevnt i kapittel 2.1 er prosjektets modenhet førstehåndskriterium for valg av estimeringsmetodikk. Etter prosjektmodenhet, anbefales det å benytte følgende andrehåndskriterier ved valg av metodikk:

- **Bruksområde for estimatet:** I ulike prosjektfaser har kostnadsestimatene forskjellige definerte bruksområder og formål. Hva kostnadsestimatet skal benyttes til skal være avgjørende for hvilken metodikk som brukes. Ved utførelse av en overordnet mulighetsstudie i en tidligfase vil man typisk velge en annen metode enn ved utarbeidelse av et kontrollestimat for en anbudskonkurranse i forkant av gjennomføringsfasen.
- **Forventet nøyaktighetsgrad:** Nøyaktighetsgrad er en indikasjon på hvor man kan forvente at sluttkostnaden til et prosjekt vil ende i forhold til forventet kostnad ved estimeringstidspunktet. Nøyaktighet er ofte uttrykt som et +/- intervall i prosent rundt forventet kostnad med et gitt konfidensintervall. I Jernbanedirektoratet benyttes et konfidensintervall på 80% mellom konfidensnivåene P10 og P90. Ved lavere forventet nøyaktighetsintervall kan mindre omfattende estimeringsmetoder benyttes.
- **Ressursbruk:** Hvor lang tid og hvor tilgjengelige ressurser man har til rådighet for kostnadsestimeringsprosessen vil også påvirke valg av metodikk.

To relevante konseptuelle metoder i Jernbanedirektoratet er analogestimering og parameterestimering, og de neste kapitlene beskriver disse metodene sammen med noen forenklede eksempler.

### 2.3.1 Analog estimering

Analogestimering innebærer å benytte virkelige kostnader fra tidligere utførte, lignende prosjekter som basis for å estimere kostnaden til det aktuelle prosjektet. Denne metodikken benyttes i klasse 5 estimerer for å estimere den totale prosjektkostnaden og i klasse 4 estimerer for å estimere objekter/deler av prosjektkostnaden hvor man ikke har tilstrekkelig informasjon til å foreta parametrisk estimering. En fordel ved analogestimering er at det er en metode som kan kreve mindre tid og ressurser enn parametrisk estimering. Kort fortalt inneholder denne metoden følgende steg:

1. Identifiser relevant referanse
2. Fjern irrelevant omfang/kostnader fra referansen
3. Legg til relevant omfang/kostnader til referansen
4. Bruk tilpasset referanse for å estimere aktuelt prosjekt

Det historiske og det nye prosjektet må ha tilstrekkelig med likheter, og det må vurderes hvilke tilpasninger som eventuelt må gjøres. Det må foretas en objektiv vurdering av estimatet og hvorvidt resultatet og analogien som er benyttet er logisk og troverdig. Ved analogestimering er det nyttig å identifisere prosjektenes kostnadsdrivere, sammenligne disse med prosjektet som brukes som basis for estimeringen, og vurdere hvordan disse bør påvirke totalkostnaden.

### Eksempel – Godsterminal

Ganddal godsterminal kostet 715 MNOK 2018-kroner og har kapasitet på 80 000 TEU. (1 TEU er ekvivalent til én 20 fots container). En ny godsterminal med kapasitet 200 000 TEU skal bygges i Trondheim. Med analog estimering kan kostnaden beregnes til  $200\,000 / 80\,000 = 2,5$  ganger Ganddals kostnad, dvs  $715\text{ MNOK} \times 2,5 = 1\,790\text{ MNOK}$  2018-kroner.

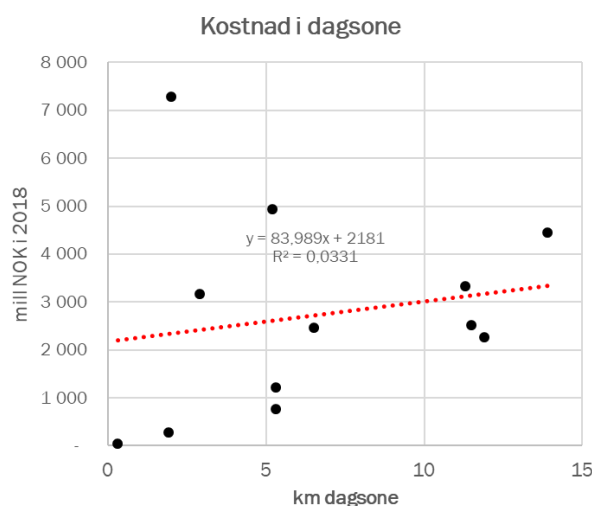
I dette eksemplet forutsettes det at kroner per TEU er en sentral kostnadsdriver, men andre faktorer må også hensyntas, som f.eks. eksisterende bebyggelse og infrastruktur.

### 2.3.2 Parametrisk estimering

Parameterestimering er en teknikk som benytter en statistisk relasjon mellom historiske data og andre variable (for eksempel kostnader pr. meter tunnel, bru, jernbane el.) for å estimere kostnaden for et element. Denne metodikken kan benyttes i alle typer klasseestimer, men er mest vanlig i tidligfase. Ved bruk av parametrisk estimering, kan det også være nyttig å gjøre en kryssjekk med analogestimering som en vurdering av resultatet.

Hovedforskjellen på analogestimering og parametrisk estimering, er at parametrisk estimering benytter data fra mange prosjekter og dekker et bredere utvalg, mens analogestimering benytter referansedata fra én kilde som tilpasses det gjeldende behovet.

Figuren under viser et eksempel hvor "km dagsone" er valgt som en parameter for å beregne kostnader for dagsone. Tidligere gjennomførte prosjekter er plottet inn i diagrammet og man kan lese ut en trendlinje/funksjon til å beregne kostnader for dagsoner.



Figur 4 Eksempel på parametrisk estimering

### **Eksempel 1 – Jernbanestrekning**

Enkeltsporstrekningen Andeby – Gjesshavn skal estimeres. Vi får oppgitt at den ligger i åpent landskap og har en lengde på 10 km. Basert på figuren over blir estimatet på strekningen ca. 3 mrd. NOK.

Den parametriske modellen må videre tilpasses til den bestemte situasjonen eller miljøet prosjektet skal utvikles i. I eksempelet ovenfor vil det derfor være naturlig å vurdere graden av tettbygd strøk på strekningen og om strekningen eksempelvis også har vanskelige grunnforhold.

## **2.4 Dokumentasjon av kostnadsestimatet**

Det er et krav at kostnadsestimatet dokumenteres i et eget dokument (estimeringsbasis). Denne dokumenterer prosjektets omfang og skal benyttes som grunnlag for videre oppdateringer. Et utgangspunkt for kapittelinndeling kan være følgende, men bør tilpasses behov og formål med estimatet:

- Hensikten med prosjektet
- Prosjektbeskrivelse
- Estimatklasse
- Metode
- Teknisk og annet grunnlag for estimatet.
- Forutsetninger og avgrensninger
- Avvik fra standard estimeringsprosess
- Usikkerhet (risiko, muligheter og forventet tillegg)

Hensikt og prosjektbeskrivelse er oftest informasjon som hentes direkte fra oppdraget eller andre prosjektdokumenter. Valg av estimeringsmetode og estimatklasse er det viktig at estimator selv kort beskriver, begrunner og dokumenterer. Som grunnlag for kostnadsestimatet foreligger det gjerne teknisk grunnlag og øvrig dokumentasjon, som vil være viktig informasjon som må opplyses om i dokumentet. Estimator må i tillegg dokumentere forutsetninger og avgrensninger. Vedlegg B er lagt ved som eksempel-mal for dokumentasjon av kostnadsestimater.

