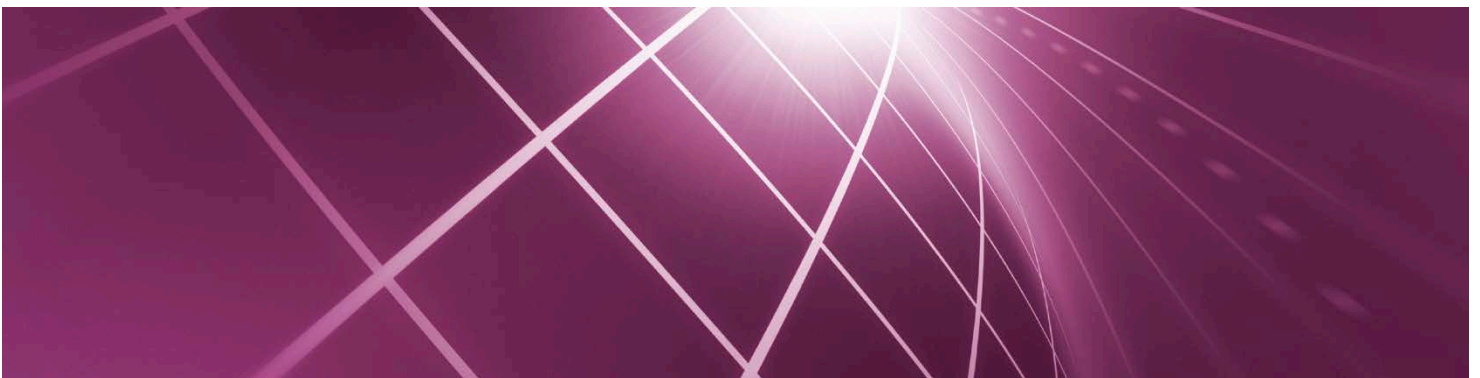


# Kvalitetssikring av investeringskostnadene ved ulike traséalternativ for bybane til Åsane

Oppdragsgiver: Hordaland Fylkeskommune v/ Samferdselsavdelinga

Dato: 8. april 2014



## SAMMENDRAG

Bybanen er en del av Bergensprogrammet for transport, byutvikling og miljø. Første byggetrinn fra sentrum til Nesttun ble ferdigstilt i juni 2010 og andre byggetrinn videre til Lagunen ble åpnet i 2013. Byggetrinn 3 videre til Flesland hadde byggestart i 2013 og er planlagt fullført i 2016.

Neste byggetrinn (4) er ønsket fra sentrum via Sandviken, NHH, Åsane og til Vågsbotn. I en Konsekvensutredning (2013) og i tilleggskdokumenter (Oppsummeringsrapport 2014) er totalt 11 mulige traséalternativer for dette byggetrinnet kostnadsestimert.

Hordaland fylkeskommune som byggherre for Bybanen har ønsket å få gjennomført en ekstern kvalitetssikring av disse investeringskostnadene. Terramar og COWI ble tildelt oppdraget og har gjennomført kvalitetssikringen i perioden februar - april 2014. Kvalitetssikringen dekker kun en vurdering av investeringskostnadene (inkl. usikkerhet) og dekker ikke driftskostnader, nytte eller om andre alternativer burde vært vurdert.

Kvalitetssikringen er basert på at alle priser er oppgitt i 2012-priser for å kunne sammenlikne med tidligere utredninger. Tallene som presenteres i denne rapporten inneholder mao ikke prisstigning fra 2012 og til gjennomføringsperioden.

Kvalitetssikringen inkluderer ikke kostnader knyttet til opprusting av gater i sentrum, sykkelløsninger (utover der sykkelløsning ligger i samme gate som bane) og Bymiljøtunnel.

Ekstern kvalitetssikrer (EKS) har gjennomgått alle kalkyler mhp mengder og enhetspriser. Overordnet vurderer EKS prosjektets kalkyler som dekkende, men kvalitetssikringen har revidert noen mengder og enhetspriser og prissatt elementer som var uteglemt. I tillegg mener EKS at kalkylepostene i prosjektets kalkyler burde vært bedre beskrevet.

EKS vurderer prosjektets usikkerhetsvurderinger av investeringskostnadene som snevre og ikke dekkende for det reelle usikkerhetsbildet som foreligger i en slik tidligfase av prosjektet.

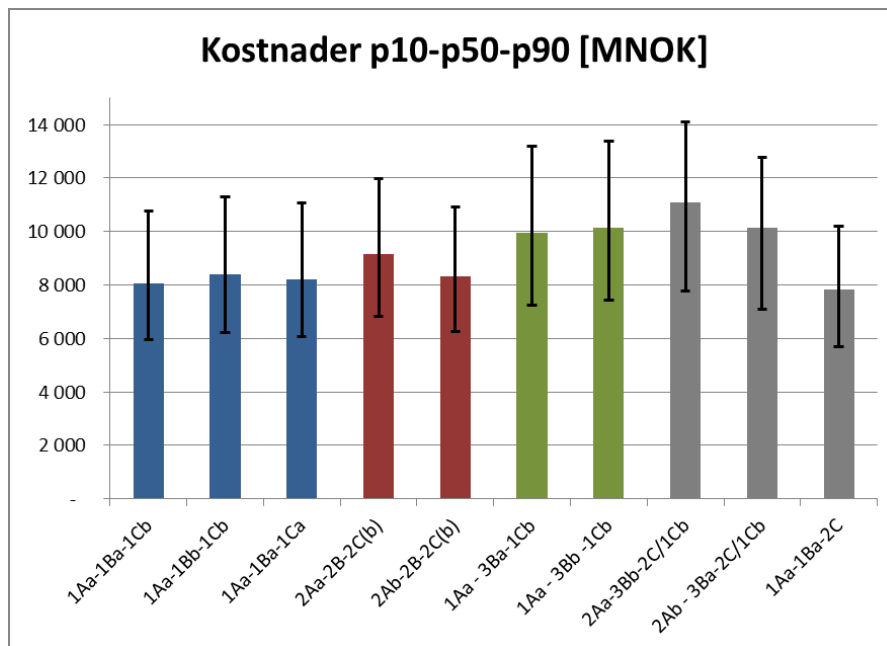
Basert på reviderte kalkyler og usikkerhetsvurderinger har EKS gjennomført en usikkerhetsanalyse av alle alternativer. Analysen viser at det er betydelig kostnadsforskjell mellom de ulike traséalternativene der 50/50-verdien varierer mellom 7,8 og 11,1 milliarder kroner. Tabellen og figuren under viser forskjellene i investeringskostnader for de ulike alternativene, med usikkerhetsspenn:

| Alternativ       | MNOK  |        |        |
|------------------|-------|--------|--------|
|                  | p10   | p50    | p90    |
| 1Aa-1Ba-1Cb      | 5 900 | 8 100  | 10 700 |
| 1Aa-1Bb-1Cb      | 6 200 | 8 400  | 11 100 |
| 1Aa-1Ba-1Ca      | 6 000 | 8 200  | 10 900 |
| 2Aa-2B-2C(b)     | 6 800 | 9 200  | 11 900 |
| 2Ab-2B-2C(b)     | 6 200 | 8 300  | 10 800 |
| 1Aa - 3Ba-1Cb    | 7 300 | 10 000 | 13 200 |
| 1Aa - 3Bb - 1Cb  | 7 400 | 10 100 | 13 400 |
| 2Aa-3Bb-2C/1Cb   | 8 000 | 11 100 | 14 600 |
| 2Ab - 3Ba-2C/1Cb | 7 400 | 10 100 | 13 400 |
| 1Aa-1Ba-2C       | 5 800 | 7 800  | 10 400 |

*P10 er en optimistisk verdi som kan oppnås i 1 av 10 tilfeller*

*P90 er en pessimistisk verdi som kan oppnås i 1 av 10 tilfeller*

*P50 har like stor sannsynlighet for å bli overskredet som underskredet*



I tabell og figur er det brukt følgende farger:

- Blå: Kun dagløsninger hele strekningen
- Rød: Kun tunnellsøsninger hele strekningen
- Grønn: Dagleøsning hele strekningen, med forlengelse av Fløyfjellstunnelen
- Grå: Kombinasjonsløsninger

## INNHold

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Sammendrag .....</b>                                        | <b>2</b>  |
| <b>1 Innledning .....</b>                                      | <b>7</b>  |
| 1.1 Kort om prosjektet .....                                   | 7         |
| 1.2 Kort om kvalitetssikringen.....                            | 7         |
| 1.3 Kort om kvalitetssikrerne .....                            | 8         |
| 1.4 Gjennomføring av oppdraget.....                            | 8         |
| 1.5 Forutsetninger for kvalitetssikringen .....                | 9         |
| 1.6 Uavhengighet .....                                         | 11        |
| <b>2 Beskrivelse av traséalternativene.....</b>                | <b>12</b> |
| 2.1 Innledning.....                                            | 12        |
| 2.2 Delområder .....                                           | 12        |
| 2.3 Gjennomgående hovedalternativer .....                      | 12        |
| 2.4 Alternativer som er kostnadsberegnet .....                 | 13        |
| 2.5 Vurderte alternativer .....                                | 16        |
| <b>3 Prosjektets Anslagsberegninger .....</b>                  | <b>18</b> |
| 3.1 Kort om Anslag .....                                       | 18        |
| 3.2 Prosjektets Anslagsprosess .....                           | 18        |
| 3.3 Prosjektets usikkerhetsdrivere.....                        | 19        |
| 3.4 EKS vurdering av anslagsprosessen.....                     | 19        |
| <b>4 Ulike typer usikkerhet / metode.....</b>                  | <b>21</b> |
| 4.1 Typer usikkerhet.....                                      | 21        |
| 4.2 Kvantifisering av usikkerhet .....                         | 21        |
| 4.3 Modell/rammeverk .....                                     | 22        |
| <b>5 Kvalitetssikring av mengder og priser .....</b>           | <b>23</b> |
| 5.1 Innledning.....                                            | 23        |
| 5.2 Fellessamling og møter .....                               | 23        |
| 5.3 Totale trasélengder og fordeling mellom baneløsninger..... | 23        |
| 5.4 Grunnarbeider.....                                         | 24        |
| 5.5 Baneteknisk utstyr.....                                    | 27        |

|          |                                                                     |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.6      | Veg og trafikk.....                                                 | 29        |
| 5.7      | Konstruksjoner .....                                                | 31        |
| 5.8      | Støy.....                                                           | 32        |
| 5.9      | Andre tiltak.....                                                   | 32        |
| 5.10     | Byggherrekostnader .....                                            | 33        |
| 5.11     | Grunnerverv .....                                                   | 33        |
| 5.12     | Endringer i basiskalkyler.....                                      | 34        |
| <b>6</b> | <b>Kvalitetssikrers usikkerhetsfaktorer .....</b>                   | <b>36</b> |
| 6.1      | Innledning.....                                                     | 36        |
| 6.2      | Kvantifisering av usikkerhetsfaktorer.....                          | 36        |
| 6.3      | Prosjektmodenhet.....                                               | 37        |
| 6.4      | Offentlige behandlingsprosesser.....                                | 39        |
| 6.5      | Grensesnitt og avhengigheter mot andre tiltak og interessenter..... | 40        |
| 6.6      | Markedsusikkerhet.....                                              | 41        |
| 6.7      | Prosjektorganisasjon og ressurser.....                              | 42        |
| 6.8      | Kompleksitet i gjennomføringsfasen.....                             | 43        |
| 6.9      | Trafikkavvikling.....                                               | 44        |
| 6.10     | Kvantifisering av usikkerhetsfaktorer.....                          | 45        |
| <b>7</b> | <b>Resultater .....</b>                                             | <b>46</b> |
| 7.1      | Innledning.....                                                     | 46        |
| 7.2      | Resultattabell .....                                                | 46        |
| 7.3      | S-kurver .....                                                      | 48        |
| 7.4      | Bidrag til usikkerhet.....                                          | 48        |
| 7.5      | Drøfting av resultater .....                                        | 50        |
| <b>8</b> | <b>Underlag for kvalitetssikring .....</b>                          | <b>51</b> |
| 8.1      | Dokumenter .....                                                    | 51        |
| 8.2      | Andre underlag.....                                                 | 52        |
|          | <b>Bilag .....</b>                                                  | <b>53</b> |

**Oversikt over bilagene til rapporten**

- Bilag 1 Møter og deltakere
- Bilag 2 Detaljer om estimatusikkerhet (unntatt offentlighet, jfr. Offentleglova § 23)
- Bilag 3 Detaljer om usikkerhetsdrivere
- Bilag 4 Detaljerte resultater

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Kort om prosjektet

Bybanen er en del av Bergensprogrammet for transport, byutvikling og miljø. I desember 2002 behandlet Stortinget Stortingsproposisjon om Bergensprogrammet første gang, og ved Stortingets behandling av Bergensprogrammet i februar 2006 ble det bevilget midler til bygging av Bybanen mellom Bergen sentrum og Nesttun (byggetrinn 1). Utbyggingen startet i januar 2008 og dette første byggetrinnet ble åpnet i juni 2010. Andre byggetrinn videre til Lagunen ble åpnet i juni 2013. Byggetrinn 3 videre til Flesland hadde byggestart i august 2013 og er planlagt fullført i 2016.

Hordaland fylkeskommune er byggherre for Bybanen.

I desember 2009 la Hordaland fylkeskommune og Bergen kommune fram utredningen om et framtidig samlet bybanenett i Bergensregionen. Utredningen konkluderer med at etter bygging av Bybanen til Flesland, ønsker en å forlenge banen nordover slik at man får dekket sentrale områder i sentrum, i Sandviken, ved NHH og i Åsane. Bergen bystyre vedtok i februar 2012 at det skal utredes videreføring av Bybanen til Vågsbotn (byggetrinn 4).

I februar 2013 ble det ferdigstilt en konsekvensutredning (KU) for denne nye traséen, ref [1], etter en kort utredningsperiode med oppstart sommeren 2012. Konsekvensutredningen er å betrakte som en korridorutredning og med et detaljnivå på linje med en kommunedelplan. Konsekvensutredningen har vært på høring og dette medførte 16 tilleggsutredninger levert oktober 2013 [2]. Fylkesutvalget i Hordaland vedtok 31.10.2013 at tilleggsutredningene til KU er tilfredsstillende, ref. [19].

I KU er ulike alternativer for bybanetrasé utredet, og totalt 8 gjennomgående alternativer ble kostnadsestimert og foreslått for videre vurderinger. I januar 2014 ble ytterligere 3 alternativer kostnadsestimert, ref[4]. Bystyret i Bergen skal bestemme trasé. Etter denne beslutningen, skal endelig detaljering og planutforming gjøres i en egen prosess gjennom et reguleringsplanarbeid. Dette vil være det formelle plangrunnlaget for bygging av Bybanens byggetrinn 4.