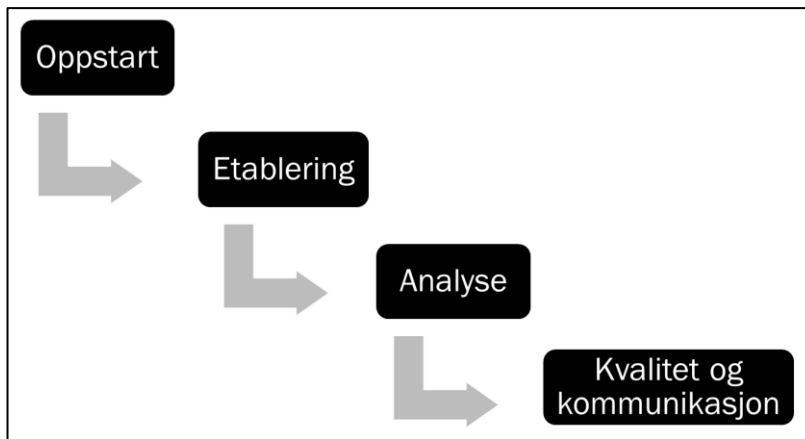
## **2.5 Estimeringsprosessen**

Verdien av å ha en etablert kostnadsestimeringsprosess er økt kvalitet på beslutningsgrunnlag, redusert risiko og økt nøyaktighetsgrad. En definert prosess for estimering av investeringskostnader vil gi mulighet for høyere repeterbarhet, økt transparens og konsistens i etableringen av estimatene. For å oppnå slike høykvalitetsestimater, må det ligge en høykvalitetsprosess i bunn. I neste kapittel gis en beskrivelse av estimeringsprosessen til Jernbanedirektoratet.

## 3 Estimeringsprosessen i Jernbanedirektoratet

Estimeringsprosessen til Jernbanedirektoratet har følgende fire hovedtrinn:

1. **Oppstart:** Opprette klarhet rundt formålet med og omfanget av kostnadsestimatet
2. **Eablering:** Etablere kostnadsestimatet basert gjeldende krav, tilgjengelig informasjon og korreksjonsfaktorer
3. **Analyse:** Gjennomføre rimelighetsvurdering av prosjektets kostnadsestimat som helhet. Foreta sensitivitetsanalyse og beregne kostnadsspenn, samt dokumentere resultatet
4. **Kvalitet og kommunikasjon:** Kvalitetssjekk, sidemannskontroll og utarbeidelse beslutningsunderlag.



Figur 5 Estimeringsprosessen i Jernbanedirektoratet

### 3.1 Oppstart

#### 3.1.1 Formålet med estimatet

I forbindelse med etablering av krav til kostnadsestimeringen må det utføres følgende aktiviteter som er nærmere beskrevet under:

- Identifisering av formålet med kostnadsestimatet
- Kartlegge estimeringsgrunnlaget

Når formålet med estimatet er identifisert og estimeringsgrunnlaget er kartlagt, kan krav til kostnadsestimeringen etableres. Utarbeidelse av krav til kostnadsestimeringen skal gjøres i samarbeid mellom oppdragsgiver, prosjektet, og estimator (interne og eksterne).

Denne aktiviteten er starten av kostnadsestimeringsprosessen og helt essensiell for at prosjektet skal få en forutsigbar prosess og et transparent kostnadsestimat. Ved mangel på krav til kostnadsestimeringen kan man ende opp med et uforutsigbart estimat, og i verste fall store feil og/eller mangler.

### Identifisering av formålet med kostnadsestimatet

Kostnadsestimatet er resultatet av kostnadsestimeringsprosessen og før oppstart av denne prosessen er det avgjørende å identifisere formålet med estimatet. Formålet med kostnadsestimatet avhenger av hvilken fase prosjektet befinner seg i, se figuren under.



Figur 6 Identifisering av formålet med kostnadsestimatet

### Kartlegge estimeringsgrunnlaget

Estimeringsgrunnlaget må kartlegges for å sjekke hvorvidt planlagt ressursbruk og teknisk grunnlag samsvarer med formålet for estimatet og kravene til nøyaktighet. Videre skal det avklares hva som er prosjektets planlagte omfang og hva som faktisk skal estimeres. Man kan også vurdere estimatgrunnlaget ved eksempelvis å stille følgende spørsmål:

- Reflekterer kvaliteten, omfanget og detaljeringsgraden til estimeringsgrunnlaget fasen prosjektet er i?
- Er dokumentasjonskrav for prosjektfasen tilfredsstillt?
- Har det blitt utført en gjennomgang av prosjektets tekniske grunnlag?

Disse spørsmålene må sees i sammenheng er nærmere beskrevet i 3.2.1.

### 3.1.2 Plan for estimeringsprosessen

Jernbanedirektoratet ønsker et bevisst forhold til prosjektplanlegging, og understreker viktigheten av å ha en forutsigbar kostnadsestimeringsprosess. En slik plan for estimeringsprosessen må inneholde tydelige roller og ansvar og utarbeides av estimeringsansvarlig.

- Prosjektleder
- Estimeringsansvarlig (intern/ekstern)
- Kostnadsestimator (intern/ekstern)
- Sidemannskontrollør
- Mottaker/oppdragsgiver

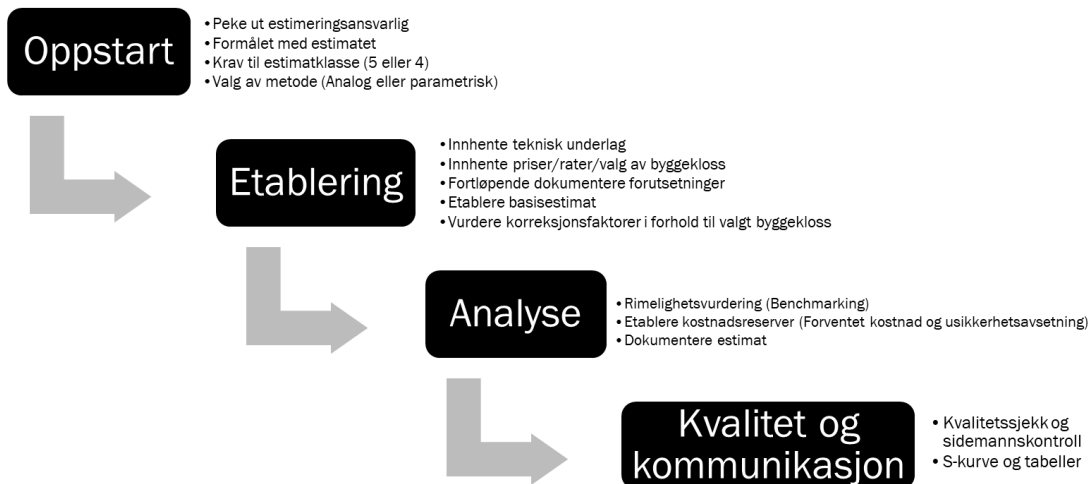
Estimeringsansvarlig må kartlegge de sentrale aktivitetene knyttet til planlegging og gjennomføring av kostnadsestimeringsprosessen og følge utarbeidelsen og oppfølgingen av kostnadsestimatet underveis i prosjektperioden frem til prosjektet eventuelt går over i planfasen. Kvalitetssikringen gjennomføres av en «uavhengig», ikke direkte deltager i prosjektet, som har estimeringserfaring. Sidemannskontrolløren går gjennom både kostnadsestimatet og dokumentasjonen.

**Feil! Fant ikke referanseilden.** under gir oversikt over kostnadsestimeringsprosessen i Jernbanedirektoratet.

### 3.2 Etablering

I etableringstrinnet har estimator ansvar for å utarbeide basiskostnad. Basiskostnaden blir beregnet basert på grunnlagsdokumentene og vurderinger/bruk av korreksjonsfaktorer.

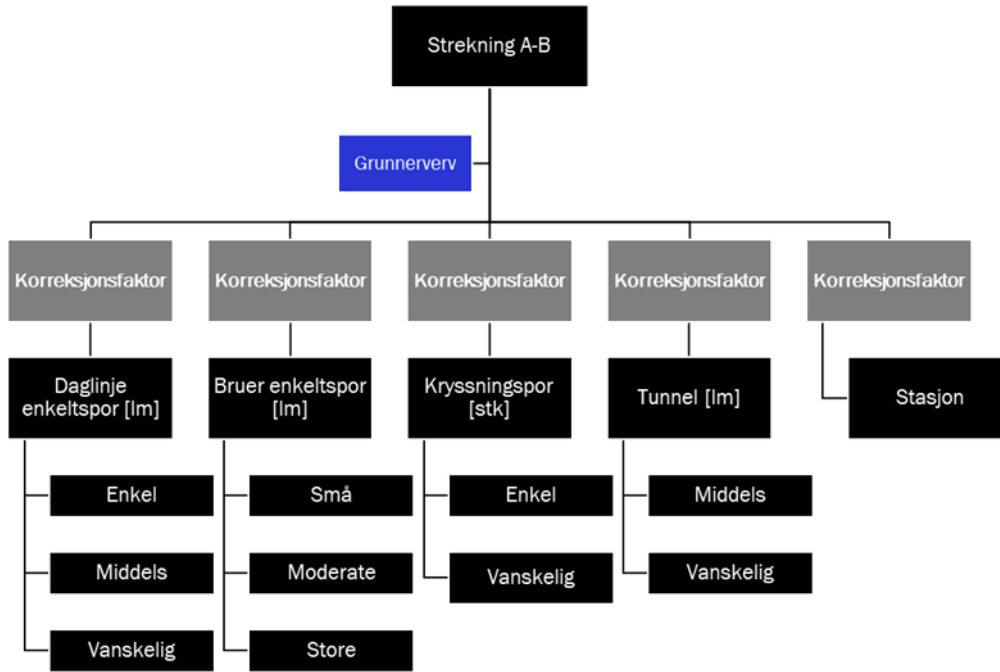
I Jernbanedirektoratet har man utarbeidet en Excel-mal som kan benyttes for etablering av kostnadsestimater. Den er veiledende og kan endres ved behov. Den er i utgangspunktet ment til internt bruk, men kan også distribueres til rådgivere eller andre eksterne som skal estimere kostnader i tidligfase for Jernbanedirektoratet. Jernbanedirektoratet har ansvar for malen og oppdateringer av denne. De kan bistå med en opplæring/gjennomgang av bruk i den, men tar ikke ansvar for eventuell feilbruk av malen.



Figur 7 Estimeringsprosessen med hovedelementer innenfor hvert trinn

### Byggeklosser som brukes og strukturering av estimatet

Prosjektnedbrytningsstrukturen beskriver hvordan estimatet er satt sammen med de ulike byggeklossene. Oversikt over dagens byggeklosser er illustrert i figuren under.



Figur 8 Illustrasjon av dagens byggeklosser hos Jernbanedirektoratet

Dagens byggeklosser i Jernbanedirektoratet er basert på Bane NOR sine byggeklosser utarbeidet i forbindelse med InterCity utbyggingen i Østlandsområdet/Sør-Norge. Byggeklossene til Bane NOR inneholder totale produksjonskostnader for konstruksjoner (bruer og tunneler), underbygning, jernbaneteknikk, og signalkostnader. Jernbanedirektoratet sine byggeklosser er mer overordnet. Om man ser for seg byggeklossene til Bane NOR som *Legø*-klosser, kan man se for seg Jernbanedirektoratet sine byggeklosser som *Duplo*-klosser. Jernbanedirektoratet sine byggeklosser har i tillegg til elementene nevnt over også inkludert for tre elementer:

- Felles entreprenørkostnader (Rigg og drift for entreprenøren, sikkerhetsmannskap)
- Felles byggherrekostnader (administrasjon, prosjektorganisasjon og byggeledelse)
- Planlegging og prosjektering (Hovedplan, Detaljplan, Byggeplan og anbud, m.m.)

Jernbanedirektoratet har i tillegg utarbeidet egne byggeklosser for Grunnerverv. I noen sammenhenger vil det kreves at jernbanen erverver grunn for å kunne gjennomføre sine prosjekter/tiltak. Priser på dette kan variere sterkt fra område til området og hvor mye (antall kvadratmeter) vil også kunne variere sterkt. Basert på erfarte gjennomførte prosjekter har Jernbanedirektoratet utarbeidet en enkel byggekloss til bruk i tidligfasesammenheng. Den skiller mellom bynære og landlege omgivelser og omfatter da grunnerverv for en strekning i dagsonen.

Noen elementer som ikke er inkludert i Jernbanedirektoratet sine byggeklosser er behovet for eventuell nærføring, tilgjengelighet til anleggsområdet, andre hastighetsklasser enn 200 km/t (eks. 250km/t standard) m.m. For å justere for slike forhold benyttes korreksjonsfaktorer.



Korreksjonsfaktorer er nærmere omtalt i kapittel 3.2.3 og er etablert for å gi best mulig basiskostnad.

### 3.2.1 Innhente teknisk grunnlag

Jernbanedirektoratet har utviklet en oversikt som viser kravene til teknisk grunnlagsmaterialet (input) i de ulike fasene. Tabellen under viser de ulike «leveransene» som forventes utarbeidet i de ulike fasene i tidligfase, disse må være grunnlag for kostnadsestimatet og tilsvarende modenheten i leveransen.

| Prosjektinformasjon   | Klasse 5         | Klasse 4                    |
|---|------------------|-----------------------------|
| Prosjektbeskrivelse med hovedelementer (kryssningsspor, enkeltspor, hensetting, dobbeltspor, godsterminal o.l.) | Svært overordnet | Overordnet                  |
| Samsvarer med Nasjonal Transportplan  | Overordnet       | Identifisert                |
| Lokasjon og landskapsforhold  | Overordnet       | Avklart                     |
| Geologiske data   | Ikke behov       | Innhentes via GIS           |
| Klimaeffekter – flom og ras   | Ikke behov       | Innhentes via GIS           |
| Konseptvalgutredning (KVU)  | Ikke behov       | Ikke behov                  |
| Kommunedelplan  | Ikke behov       | Ikke behov                  |
| Teknisk Hovedplan   | Ikke behov       | Ikke behov                  |
| Fremdriftsplan  | Ikke behov       | Ikke behov                  |
| Prosjektets nedbrytningsstruktur / byggeklossnivå   | Ikke behov       | Overordnet                  |
| Kvantiteter/størrelser/kapasiteter/lengder/arealer  | Overordnet       | Definert med hovedelementer |
| Byggeklosspriser ferdig indeksert til gjeldene år   | Definert         | Definert                    |
| Tilbudskonsept med tilhørende kapasitetsvurderinger (forutsetter at dette foreligger i prosjektet)              | Definert         | Ikke aktuelt.               |
| Rutemodell (forutsetter at dette foreligger)  | Ikke aktuelt     | Definert                    |

Tabell 3 Teknisk grunnlag som kreves ved de ulike klasseestimatene

Modenheten til grunnlaget av dokumentene nevnt over er delt i tre:

- *Ikke behov*: ikke krav til utarbeidelse i dette klasseestimatet
- *Overordnet*: en enkel overordnet kladd på dokumentet/leveransen forventes
- *Avklart/Definert*: Dokumentet er godkjent og signert, og er påkrevd som grunnlag til klasseestimatet

### 3.2.2 Innhente priser/byggekløssene

Ved analog estimering benyttes virkelige kostnader fra tidligere utførte, lignede prosjekter som basis for å estimere kostnaden til det aktuelle prosjektet. Ved parametrisk estimering i Jernbanedirektoratet benyttes byggeklosser for å estimere kostnadene. Jernbanedirektoratet sine byggeklosser oppdateres hvert år med indeks og utgis av avdelingen for «Utredningsledelse, klima og miljø» (UKM).

| Kostnads klasser | Beskrivelse   | Enhet | Byggekostnad [2019-NOK] |
|------------------|---|-------|-------------------------|
| O1               | Opprusting av dagens enkeltspor til 40 tonn aksellast uten kurveutretting (eks profilutvidelse) | lm    | 88 000                  |
|                  | Opprusting av dagens enkeltspor til 160 km/t (22,5 tonn aksellast) inkl kurveutretting          | lm    | 147 000                 |
| A0               | Daglinje enkeltspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold                          | lm    | 108 000                 |
| A2a              | Daglinje enkeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold                             | lm    | 123 000                 |
| A9               | Daglinje enkeltspor, middels bebyggelse / vanskelige byggeforhold                               | lm    | 215 000                 |
| A1               | Daglinje dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse / enkle byggeforhold                         | lm    | 150 000                 |
| A2               | Daglinje dobbeltspor, middels tett bebyggelse / middels byggeforhold                            | lm    | 239 000                 |
| A3               | Daglinje dobbeltspor, tett bebyggelse bystrøk småhus / vanskelige byggeforhold                  | lm    | 315 000                 |
| A4               | Utvide eksisterende enkeltspor daglinje til dobbeltspor, liten eller ingen bebyggelse           | lm    | 153 000                 |
| A5               | Utvide eksisterende enkeltspor daglinje til dobbeltspor, tett bebyggelse / bystrøk              | lm    | 260 000                 |

Tabell 4 Eksempel på byggeklosser med kostnader

### 3.2.3 Etablere korreksjonsfaktorer

Korreksjonsfaktorene benyttes ifm. vurdering av byggeklossenes egnethet og brukes på hver enkelt byggekloss for å beregne basiskostnaden. Korreksjonsfaktorer tar hensyn til særegne forhold som vil ha relativt stor innvirkning på prosjektets kostnad. Hver korreksjonsfaktor i listen under vurderes med verdiene «lav»/«middels»/«høy», og estimatet justeres så med en vektet faktor. Den innbyrdes vektningen mellom de ulike korreksjonsfaktorene kan endres ved behov. I regnearket er det lagt inn verdier som kan endres og tilpasses kostnadselementet, men pass på at summen ikke overskrider 100%.

Avhengig av prosjektets egenart og vurderinger prosjektteamet gjør, kan man endre prioriteringer og verdier på de ulike elementene i listen under:

- **Umodent omfang:** Mye er uavklart i tidligfase, men prosjektet må vurdere i den store sammenhengen hvorvidt dette prosjektet er mer umodent enn andre sammenlignbare prosjekter/byggekløsser. Videre bør man også ta hensyn til at byggeklossene er en gjennomsnittsbetraktning der løpemeter kan være enheten, dette innebærer at f.eks. tunnelpåhugg o.l. som man vanligvis har to av for hver tunnel da blir fordelt jevnt utover byggeklossen. Dette vil medføre en unaturlig høy gjennomsnittskostnad ved veldig lange tunneler.
- **Interessenter:** Involvering og press fra naboer, lokale myndigheter/kommuner, og andre interessenter kan ha påvirkning på prosjektets total kostnad. Særlig er den offentlige planprosessen ifm. reguleringsplaner til kommuner/staten og eventuelle byutviklingstiltak sentrale. Endring/utvikling av teknisk regelverk kan også medføre økte krav som gir økte investeringer.
- **Naturgitte forhold:** Topografi, grunnforhold og fjellkvalitet er eksempler på naturgitte forhold som kan gi økte utfordringer på strekninger i åpent landskap, kryssing av bruer og tunneldriving/boring. Slike forhold kan estimator ta høyde for i dette elementet.
- **Nærføring:** Her må man ta stilling til om prosjektet forventes å ha nærføring til andre togspor og/eller veier i drift. Dette vil i tilfelle skape en kompleksitet i trafikkavviklingen og andre ulemper under gjennomføringen av prosjektet som vil medføre en økt kostnad.

- **Eksisterende bebyggelse og infrastruktur:** Byggekløssene er basert på Bane NOR sine erfarte prosjektgjennomføringer på Østlandet/Sør-Norge med mye eksisterende bebyggelse og infrastruktur å ta hensyn til, nye prosjekter i mer grigrendte strøk må ta hensyn til det og tilpasse sine byggeklosser tilsvarende.
- **Tilkømt:** Adkomst og tilgjengelighet for bl.a. rigg og drift av prosjektet kan vurderes på et overordnet nivå.

### 3.2.4 Fortløpende dokumentere kostnadsestimatet

Underveis i etableringen skal estimator fortløpende dokumentere bl.a. estimeringsprosessen hvilke forutsetninger som er tatt, hva estimatet inkluderer og ikke inkluderer. Vedlegg B er en veiledning av dokumentering av kostnadsestimater for Jernbanedirektoratet.

### 3.2.5 Etablere kostnadsestimatet

Når det tekniske grunnlaget er klart, sammenstilles/beregnes kostnadsestimatet basert på byggeklosser fra Jernbanedirektoratet og vurdering av korreksjonsfaktorer. Videre suppleres eventuelt med egne interpolerte byggeklosser/erfarte priser og man er klar for neste steg i prosessen; analysen. Det er et krav at estimatstrukturen bygges opp gjennom byggeklossene som vist i Figur 8.

## 3.3 Analyse

Når basiskostnaden er etablert skal det gjøres ulike vurderinger av estimatet. Dette kapittelet omfatter

- rimelighetsvurdering/validering for verifikasjon om at byggeklossene er relevante for tiltaket
- sensitivitetsanalyse for å vurdere effekten av at forutsetninger endres
- forventet kostnad
- kostnadsspenn