### 1.2 Kort om kvalitetssikringen

Som beskrevet over, er totalt 11 gjennomgående alternativer kostnadsestimert for byggetrinn 4. Alternativene skiller seg vesentlig fra hverandre med tanke på traséer, løsninger og kostnader. Foreliggende investeringskostnader varierer mellom 5 400 og 7 000 MNOK (2012-priser).

Som underlag for endelig beslutning om trasé, har Hordaland fylkeskommune (som byggherre) bestilt en ekstern kvalitetssikring av investeringskostnadene knyttet til de ulike traséalternativene som er vist i KU og i senere oppsummeringsrapport.

Terramar og COWI (eksterne kvalitetssikrere - heretter kalt EKS) ble tildelt oppdraget og har vurdert løsninger, mengder, enhetspriser og kostnadsusikkerhet ved alle de aktuelle alternativene.

### 1.3 Kort om kvalitetssikrerne

**Terramar** ([www.terramar.no](http://www.terramar.no)) ble etablert i 1987 og er i dag et av landets ledende konsulentselskap innen prosjektledelse med over 60 ansatte. Selskapet tilbyr tjenester innen tre hovedområder:

- **Prosjektutvikling:**  
Tidligfasevurdering og beslutningsstøtte knyttet til operasjonalisering av vedtatte strategier.
- **Prosjektgjennomføring:**  
Ledelse og styring av komplekse prosjekter og programmer i tråd med avtalte mål og rammebetingelser.
- **Prosjektevaluering:**  
Kvalitetssikring og gjennomganger av prosjektforslag og prosjekter under gjennomføring.

Terramar har rammeavtaler med Finansdepartementet og Oslo Kommune for ekstern kvalitetssikring (KS1/KS2), og har rammeavtaler for usikkerhetsanalyser med bl.a. Jernbaneverket, Statnett, Statsbygg og Forsvarsbygg.

**COWI** ([www.cowi.no](http://www.cowi.no)) er et av Norges ledende rådgivende ingeniørselskap med over 1100 medarbeidere. COWI har ledende kompetanse innen teknikk, miljø og samfunnsplanlegging, basert på markedsområdene bygninger, industri og energi, miljø og samfunn, samferdsel og vann. Som en del av COWI-gruppen, med ca. 6200 medarbeidere, har COWI kompetanse og kapasitet til å sette sammen optimale team tilpasset det enkelte prosjektet.

Terramar og COWI har erfaring med samarbeid både i tidligere og pågående evalueringer og kvalitetssikringer.

### 1.4 Gjennomføring av oppdraget

Det er innført et kvalitetssikringsregime for store statlige investeringsprosjekter (> 750 MNOK), som gjennomgår prosjektene i to runder:

- **KS1:** Der kvalitetssikrer gjennomgår en Konseptvalgutredning (KVU) med tanke på prosjektutløsende behov, krav, strategi og en alternativanalyse. Kvalitetssikringen inngår som beslutningsunderlag for Regjeringens valg av alternativ/konsept.
- **KS2:** Der kvalitetssikrer gjennomgår forprosjekt for valgt alternativ med tanke på styringsdokument og valg av kontraktsstrategi, samt en usikkerhetsanalyse av investeringskostnadene. Kvalitetssikringen inngår som beslutningsunderlag når Stortinget vedtar gjennomføring av prosjektet, og prosjektet blir tildelt styrings- og kostnadsrammer basert på Kvalitetssikrers usikkerhetsanalyse.

For mer informasjon om kvalitetssikringsregimet, se: [www.concept.ntnu.no](http://www.concept.ntnu.no).

Terramar har hatt Rammeavtale med Finansdepartementet for gjennomføring av KS1/KS2 siden 2000, og foreliggende kvalitetssikring er bygd på relevante deler av dette regimet.



**Følgende hovedaktiviteter er gjennomført:**

- Oppstartsmøte med prosjektet (11. februar)
- Gjennomgang av prosjektdokumentasjon
- 3 dagers fellessamling med prosjektet (10.-12.mars)
  - Befaring langs aktuelle traséer
  - Gjennomgang av kalkyler: Mengder og enhetspriser
  - Drøfting av usikkerhetsdrivere
- Telefonmøter ang. grunnverv og med Statens Vegvesen (SVV)
- Oversendelse av utkast til innledende kapitler (26. mars)
- Modellering og intern drøfting av resultater
- Oversendelse av rapport-utkast og telefonkonferanse (3. april)
- Tilbakemeldinger fra prosjektet på rapport-utkast
- Presentasjon og overlevering av endelig rapport (8. april)

Se Bilag 1 for deltakere på møter og fellessamling.

## 1.5 Forutsetninger for kvalitetssikringen

Kvalitetssikringen er bygd på en del viktige forutsetninger.

- Kvalitetssikringen dekker kun investeringskostnadene for byggetrinn 4 slik disse er definert i Oppsummeringsrapporten [4]. Kvalitetssikringen dekker mao ikke andre sentrale egenskaper ved alternativene som driftskostnader, nytte etc. og det er heller ikke vurdert om andre alternativer burde vært inkludert.
- Kvaliteten i byggetrinn 4 antas i hovedsak å tilsvare Bybanens tidligere byggetrinn
- Kvalitetssikringen legger til grunn at prosjektet ikke blir underlagt større premissendringer. Eksempler på premissendringer som ikke er dekket kan være:
  - Større endringer av prosjektomfang
  - Større traséendringer
  - Store endringer i relevante lover og regelverk
  - Kun deler av byggetrinn 4 blir realisert (byggetrinnet blir delt i flere del-byggetrinn)
  - Prosjektet må dekke oppgradering av allerede eksisterende Fløyfjellstunnel (avhengig av alternativ)
- Hendelser med liten sannsynlighet og store konsekvenser (ekstremhendelser) medtas ikke i denne type kostnadsanalyser
  - Eksempler på ekstremhendelser er større ulykker under bygging og store lekkasjer i tunneler under bygging
- Usikkerhet ved bevilgninger er ikke inkludert
- Finansieringskostnader er ikke inkludert
- Alle kostnader beregnes uten mva.
- Valutausikkerhet er hensyntatt
  - Prosjektet innhenter priser i NOK

- o 10-15 % av basiskalkylen antas å være valutaeksponert (banetekniske poster)
  - o Relevant valuta for disse postene er EUR
- Prosjektets fremdrift:
  - o Anslagsrapporten er basert på byggestart i 2017, og antar byggetid på 3 år. Realismen i 3 års byggetid er ikke vurdert i denne analysen. Dette ansees ikke avgjørende for prosjektets investeringskostnader, med unntak av byggherrekostnader.
  - o Usikkerhet i fremdrift er ikke inkludert, da det antas at prosjektet ikke har en kritisk ferdigstillellesdato
  - o Det antas at de ulike alternativene ikke medfører signifikante forskjeller i framdrift, med unntak av avhengighet til utvidelse av Fløyfjellstunnelen da dette vil kreve en lengre gjennomføringstid
- Kontraksstrategi:
  - o Det antas at hovedkonseptene for kontraktstrategi brukt på andre byggetrinn også benyttes på byggetrinn 4:
    - Enhetspriskontrakter på anleggsarbeider
    - Totalentreprise på signaltekniske fag
- Sentrale avhengigheter
  - o Fløyfjellstunnelen i alternativ 3
  - o Trafikkplan for sentrum
- Sentrale grensesnitt
  - o E39 Åsane, Nyborgtunnelen
  - o Andre utbyggingsprosjekter langs linjen:
    - Utbyggings- og veiprojekter i Åsane (eks. Åsane sentrum og C-tomta)

### 1.5.1 Spesielt om prisnivå og prisstigning

Prisnivå i Anslag fra både 2013 og 2014 er i 2012-priser. Foreliggende rapport er også oppgitt i 2012-priser, og prisstigning etter dette er mao ikke inkludert. Prosjektets løpende kostnader vil derfor med stor sannsynlighet ligge høyere enn det som er presentert i denne rapporten. Det er vanlig å prognostisere prisstigning med relevante indekser fra SSB.