### 3.3.1 Rimelighetsvurdering/Benchmarking

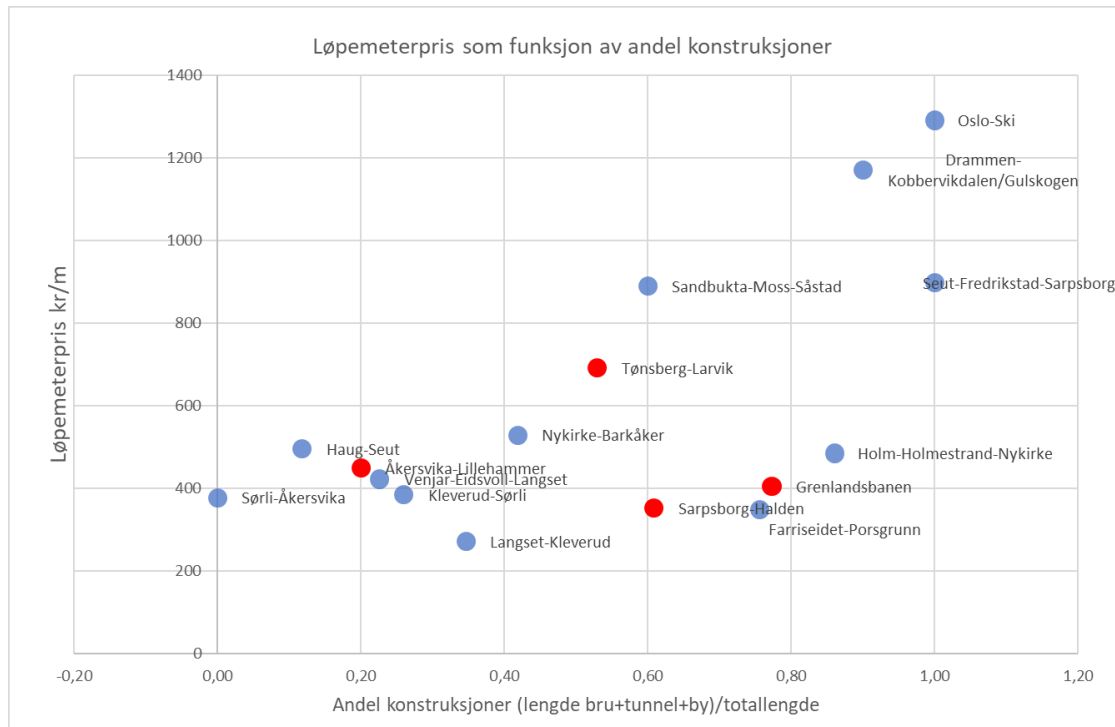
Sammen med kostnadsestimatet skal det også foreligge en sammenstilling som viser hvordan kostnadsestimatet ligger i forhold til faktisk kostnad ved andre lignende (gjennomførte) prosjekter.

Hensikten er å gjøre en overordnet rimelighetsvurdering av kostnadsestimatet. Om man mangler direkte sammenlignbare prosjekter på totalkostnadsnivå skal man dele opp prosjektet i mindre kostnadselementer for lettere å finne sammenlignbare elementer. Under er et eksempel på en rimelighetsvurdering, hvor ligger vårt prosjekt i en slik graf?

Eksempel: Etter å ha satt sammen et estimat for en ny strekning med bruk av relevante byggeklosser og korreksjonsfaktorer kan totalkostnaden plottes inn i et diagram med gjennomførte prosjekter. Still spørsmål: Bekrefter sammenlikningen med andre prosjekter at estimatet er riktig? Eller ligger estimatet utenfor kostnaden av sammenlignbare prosjekter? Burde korreksjonsfaktorene vært brukt annerledes? Har vi «belter og bukseseler»? Eller har vi ikke reflektert kompleksitet i tilstrekkelig grad?

Rimelighetsvurderingen kan medføre at valg av byggeklosser og bruk av korreksjonsfaktorer må vurderes på nytt.

Det bør avklares med oppdragsleder hvor mye ressurser og tid som skal avsettes til å utarbeide rimelighetsvurderingen.



Figur 9 Eksempel på rimelighetsvurdering, hvor ligger vårt prosjekt i en slik graf?

### 3.3.2 Sensitivitetsanalyse

Det gjennomføres en sensitivitetsanalyse for å vurdere effekten av at forutsetninger som er lagt til grunn for analysen endres. I tidligfase av en utredning kan mange «forutsetninger» bli endret under generell modning og videre definering av tiltaket. En sensitivitetsanalyse vil kunne gi rask tilbakemelding om hvordan endrede forutsetninger kan endre kostnadsestimatet.

Eksempel: I forbindelse med utredning av ny godsstrategi er det lagt til grunn at godstog er 600 m lange og dette gir mulighet for utnyttelse av eksisterende kryssingsspor og stasjonsområder. Hvor følsom er kostnadskalkylen for at forutsetningen endres og at godstog i fremtiden skal kunne være 740 m. Når kan en endring av godsstrategi innføres og hvilke merkostnader er knyttet til lengre godstog. Resultatene kan sammenstilles i en tabell som viser kostnadsestimatene for de to alternativene.

### 3.3.3 Kostnadsspenn

Når basiskostnaden foreligger, og rimelighetsvurdering og sensitivitetsanalyse er gjennomført, kan kostnadsspennet beregnes. Kostnadsspennet beregnes ved usikkerhetsanalyse eller ved beregninger fra tabellen under. Det er opp til oppdragsleverandør/prosjekteier å stille krav til eventuelle usikkerhetsanalyser. Kostnadsspennet beregnes med utgangspunkt i forventet nøyaktighetsgrad i

de to estimatklassene, som videre benyttes for å beregne forventet tillegg. Se kapittel 3.3.4 for beregning av forventet tillegg.

|                 | Prosjektmodenhet | Bruksområde for estimatet      | Metode   | Forventet nøyaktighetsgrad | Forventet tillegg på basiskostnaden |
|-----------------|------------------|--------------------------------|--|----------------------------|-------------------------------------|
| <b>Klasse 5</b> | Veldig lav       | NTP<br>Strategiske utredninger | Analog estimering (Parametrisk estimering)               | Lav: - 30 %<br>Høy: +60 %  | 12 %                                |
| <b>Klasse 4</b> | Lav              | KVU<br>Regional Plan Utredning | Parametrisk estimering (Analog på elementer av tiltaket) | Lav: - 20 %<br>Høy: +40 %  | 8 %                                 |

Tabell 5 Klassifiseringsmatrise for kostnadsestimater inklusive forventet tillegg

Den lave verdi for forventet nøyaktighetsgrad (-30 % for klasse 5) multipliseres med basiskostnaden for å angi den lave verdien i kostnadsspennet og den høye verdien (+60% for klasse 5) multipliseres med basiskostnaden for å angi den høye verdien i kostnadsspennet. Se tabellen under for eksempel.

|          | Basiskostnad inkl. korreksjonsfaktor | Lav verdi                   | Høy verdi                   | Kostnadsspenn |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|
| Klasse 5 | 140                                  | $140 * (100 - 30 \%) = 98$  | $140 * (100 + 60 \%) = 210$ | 98 - 224      |
| Klasse 4 | 140                                  | $140 * (100 - 20 \%) = 112$ | $140 * (100 + 40 \%) = 196$ | 112 - 196     |

Tabell 6 Eksempel på kostnadsspenn

Ved uvanlig høye eller lave usikkerhetsvurderinger kan de forventede intervallene henholdsvis over eller underskrides. Bakgrunnen for lavere eller høyere nøyaktighet enn standard angivelse for en prosjektfase bør dokumenteres spesielt.

Kostnadsspennet tar høyde for vesentlige hendelser eller forhold som kan endre kostnadsbildet i prosjektet, som f.eks.:

- Store avvik i grunnforhold
- Kontraktstrategi er ikke valgt.
- Markedsusikkerhet, forskjell i konjunkturer i analysetidspunktet og kontraheringstidspunktet
- Reguleringsprosesser og kommunale tillegg/krav kan endre linjetrasé, andel dagsone,

tunnel og bruer, etc.

- Tilgrensende prosjekter som forutsettes gjennomført for å oppnå ønsket nytte. (Krafttilførsel/transformator utbygging, følgekostnader til andre prosjekter?)
- Teknologit utvikling som signalanleggkostnader, krav til mobildekning langs traseen etc.
- Valutakurssvingninger

Det vil alltid være noe restusikkerhet utover kostnadsspennet. Det er ikke mulig å nå 100 % sikkerhet mot overskridelse, derfor velger man å sitte igjen med en restusikkerhet i prosjektet. Som eksempler på restusikkerhet i jernbanesektoren i moderne tid kan nevnes: Condotte-konkursen på Follobanen og tettingen med Rhoca-Gil i Puttjern på Gardermobanen.

### 3.3.4 Forventet kostnad

Ved parametrisk estimering skal alltid forventet tillegg beregnes, mens det ved analog estimering må gjøres en vurdering av hvorvidt forventet tillegg skal legges på kostnadsestimatet. Estimerer basert på virkelige gjennomførte prosjekter inkluderer forventet tillegg, og det er derfor ikke alltid nødvendig å legge til et forventet tillegg.

Når det ikke gjennomføres usikkerhetsanalyse benyttes det sjablongmessige alternativet. Dette alternativet er basert på forventet skjevhet i kostnadsspennet og trinnvis kalkulasjon av forventet kostnad (8). Forventet tillegg er effekt av en mer pessimistisk enn optimistisk vurdering av estimatusikkerhet i kostnadskalkylen og effekten av hendelser/usikkerhetsdrivere som kan påvirke prosjektet.

Formelen for forventet kostnad er som følger:

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

Trinnvis kalkulasjon for forventet kostnad gir et tillegg på 12 % i klasse 5 og 8 % for klasse 4, ref.

Tabell 5 Klassifiseringsmatrise for kostnadsestimater inklusive forventet tillegg. Å gjennomføre usikkerhetsanalyse vil alltid trumfe slike sjablongmessige beregninger.

Tabellen under viser Jernbanedirektoratets faktor for estimerer i klasse 5 og 4, og angir forventet tillegg og forventet kostnad for eksempelet i Tabell 6

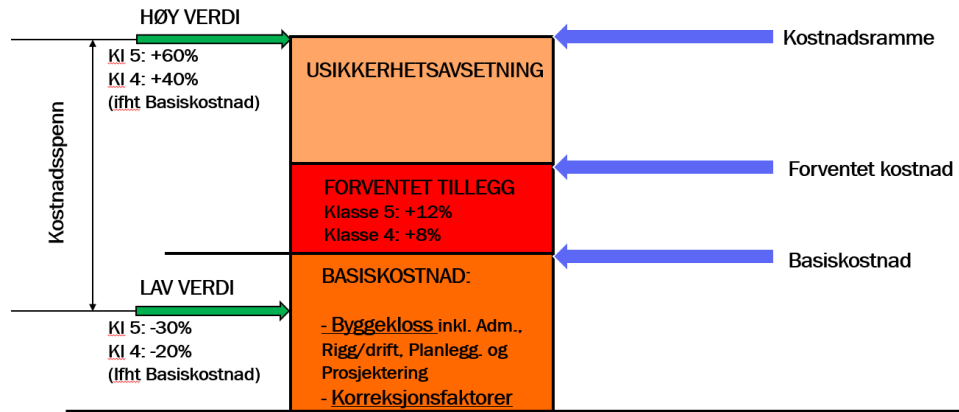
| Klasse   | Forventet tillegg | Forventet tillegg eksempel | Forventet kostnad eksempel |
|----------|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| Klasse 5 | 12 %              | 140 * 12 % = 16,8          | 140 + 16,8 = 156,8         |
| Klasse 4 | 8 %               | 140 * 8 % = 11,2           | 140 + 11,2 = 151,2         |

Tabell 7 Eksempel på beregning av Forventet tillegg

Byggekløssene baserer seg på gjennomførte prosjekter og erfaringstall og man forutsetter derfor at de også i noen grad reflekterer typisk usikkerhet som i kvantitative usikkerhetsanalyser vil fremkomme som forventet tillegg.

Forventet tillegg er effekt av mer pessimistisk enn optimistisk vurdering av estimatusikkerhet i kostnadskalkylen og effekten av hendelser/usikkerhetsdrivere som kan påvirke prosjektet.

En oppsummerende figur av kostnadsestimatet er som følger:



Figur 10: Kostnadsestimatets oppbygning

## 3.4 Kvalitet og kommunikasjon

### 3.4.1 Kvalitetssjekk og sidemannskontroll

Kostnadsestimater i Jernbanedirektoratet sammenheng skal alltid kontrolleres av en sidemann og kvalitetssjekkes. Om en ekstern rådgiver har fått i oppgave å utarbeide et kostnadsestimat i sitt oppdrag fra Jernbanedirektoratet, eller om Jernbanedirektoratet selv gjør et kostnadsestimat i tidligfase skal en «uavhengig» person/sidemann gå gjennom estimatet med forutsetninger og resultater. En slik gjennomgang skal dokumenteres. Under er en sjekkliste som kan benyttes som et utgangspunkt for en slik kontroll.

| Spørsmål  | Ja/Nei |
|---|--------|
| Representerer kostnadsestimatet de komplette investeringskostnadene, både de direkte og indirekte kostnadene?                     |        |
| Er alle viktige forutsetninger og eventuelle avgrensninger klart dokumentert?   |        |
| Er kostnadsestimatet utarbeidet med utgangspunkt i Jernbanedirektoratet sin estimeringsprosess?                                   |        |
| Er estimeringen gjennomført av personer med erfaring innen kostnadsestimering?  |        |
| Er estimeringen gjennomført av personer med bred erfaring fra denne typen prosjekter?   |        |
| Foreligger det dokumenterte og klare krav til nøyaktighet for kostnadsestimatet?  |        |
| Er nøyaktigheten på kostnadsestimatet tilpasset den beslutning som skal tas i de ulike prosjektfaser?                             |        |
| Henger nøyaktigheten på kostnadsestimatet sammen med hvor godt prosjektet er definert og den tilhørende tekniske dokumentasjonen? |        |
| Er estimatet bygget opp iht. Jernbanedirektoratets krav?  |        |

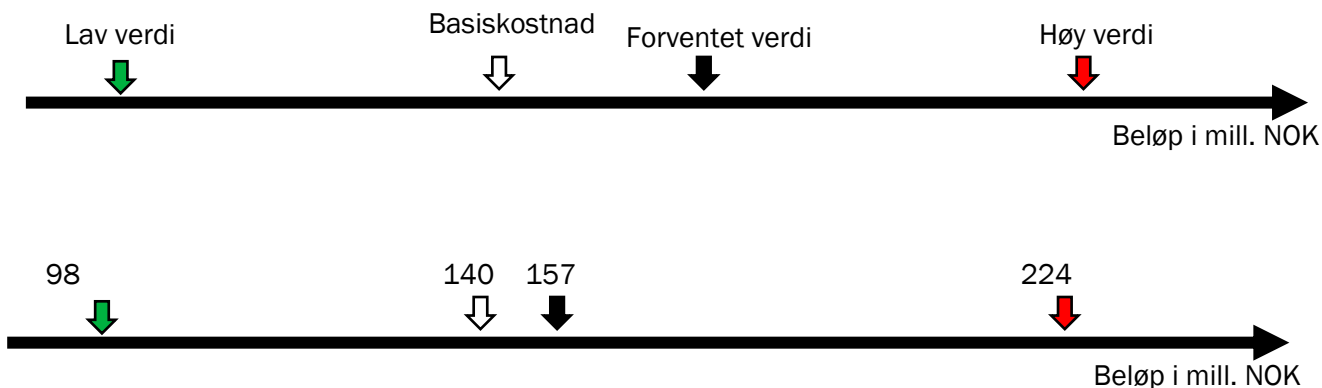
| Spørsmål  | Ja/Nei |
|---|--------|
| Er estimatet basert på relevante og dokumenterte erfaringsdata som er korrigert i forhold til prosjektets omgivelser?   |        |
| Foreligger det gode, transparente og entydige beskrivelser av innholdet i de enkelte poster, slik at det er full sporbarhet mellom estimator sine vurderinger og kostnadsestimatet? |        |
| Hvis det har vært ulike bidragsyttere til enkeltpostene i kostnadsestimatet, har estimator hatt en felles oppfatning av beregning av usikkerhet/korreksjonsfaktorer?                |        |
| Er kostnadsestimatet kontrollert av prosjektuavhengig part? (sidemannskontroll e.l.)  |        |
| Er kostnadsestimatet og tilhørende dokumentasjon formalisert i form av et eget dokument som er godkjent av prosjektleder/estimatansvarlig?  |        |

Tabell 8 Sjekkliste for kostnadsestimater i Jernbanedirektoratet regi

### 3.4.2 Kommunikasjon

Når kostnadsestimeringen er gjennomført og estimatet er kvalitetssjekket og dokumentert tilfredsstillende, skal estimatet godkjennes av prosjektleder. I forbindelse med godkjenning av estimatet er det viktig at det sjekkes opp mot målene i oppdraget.