### 1.5.2 Spesielt om hva som ikke er inkludert

Oppsummeringsrapporten [4] drøfter og evaluerer ulike elementer som ikke er medtatt i Anslag. Dette gjelder følgende elementer som heller ikke er dekket av foreliggende kvalitetssikring:

- **Opprustning av gater i sentrum**

For dagalternativene ligger opprustning av byrom inne i kostnadene.  
For tunnelalternativene er det ikke medtatt opprustning av gater i sentrum.
- **Sykkelløsninger (utover samme gate som bane)**

I kostnadsoverslagene er løsningen for gang og sykkel kun tatt med der sykkelløsning er planlagt i samme gate eller banetversnitt som banen, eller må endres som følge av planlagt banetrasé.  
Dersom det skal etableres en sammenhengende gang/sykel-trasé fra Sentrum til Vågsbotn vil det påløpe kostnader som varierer betydelig avhengig av valgt bybaneløsning. I Oppsummeringsrapport Anslag [4] er tilleggskostnaden for G/S estimert til mellom 15 og 172 MNOK avhengig av alternativ. EKS har ikke vurdert

disse estimatene.

For enkelte av alternativene kan det i tillegg være krevende rent plassmessig å få etablert sykkelløsninger.

- **Bymiljøttunnel**

En mulig Bymiljøttunnel for avlastning av biltrafikk i sentrum er beskrevet i Tilleggsutredning til KU[2].

Kostnadene forbundet med en slik tunnel er i KU og av EKS ikke medtatt for noen av alternativene. Dette medfører en antakelse om at alle alternativ er gjennomførbare uten etablering av Bymiljøttunnelen, og EKS har ikke vurdert dette nærmere.

## 1.6 Uavhengighet

Kvalitetssikringen er gjennomført uten andre føringer fra oppdragsgiver enn det som fremgår av foregående delkapitler. De vurderinger og analyser som fremkommer i denne rapporten reflekterer EKS sin oppfatning av de foreliggende grunnlagsdokumentene, og har ikke vært gjenstand for påvirkning fra oppdragsgiver eller andre.

## 2 BESKRIVELSE AV TRASÉALTERNATIVENE

### 2.1 Innledning

De ulike traséalternativene er grundig beskrevet i KU [1]. I foreliggende rapport er det likevel valgt å inkludere et eget kapittel som kort beskriver alternativene slik at rapporten kan leses uten å måtte konsultere underlagsdokumentene.

Ved oppstart av arbeidet med KU ble det lagt vekt på å gå bredt ut i å vurdere mulige traséer for å sikre at gode løsninger ikke ble oversett. Gjennom en silingsprosess ble det konkludert med at 3 hovedalternativ vurderes videre. Disse kan kombineres på ulike måter. Det ble beregnet kostnader for 8 ulike kombinasjoner av alternativer. I oppsummeringsrapport Anslag, ref[4] ble 3 nye alternativer inkludert. Kvalitetssikringen dekke mao i utgangspunktet 11 ulike alternativer.

### 2.2 Delområder

Alle alternativene dekker 3 geografiske delområder:

| Betegnelse | Delområde | Strekningen                                                                              |
|------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| A          | Sentrum   | Mellom Nonneseter og Sandviken                                                           |
| B          | Sandviken | Sandviken til og med Eidsvåg. Her inngår også Fløyfjellstunnelen i noen av alternativene |
| C          | Åsane     | Nord for Eidsvåg via Åsane sentrale deler til Vågsbotn                                   |

Tabell 2-1 Oversikt over delområdene av traséalternativene

### 2.3 Gjennomgående hovedalternativer

Det er definert 3 gjennomgående hovedalternativer:

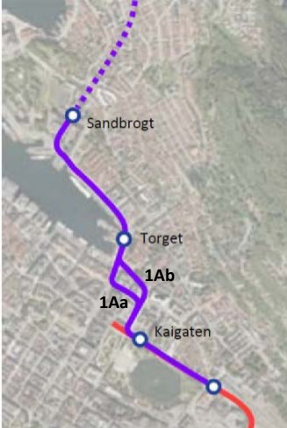

| Betegnelse | Alternativ                                   | Beskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Dagalternativet                              | Dagløsning i sentrum<br>Dagløsning i Sandviken<br>Dagløsning i Åsane<br>Inkluderer 15-16 holdeplasser, alle ute i dagen.                                                                                                                                                                                         |
| 2          | Tunnelalternativet                           | Lange tunnelstrekninger<br>I dagen ved NHH, Tertneskrysset, strekningen Åsane Terminal til Åsane Torg, Nyborg og Vågsbotn.<br>Inkluderer 12-13 holdeplasser, hvorav 4 bygges under bakken.                                                                                                                       |
| 3          | Dagalternativ med forlenget Fløyfjellstunnel | Alternativ 3 gjelder spesifikt for delområdet Sandviken. Forlengelse av Fløyfjellstunnelen frigjør areal til bybane, lokalveger og sykkelveg.<br>I analysen som fremlegges i KU kobles alternativet til dagalternativet (alternativ 1) i sentrum og i Åsane.<br>Inkluderer 15-16 holdeplasser, alle ute i dagen. |

Tabell 2-2 Beskrivelse av hovedalternativ

Hovedalternativene går sammenhengende fra Bergen sentrum i sør til Vågsbotn i nord. De har felles punkt i overgangen mellom delområdene, noe som åpner for muligheten for kombinasjoner på tvers av alternativene mellom delområdene. Åsane skiller seg ut fra de andre delområdene ved at alternativene her er lengre og at det vil være mulig med kombinasjoner mellom hovedalternativene innenfor delområdet.

## 2.4 Alternativer som er kostnadsberegnet

De 11 vurderte alternativene er alle en kombinasjon av delområder (A/B/C) og hovedalternativ (1/2/3). For å synliggjøre de ulike delalternativene som er kombinert vises i Tabell 2-3 under en kort beskrivelse av hvert enkelt delalternativ.

| Delalternativ  | Beskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Illustrasjon                                                                          |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1Aa/1Ab</b> | <p>Dagløsning sentrum.</p> <p>I dagen via Kaigaten – Småstrandgaten – Bryggen – Sandbrogaten.</p> <p>Illustrasjonen til høyre viser delalternativ 1Ab, hvor nordgående trasé går over Vågsalmenningen. I delalternativ 1Aa vil ikke banen gå i Vågsalmenningen.</p> <p><b>NB. Delalternativ 1Ab er i etterkant av KU vurdert som svært lite aktuelt, og er derfor ikke medtatt i kvalitetssikringen. Delalternativ 1Ab inngår i kun 1 av 11 gjennomgående løsninger, og kvalitetssikringen dekker derfor totalt 10 gjennomgående alternativ.</b></p> |   |
| <b>1Ba/b</b>   | <p>Dagløsning Sandviken.</p> <p><b>1Ba:</b></p> <p>I dagen i Sjøgaten til Sandviken Brygge, og videre i tunnel til NHH og til Eidsvåg.</p> <p><b>1Bb:</b></p> <p>Som delalternativ 1Ba, men via Nyhavnsveien.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |

**1Ca/b**

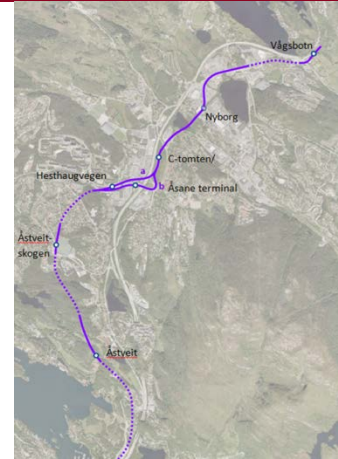
Åsane om Åstveit.

**1Ca:**

I dagen via Åstveit, sør for Åsane senter til C-tomten. Videre i dagen til Nyborg og kort tunnel til Vågsbotn. Løsningen forutsetter nytt veikryss i Hesthaugsveien.

**1Cb:**

Som delalternativ 1Ca, men krysser E39 uten endringer i eksisterende veisystem.



**2Aa**

Tunnelløsning sentrum.

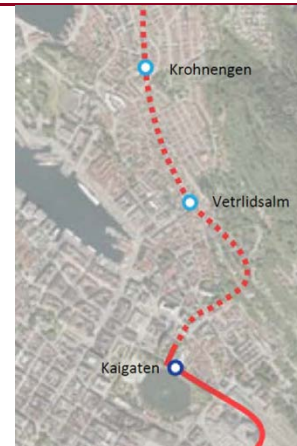
Tunnel under sentrum med nedkjøring i Kaigaten til holdeplass under bakken i Christies gate. Videre er det to holdeplasser til under bakken, bak Vetrilidsallmenningen og under Krohnengen.



**2Ab**

Tunnelløsning sentrum.

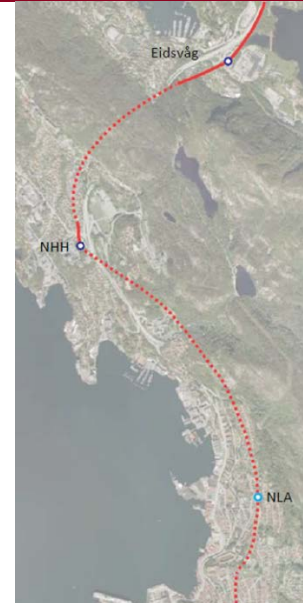
I dagen i Kaigaten, og videre i kulvert i Peter Motzfeldtsgate som fører inn i tunnel. Videre som delalternativ 2Aa.



**2B**

Tunnelløsning Sandviken.

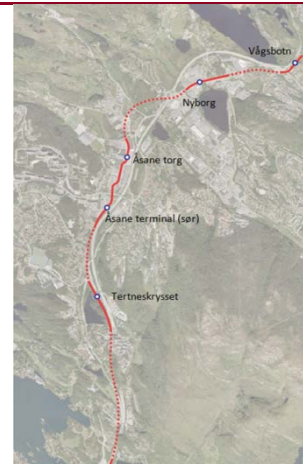
Lang tunnel til NHH, og videre til Eidsvåg. Holdeplass under bakken ved Norsk Lærerakademi.



**2C**

Åsane langs E39

I tunnel og inn i dagen langs motorveien, med stopp ved Tertneskrysset. Videre inn i tunnel, før neste holdeplass på dagens bussterminal i Åsane. Gjennom Åsane senter i dagen, videre i tunnel under nytt kryss ved Nyborg, og siste del av traséen går som alternativ 1 i kort tunnel til Vågsbotn.



**3Ba/b**

Dagløsning Sandviken som inkluderer Fløyfjellstunnelen.

Forlengelse av Fløyfjellstunnelen frigir vegareal til bane, lokalveg og sykkel.

**3Ba:**

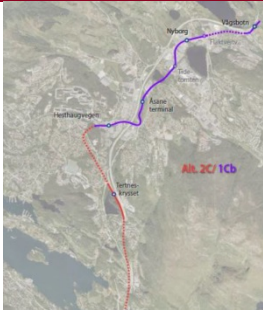
I tunnel til Amalie Skrams vei, med stopp ved Sandviken kirke.

**3Bb:**

I Sjøgaten som delalternativ 1B fram til Gjensidige, og videre i Åsaneveien til NHH.

Alternativ 3 er spesifikk for Sandviken og kan kombineres med alternativ 1 og 2 i sentrum og i Åsane.



|               |                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2C/1Cb</b> | <p>Kombinasjonsløsning i Åsane.</p> <p>I to av de nye alternativene som ble presentert i oppsummeringsrapporten, ref [4] er løsningen i Åsane en kombinasjon av tunnel og dagløsning.</p> |  |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Tabell 2-3 Beskrivelse av delalternativene

## 2.5 Vurderte alternativer

Tabellen under viser hvordan delalternativene er satt sammen til gjennomgående hovedalternativ:

|                        |                | Delalternativ |     |     |           |     |    |     |     |       |     |    |
|------------------------|----------------|---------------|-----|-----|-----------|-----|----|-----|-----|-------|-----|----|
|                        |                | Sentrum       |     |     | Sandviken |     |    |     |     | Åsane |     |    |
|                        |                | 1Aa           | 2Aa | 2Ab | 1Ba       | 1Bb | 2B | 3Ba | 3Bb | 1Ca   | 1Cb | 2C |
| <b>Hovedalternativ</b> | 1Aa-1Ba-1Cb    | X             |     |     | X         |     |    |     |     |       | X   |    |
|                        | 1Aa-1Bb-1Cb    | X             |     |     |           | X   |    |     |     |       | X   |    |
|                        | 1Aa-1Ba-1Ca    | X             |     |     | X         |     |    |     |     | X     |     |    |
|                        | 2Aa-2B-2C(b)   |               | X   |     |           |     | X  |     |     |       |     | X  |
|                        | 2Ab-2B-2C(b)   |               |     | X   |           |     | X  |     |     |       |     | X  |
|                        | 1Aa-3Ba-1Cb    | X             |     |     |           |     |    | X   |     |       | X   |    |
|                        | 1Aa-3Bb-1Cb    | X             |     |     |           |     |    |     | X   |       | X   |    |
|                        | 2Aa-3Bb-2C/1Cb |               | X   |     |           |     |    |     | X   |       | X*  | X* |
|                        | 2Ab-3Ba-2C/1Cb |               |     | X   |           |     |    | X   |     |       | X*  | X* |
|                        | 1Aa-1Ba-2C     | X             |     |     | X         |     |    |     |     |       |     | X  |

Tabell 2-4 Samsvarsmatrise traséalternativer mot delalternativer

Tabell 2-4 benytter følgende fargekoder:

- Blå: Kun dagløsninger hele strekningen
- Rød: Kun tunnelløsninger hele strekningen
- Grønn: Dagleøsning hele strekningen, med forlengelse av Fløyfjellstunnelen
- Grå: Kombinasjonsløsninger, presentert i oppsummeringsrapporten [4].

Tabellen viser med «x» hvor delalternativ er representert i hovedalternativ. Kryss med \* representerer løsningen '2C/1Cb' i Åsane, som er en kombinasjon av delalternativ 2C og 1Cb som presentert i Tabell 2-3.