Ved presentasjon av kostnadsestimater er det viktig å sette søkelys på *spennet* i kostnadsestimatet for å tydeliggjøre usikkerheten, dette innebærer at man skal presentere de høye og lave verdier sammen med Basiskostnaden og Forventet verdi for prosjektet, se under for hvordan det kan presenteres enkelt og visuelt. Se under for illustrasjon og eksempel.



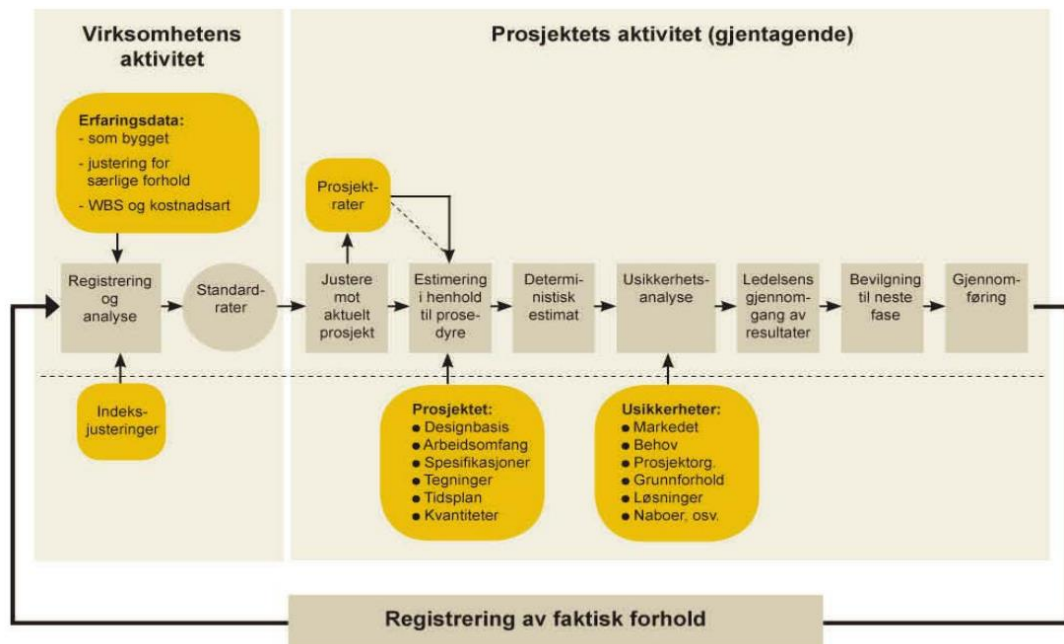
Selv om det ikke foreligger en usikkerhetsanalyse, er det viktig å kommunisere beslutningsgrunnlaget sammen med de antatt største usikkerhetene og sentrale forutsetninger gjort i estimatet.



## 4 Erfaringstilbakeføring til Jernbanedirektoratet

Som et ledd i å vedlikeholde prisdatabasen på byggeklossene vil Jernbanedirektoratet jevnlig utgi oppdaterte prislister på byggeklosser med indekserte verdier og eventuelt nye byggeklosser dersom de er tilgjengelig– dette for å bidra til høynet kvalitetsnivå på erfaringsdata tilgjengelig for fremtidige prosjekter.

Jernbanedirektoratet planlegger jevnlig avtale møter med kollegaer innen estimeringsfaget hos Bane NOR, personer i stab for prosjektgjennomføring i utbygging, for å kunne avstemme hvilke forventninger Jernbanedirektoratet har i forhold til erfaringstilbakeføring fra de aktuelle prosjektene. En slik erfaringstilbakeføring av virkelige kostnader er viktig for at kostnadsdatabasen til enhver tid skal være oppdatert og illustrasjonen under er hentet fra Finansdepartementets veileder fra 2008, men prinsippet er fortsatt viktig.



Figur 11 Estimeringsprosess fra Finansdepartementets veileder

## Vedlegg A. Forkortelser

Tabell over forkortelser benyttet i dokumentet.

| Forkortelse | Beskrivelse  |
|-------------|--|
| AACEI       | The Association for the Advancement of Cost Engineering- International   |
| KS1         | Kvalitetssikring 1 i kvalitetssikringsregime til Finansdepartementet. Omhandler kvalitetssikring av Konseptutvalgsutredning (KVU) og anbefaling av konsept for videreføring til forprosjekt.                           |
| KS2         | Kvalitetssikring 2 i kvalitetssikringsregime til Finansdepartementet. Omhandler kvalitetssikring av forprosjekt herunder kostnadsestimat og styringsgrunnlag for videre planlegging, samt anbefaling om gjennomføring. |
| KVU         | En statlig, faglig utredning for et byområde, en lengre strekning eller et stort prosjekt (større enn 750 mill. kr)  |

## Vedlegg B. Dokumentasjon av kostnadsestimatet

### **Hensikt**

Her beskrives kort hensikten med kostnadsestimatet og hva det skal brukes til.

### **Prosjektbeskrivelse**

Kort beskrivelse av prosjektet og prosjektets omfang.

### **Estimatklasse**

Beskrive hvilke leveransekrav man har basert seg på, dette vil gi en status på leveransene – og deretter konkludere med hvilken estimatklasse estimatet p.t. har (hhv. Klasse 4 og 5.)

### **Metode**

Beskrivelse av hvilke estimeringsmetoder de ulike delene av kostnadsestimatet er blitt bygget opp av. Hvilke historiske data er benyttet og hvilke prosjekter er benyttet i benchmarking/rimelighetsanalysen

### **Teknisk og annet grunnlag**

Hvilket grunnlag er benyttet for kostnadsestimatet, inkludert versjon/utgave (datert) og kvalitet på grunnlaget. Som et minimum må følgende grunnlag kommenteres (ref. kapittel 3.2.1):

- Prosjektbeskrivelse med hovedelementer
- Samsvar med Nasjonal Transportplan
- Lokasjon og landskapsforhold
- Geologiske data
- Konseptvalgutredning (KVU)
- Kvantiteter/størrelser/kapasiteter/lengder/arealer
- Byggekløsspriser ferdig indeksert til gjeldene år, evt. hybrider av byggeklosser, eller annet prisgrunnlag etter behov
- Tilbudskonsept med tilhørende kapasitetsvurderinger (der det er aktuelt)
- Rutemodell (der det er aktuelt)

### **Forutsetninger og Avgrensninger**

Beskriv kort om forutsetninger og avgrensninger som er benyttet ved beregningen. Noen eksempler på forutsetninger og avgrensninger kan være valutakurs, tilgrensende prosjekter som ikke er inkludert osv.