Tabellen under gir en kortfattet beskrivelse av de 10 alternativene som er vist i matrisen over.



| Alternativ      | Kommentarer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1Aa-1Ba-1Cb     | Dagalternativ sentrum – Sandviken – Åsane (krysser E39 uten endringer i eksisterende vegsystem)                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1Aa-1Bb-1Cb     | Dagalternativ sentrum – Sandviken via Nyhavnsveien- Åsane (krysser E39 uten endringer i eksisterende vegsystem)                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1Aa-1Ba-1Ca     | Dagalternativ sentrum – Sandviken - Åsane                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2Aa-2B-2C       | Tunnelalternativ sentrum via Christies gate – Tunnel Sandviken – Tunnel Åsane                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2Ab-2B-2C       | Tunnelalternativ sentrum via Peter Motzfeldtsgate – Tunnel Sandviken – Tunnel Åsane                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1Aa - 3Ba - 1Cb | Dagalternativ sentrum – Sandviken via Amalie Skrams veg, inkludert forlenget Fløyfjellstunnel – Dagløsning Åsane (krysser E39 uten endringer i eksisterende vegsystem)                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1Aa - 3Bb - 1Cb | Dagalternativ sentrum – Sandviken via Sjøgaten, inkludert forlenget Fløyfjellstunnel – Dagløsning Åsane (krysser E39 uten endringer i eksisterende vegsystem)                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2Aa-3Bb-2C/1Cb  | Tunnelalternativ sentrum via Christies gate – Sandviken via Sjøgaten, inkludert forlenget Fløyfjellstunnel – Åsane<br>Delalternativ 2C/1Cb er en kombinasjon av delalternativ 2C og 1Cb.<br>I tunnel og inn i dagen langs motorveien, med stopp ved Tertneskrysset. Videre inn i tunnel og ut i dagen ved Ulsetåsen. Videre går traséen over E39, via C-tomta og følger alternativ 1Cb videre til Vågsbotn. |
| 2Ab-3Ba-2C/1Cb  | Som over, men tunnelalternativ sentrum via Peter Motzfeldtsgate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1Aa-1Ba-2C      | Dagalternativ sentrum – Dagalternativ Sandviken – Tunnelalternativ Åsane                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Tabell 2-5 Alle gjennomgående alternativer til vurdering

## 3 PROSJEKTETS ANSLAGSBEREGNINGER

### 3.1 Kort om Anslag

Prosjektet har etablert kostnadskalkyler og usikkerhetsbilde for alle alternativene med programmet Anslag, et estimeringsverktøy som har vært brukt i Statens Vegvesen i en årrekke, ref [3]. Alle kostnadsoverslag som utarbeides i Statens vegvesen for investeringsprosjekter skal utarbeides med Anslagsmetoden.

Anslag benyttes i alle planfasene

- Utredningsnivå
- Kommune(del)plannivå – relevant her, se kap. 1.1
- Reguleringsplannivå

Detaljeringsgraden vil øke jo lenger ut i planfasene kostnadsoverslaget er gjennomført og det samme er kravet til kalkylenøyaktighet.

*«Det er viktig å merke seg at ved et anslag skal det alltid utarbeides et nytt selvstendig kostnadsoverslag. Det er metodisk feil å plukke ut enkelte kostnadselement fra forskjellige kalkyler uten samtidig å ta hensyn til de bindinger og sammenhenger som finnes mellom kostnadselementene og den samlede usikkerheten for prosjektet totalt» - ref [3].*

Anslag har en tilnærming til usikkerhet som ligner den som er beskrevet i kap. 4. De enkelte kostnadspostene estimeres med usikkerhet i mengder og enhetspriser, og det inkluderes overordnede usikkerhetsfaktorer.

Et sentralt element i Anslagsprosessen er gruppearbeid der relevante prisgivere samles i en eller flere dager for estimering og vurdering av usikkerhet.

### 3.2 Prosjektets Anslagsprosess

Prosjektet gjennomførte en 2-dagers Anslagsprosess i 2013. Hovedfokus under denne prosessen var å kostnadestimere de tre hovedalternativene dagløsning, tunnelløsning og dagløsning med forlenget Fløyfjellstunnel. Prosessleder sammenstilte i etterkant de 8 ulike gjennomgående alternativene [5]-[15], basert på de tre hovedalternativene. Deltakere i prosessen (prisgivere) var fra Statens Vegvesen og Bybanen Utbygging.

I 2014 ble det gjennomført en ny prosess med samme deltakelse der 3 nye gjennomgående alternativer ble vurdert basert på samme prisenivå og forutsetninger som i 2013.

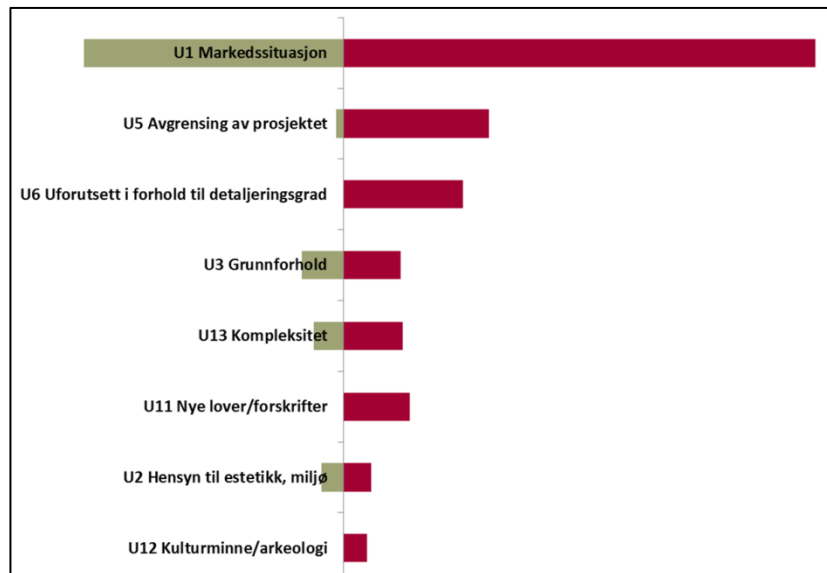
En del sentrale element ifra Anslagsprosessen:

- En del elementer er helt like på alle alternativene og har kun vært vurdert en gang
- Erfaringspriser er i hovedsak hentet fra Bybanens tidligere byggetrinn og Statens Vegvesen.
- For underjordiske stasjoner er det svært begrenset med erfaringspriser
- Mengder er regnet ut basert på plan- og profiltegninger.
- Usikkerhetsfaktorer er inkludert, men disse er drøftet overordnet og satt like for samtlige alternativ.

Prosessleder for Anslag vurderer de resulterende usikkerhetsspennene for Anslag som snevre og ikke representative for det totale usikkerhetsbildet (EKS fellessamling 11. mars 2014). Prosessleder påpeker videre at de tre hovedalternativene diskutert under fellessamlingen med anslagsgruppa har et høyere nøyaktighetsnivå enn de kombinerte alternativene som er sammensatt i etterkant.

### 3.3 Prosjektets usikkerhetsdrivere

I Anslagsprosessen ble usikkerhetsfaktorer drøftet og kvantifisert. Faktorene ble antatt like for alle alternativene.



Figur 3-1 Usikkerhetsfaktorer fra prosjektets Anslag

Tornadodiagrammet viser Anslagsgruppens usikkerhetsfaktorer i sortert rekkefølge iht. det enkelte element sitt relative bidrag til totalusikkerheten.

Markedusikkerheten, som i Anslag er usikkerhetsfaktoren som gir størst utslag, er på et relevant nivå. De resterende faktorene summerer seg imidlertid ikke til et realistisk usikkerhetsbilde av et prosjekt i tidligfase.

### 3.4 EKS vurdering av anslagsprosessen

Etter EKS' vurdering er en todagers Anslagsssamling for et såpass komplisert prosjekt med flere alternativer svært knapp tid.