### **Avvik fra standard estimeringsprosess**

Om det er noen avvik fra standard estimeringsprosessen eller kravene som er beskrevet i Jernbanedirektoratets krav til kostnadsestimering skrives det ned her.

### **Risiko, muligheter og forventet tillegg**

En kort oppsummering av usikkerheten i prosjektet/tiltaket, selv om det ikke er gjennomført noen usikkerhetsanalyse.

### **Kvalitetssikring**

Beskriv hvordan kvalitetssikringen av estimatet er utført og om det er behov for ytterligere kvalitetssikring/gjennomgang.

## Vedlegg C. Klasse 5 estimater

Klasse 5 estimater utarbeides på svært begrenset grunnlag, og har dermed brede usikkerhetsspenn. De fremstilles på kort tid og med liten ressursinnsats. Ofte er det bare angitt omtrentlige kapasiteter, jernbane konsepter og alternative ruter i storskalakart.

### ***Nøkkeldata og Mål***

Anslått kapasitet eller belastnings faktor, generell design og teknologi konsepter og rutekonsepter som er avtalt med sentrale interessenter.

### ***Sluttbruk***

Klasse 5 estimater utarbeides når man ønsker prosjekter/tiltak «ideomtalt» i Nasjonal Transport Plan (siste 8-års periode), rutemodeller, tilbudskonsepter, jernbanestrategidokumentet og andre strategiske utredninger for ulike formål i Jernbanedirektoratet. Vil også være hensiktsmessig å benytte ifm. Perspektivanalysen og Jernbanestrategidokumentet (frem mot 2050) eller i en silingsfase ifm. KVV.

### ***Beregningsmetoder***

Klasse 5 estimater bruker generelt analogiske og faktor/parametriske modelleringsteknikker.

### ***Forventet nøyaktighet***

Nøyaktighetsgraden for Jernbanedirektoratet sine estimater i klasse 5 er fra -30% på den lave siden, og til + 60% på høye side, avhengig av teknisk grunnlag og referanseinformasjon. Båndene kan overstiges, hvis det er uvanlige risikoer, inkludert volatile interessenter og politiske situasjoner.

## Vedlegg D. Klasse 4 estimater

Klasse 4 estimater er utarbeidet basert på noe mer, men fortsatt veldig begrenset informasjon og har følgelig også noe bredt nøyaktighetsbånd. De brukes vanligvis til evaluering og valg av konsept, og foreløpig budsjett godkjenning. I denne fasen vil man typisk også omfatte følgende for flere alternativer: jernbane lastfaktor, foreløpig jernbane design og geometri, rute topografisk kartlegging med luftfotografering, foreløpig struktur identifisert.

### **Nøkkeldata og Mål**

Foreløpig vei eller jernbane design og geometri, rutekorridorer (traseer) definert

### **Sluttbruk**

Klasse 4 estimater utarbeides for prosjektutvalgelse i mer utviklede stadier, KVUer, bekreftelse av økonomiske gjennomførbarhet, og budsjett godkjenning for å fortsette til neste fase. Vanligvis er det bare ett hoved konsept videreført for neste fase (og klasse 3 estimat).

### **Beregningsmetoder som brukes**

Klasse 4 estimater bruker som oftest faktor/parametriske modelleringsteknikker slik som justerte brutto enhetskostnader (kostnad / lengde) med justering for spesifikke designelementer eller omtrentlig enhets kostnader for store strukturer.

### **Forventet nøyaktighet**

Nøyaktighetsgraden for Jernbanedirektoratet sine klasse 4 estimater er fra -20% på den lave siden, til +40% på det høye side, avhengig av teknisk grunnlag og referanseinformasjon. Også her kan båndene overstiges dersom det er uvanlige risikoer.

## Vedlegg E. Oppbygging av kostnadsestimater i Jernbanedirektoratet

Oppbygging av kostnadsestimater i tidligfase hos Jernbanedirektoratet, sammenlignet med Finansdepartementets veileder.

| Class 5              |  |
|----------------------|--|
| Estimat              | Store deler av estimatet basert på lignende analoge prosjekter eller byggeklosser.   |
| Eskalering           | Inkludert som en del av estimatet over   |
| Uspesifisert         | En del av estimatet over   |
| Korreksjonsfaktor    | Korreksjonsfaktorer-som tar hensyn til f.eks.:<br>1. Umodent omfang<br>2. Interessenter (kommuner, direktorater, naboer m.fl.)<br>3. Naturgitte forhold som topografi og grunnforhold.<br>4. Nærføring og kompleksitet i trafikkavvikling.<br>5. Eksisterende bebyggelse og infrastruktur.<br>6. Tilkomst, adkomst/tilgjengelighet (mht. rigg etc) |
| <b>Basiskostnad</b>  | <b>Basiskostnad</b>  |
| Forventet tillegg    | Enten et sjablongmessig tillegg på opptil 12 %, eller gjennomføre en usikkerhetsanalyse for å oppnå Forventet kostnad  |
| Forventet kostnad    | Forventet sluttkostnad   |
| Usikkerhetsavsetning | Usikkerhetsavsetning og kostnadsramme er ikke hensiktsmessig i denne fasen   |
| Kostnadsramme        |  |

Figur 13 Oppbygging av kostnadsestimater i tidligfase hos Jernbanedirektoratet – klasse 5

| Class 4              |  |
|----------------------|--|
| Estimat              | Estimatet stort sett basert på parametriske byggeklosser og analoge erfaringstall.   |
| Eskalering           | Inkludert som en del av estimatet over   |
| Uspesifisert         | En del av estimatet over   |
| Korreksjonsfaktor    | Korreksjonsfaktorer-som tar hensyn til f.eks.:<br>1. Umodent omfang<br>2. Interessenter (kommuner, direktorater, naboer m.fl.)<br>3. Naturgitte forhold som topografi og grunnforhold.<br>4. Nærføring og kompleksitet i trafikkavvikling.<br>5. Eksisterende bebyggelse og infrastruktur.<br>6. Tilkomst, adkomst/tilgjengelighet (mht. rigg etc) |
| <b>Basiskostnad</b>  | <b>Basiskostnad</b>  |
| Forventet tillegg    | Enten et sjablongmessig tillegg på 8 %, eller gjennomføre en usikkerhetsanalyse  |
| Forventet kostnad    | Forventet sluttkostnad   |
| Usikkerhetsavsetning | Usikkerhetsavsetning og kostnadsramme er ikke hensiktsmessig i denne fasen.  |
| Kostnadsramme        |  |

Figur 12 Oppbygging av kostnadsestimater i tidligfase hos Jernbanedirektoratet - klasse 5

## Vedlegg F. Referanser

- (1) Total Cost Management Framework, An Integrated Approach to Portfolio, Program, and Project Management av John K. Hollmann.
- (2) Rundskriv- Statens prosjektmodell - Krav til utredning, planlegging og kvalitetssikring av store investeringsprosjekter i staten- fra FIN til departementer og SMK, datert mars 2019
- (3) AACEI RP No. 98R-18. Cost estimate classification system – as applied in engineering, procurement, and construction for the road and rail transportation infrastructure industries.
- (4) Verdistyrt prosjektutvikling, 2019, Metier OEC
- (5) United States Government Accountability Office (GAO) Cost Estimating and Assessment Guide
- (6) Finansdepartementets veileder nr. 2 «Felles begrepsapparat KS2»
- (7) AACEI RP No. 34R-05 basis of estimate.
- (8) Concept Rapport 11. Usikkerhetsanalyse - Modellering, Estimering og beregning
- (9) Rundskriv - Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser fra FIN til departementer og SMK, datert april 2019