Den knappe tiden er trolig også årsaken til at Anslagsrapportene inneholder til dels lite dokumenterende tekst.

Alle alternativene har i Anslag fått like usikkerhetsfaktorer. Etter EKS oppfatning er dette feil, og det henvises til kapittel 6 for nærmere beskrivelse av EKS' mer differensierte vurdering av usikkerhetsfaktorene.

I usikkerhetsanalyser av investeringskostnader vil det generelt være signifikant statistisk samvirke mellom kalkyleposter og eventuelt usikkerhetsfaktorer. Dette betyr at høye utfall på enkelte poster øker sannsynligheten for at andre poster også får høye utfall. I Anslag er det mulig å modellere samvirke (korrelasjon) mellom kalkylepostene. Dette er ikke gjort i prosjektets Anslag, og etter EKS' vurdering medfører dette en undervurdering av resulterende usikkerhet.

I Anslagsrapportene er det vist et relativ standardavvik (et mål på usikkerhet) på 11-12 % på samtlige alternativ. Etter EKS vurdering er dette lavt for et slikt stort og komplisert prosjekt i tidligfase som Bybanen byggetrinn 4 er. Dette skyldes blant annet for snevre usikkerhetsfaktorer og manglende korrelasjon.

## 4 ULIKE TYPER USIKKERHET / METODE

### 4.1 Typer usikkerhet

I usikkerhetsanalyser av prosjektkostnader er det vanlig å skille mellom:

- Estimeringsusikkerhet på identifiserte elementer i prosjektkalkyler.  
Usikkerheten her er konkret knyttet til mengder (stk, lengder, areal, volum etc) og priser (enhetspriser, rundsummer etc)  
*Eksempel: Det skal bygges en vei. Estimatusikkerheten for denne er knyttet til usikkerhet ved lengden på veien og enhetsprisen per lengdeenhet.*
- Generelle forhold (usikkerhetsdrivere) som virker på hele eller deler av prosjektet og som vanligvis ikke er knyttet opp til enkeltposter i kalkyler.  
*Eksempel: Usikkerhet knyttet til prosjektorganisasjonens kvalitet/kompetanse og omfang vil kunne ha signifikant påvirkning på de endelige prosjektkostnadene*
- Hendelser som kan inntreffe og gi kostnadskonsekvenser for prosjektet  
*Eksempel: Ved bygging i bygater kan en komme over ukjente tekniske anlegg i grunnen. Sikring og omlegging av disse kan gi kostnadskonsekvenser*

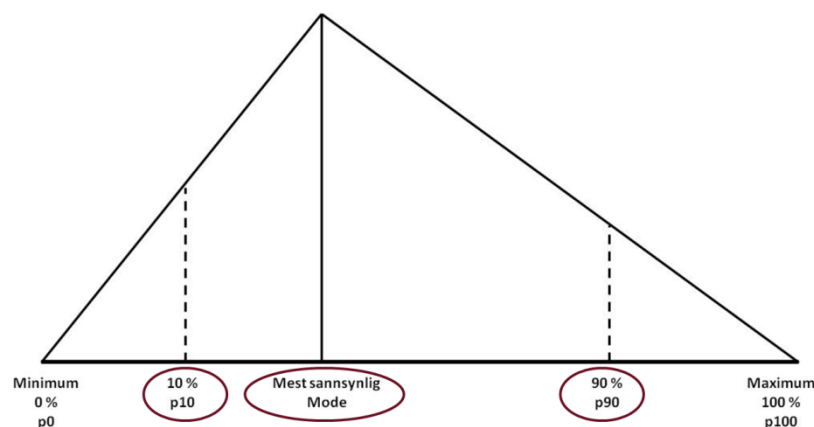
Bybanen Byggetrinn 4 er i en relativt tidlig fase, og det er ikke vanlig å inkludere den siste typen (hendelsesusikkerhet) i slike analyser da de dekkes av Usikkerhetsdrivere.

### 4.2 Kvantifisering av usikkerhet

I slike usikkerhetsanalyser vil usikkerhet vanligvis kvantifiseres ved tre parametre:

- Et optimistisk utfall, i 1 av 10 tilfeller
- Det mest sannsynlige utfallet (kalkyletall for estimatusikkerhet)
- Et pessimistisk utfall, i 1 av 10 tilfeller

I tillegg kvantifiseres usikkerheten med en antatt sannsynlighetsfordeling. Sluttresultatet er lite sensitivt for valg av fordeling.

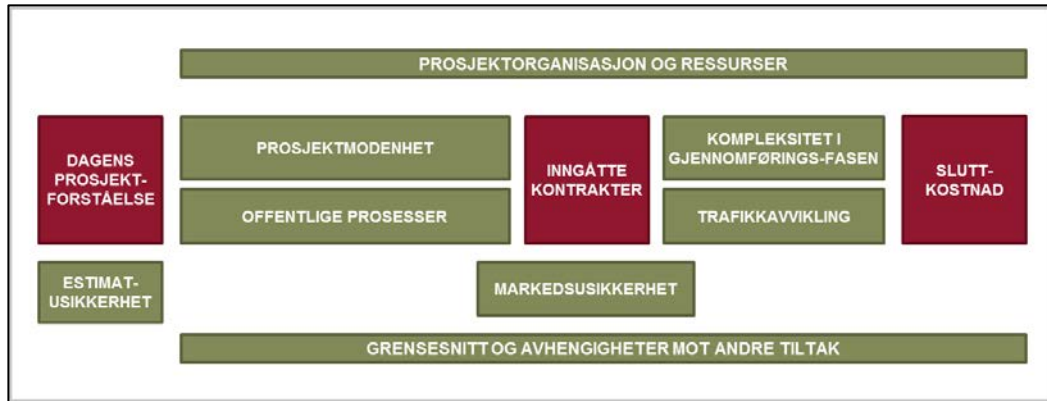


Figur 4-1 Kvantifisering av input til usikkerhetsanalyser

Basert på ovenstående input, beregnes resulterende usikkerhet for hele prosjektet gjennom simuleringer der flere tusen mulige utfall av prosjektet simuleres for å avdekke det resulterende usikkerhetsspennet.

### 4.3 Modell/rammeverk

I tidligfase-analyse, som foreliggende analyse, er det vanlig å drøfte og kvantifisere usikkerhet i en modell med forhåndsdefinerte/prosjektgeneriske usikkerhetslementer. Modellen som er benyttet er vist i figuren under.



Figur 4-2 Valgt modell

Se kap. 6 for beskrivelse og drøfting av de ulike usikkerhetslementene.

## 5 KVALITETSSIKRING AV MENGDER OG PRISER

### 5.1 Innledning

EKS har kvalitetssikret mengdeberegninger og enhetspriser som angitt i Anslag for 10 alternativer, ref. [5] og [7]-[15] (alternativ som inkluderer delalternativ 1Ab er ikke vurdert av EKS, se forklaring kapittel 2.4). Presiseringer om oppdaterte tall i oppsummeringsrapport Anslag [4] er også tatt til følge.

I dette kapittelet er de ulike kostnadspostene fra Anslag drøftet med begrenset spesifisering av tall (enhetspriser og mengder). Detaljer er vist i bilag 2 som av konkurransemessige hensyn er unntatt offentlighet.

### 5.2 Fellessamling og møter

Det er gjennomført en fellessamling med prosjektet den 11. mars 2014 som fokuserte på estimering av mengder og enhetspriser (se Bilag 1: Møter og deltakere). I tillegg er det gjennomført telefonintervjuer i forbindelse med prising og mengdeberegning av kostnader forbundet med grunnnerv.

COWI har i to omganger, både før og etter fellessamlingen med prosjektet, gjennomført diskusjonsmøter internt. I møtene har de ulike temaene vært dekket av relevante fagpersoner:

- Grunnarbeider og veganlegg: Halgeir Nordahl
- Konstruksjoner: Ola-Bjørn Pettersen
- Elektroarbeider: Helge Garmo
- Sporarbeider, over og underbygning: Thomas H. Heiberg-lürgensen
- Geoteknikk: Guro Brendbekken

COWI sitt arbeid har i hovedsak vært utført av Thomas H. Heiberg-lürgensen, med assistanse fra resten av gruppen i tillegg til gjennomføring av diskusjonsmøtene.

Gruppen har i møtene tydelig gitt uttrykk for at det er vanskelig å etterprøve de gitte enhetspriser grunnet mangelfull informasjon i Anslag dokumentasjonen og oppsummeringsrapporten til Anslag.

### 5.3 Totale trasélengder og fordeling mellom baneløsninger

De ulike alternativene varierer i total trasélengde mellom 12,9 og 14,7 km [1]. EKS har estimert korteste og lengste trasélengde på kart og totale trasélengder ser ut til å være korrekt estimert.

Som input til Anslag er trasélengder regnet ut basert på plan og profiltegninger. For endelig investeringskostnad er det viktig at fordelingen mellom ulike baneløsninger (bane i veg, bane i tunnel etc.) er korrekt og dekker hele trasélengden. EKS har gjennomgått anslagsrapportene og gjort korreksjoner der trasélengde ikke er fullt ut dekket med bane.

## 5.4 Grunnarbeider

Dette hovedområdet dekker alle grunnarbeider for banestrekningene, inkludert holdeplasser og terminal/depot. Området dekker ikke baneteknisk utstyr, vegarbeider og ulike konstruksjoner, se senere delkapitler.

### 5.4.1 Bane i gate

Dette elementet dekker banestrekninger i sentrum, i Sandviken og ved NHH. Et tilsvarende element for bane i gate dekker Åsane sentrum, men her vil banen gå over parkeringshus, så grunnarbeidene er allerede dekket. Elementet skal dekke omlegging av infrastruktur. Kartlegging av infrastruktur er nøye gjennomgått i sentrum, ikke like nøye i Sandviken.

Elementet prises med lengde (løpemeter) og enhetspriser per løpemeter.

#### Mengder

De ulike trasélengdene er sjekket på kart.

#### Enhetspriser

Referansepriser er fra Kaigaten Byggetrinn 1 og disse er benyttet for alle strekninger. EKS vurderer basispriser til å være rimelige, men usikkerhetsspenn bør økes grunnet variasjon i bredde, anlegg i grunnen og ukjent omfang av forurensa masser.

### 5.4.2 Bane i gate sideareal

Sideareal til bane i gate dekker området fra «vegg til vegg», og er relevant for sentrum, Sandviken og NHH. Elementet dekker ikke G/S (se. kap. 5.6.7).

#### Mengder

Arealene er estimert ut ifra kartanalyser dokumentert i DAK-verktøy som input til Anslag. EKS har grovt estimert angitt verdi på 65 mål til å være rimelig. Dette arealet inkluderer torget, men det er usikkert om hele torgområde må opprustes eller ikke. I et optimistisk scenario vil arealet bli betydelig mindre.

#### Priser

Erfaringspriser er fra Kaigaten byggetrinn 1, med 16 m bredt tverrsnitt der infrastruktur er flyttet til sideareal. Prisene kan sammenlignes med vanlig utomhusarbeider og EKS vurderer basispris som rimelig, og høy verdi reflekterer en høy gjennomgående standard. Lav verdi er trolig urealistisk.

### 5.4.3 Bane i dagen

Elementet dekker bane utenfor sentrum og estimeres med lengde og enhetspris.

#### Mengder

Lengde på bane i dagen varierer betydelig mellom alternativene. EKS anser at mengden må variere, da det er forskjellige lengder med tunnel og bane i vei/gate i hvert alternativ. Mengdene anses derfor som riktige.

#### Priser

EKS vurderer prisspennet som relevant.



#### 5.4.4 Bane i tunnel

Dette er en stor kostnadspost for alle alternativer. Elementet dekker grovbygging av tunneler med definert tverrsnitt og antatt sikringsomfang.

##### Mengder

Lengde på bane i tunnel varierer betydelig mellom alternativene. Anses som riktig.

##### Priser

Erfaringspriser er fra Bybanen byggetrinn 1 og 2, samt etterkontroll mot byggetrinn 3. Det er betydelig erfaring med geologien i området fra andre prosjekter. Etter arbeidsmøte i Bergen og siste diskusjonsmøte i COWI har man kommet fram til at prisene virker relevante.

Det vil være utfordringer med massehåndteringen, noe som er dekket av usikkerhetsfaktorene (se kapittel 6: Usikkerhetsfaktorer).

#### 5.4.5 Bane i tunnel tett

For tunnelalternativene i sentrum er det 100 % tetthetskrav.

##### Mengder

Lengde på bane i tunnel fra inngang sentrum til Krohnengen holdeplass.

##### Priser

Etter arbeidsmøte i Bergen og siste diskusjonsmøte i COWI har EKS kommet fram til at prisene virker OK.

#### 5.4.6 Rømningstunnel

Rømningstunnel er et krav når banetunnelen er over 1 km lang.

For enkelte av alternativene er det medtatt lang sykkel tunnel. Vegdirektoratet har diskutert sykling i tunnel i flere år, men har ennå ikke kommet helt i mål med kriteriene. Dog finner man dette i håndbok 021 'Vegtunneler vedrørende bilveitunneler og sykkel- og gangtrafikk'.

#### **4.5.5 Gang- og sykkeltrafikk**

Tilbud for gang- og sykkeltrafikk skal avklares i overordnet plan.

Gang- og sykkelveg føres i egen tunnel, alternativt i samme tunnel skilt med rekkverk fra biltrafikken, eller i trasé i dagen.

Gang- og sykkelveg i tunneler uten rekkverk mot kjørebanelen skal godkjennes av Vegdirektoratet når tunnelen er lengre enn 500 m. Gang- og sykkeltrafikk i tunneler lengre enn 4 km skal godkjennes av Vegdirektoratet. Det stilles spesielle krav til belysning og ventilasjon, kfr. kapittel 10 Tekniske anlegg.

Gang- og sykkelveg skilt fra kjørebanelen med rekkverk skal ha fri høyde minimum 3,0 m og bredde minimum 3,0 m mellom rekkverk og tunnelvegg.

Tunnelprofil 12,5 gir rom for gang- og sykkelveg, adskilt fra kjørebanelen med betongrekkverk, sammen med to kjørefelt i tunnelklasse B (figur 4.21).

Der separat gang- og sykkelveg føres i egen tunnel, brukes tunnelprofil T4.

Figur 5-1 Utklipp fra Håndbok 021 Vegtunneler

Lengden av tunnelalternativene er således ingen begrunnelse for å avvise benyttelse av sykkel tunnel. Fra et sikkerhetsmessig ståsted vil løsning vist i Tilleggsnotat 13 til KU (figur 1, evt. også figur 3) kunne være tilfredsstillende [2]. Ved å etablere separat sykkel tunnel og samtidig benytte denne til rømningsvei for banen så vil man i situasjon med brann i bybanetunnelen kunne føre passasjerer over til sykkelvegen som er fri for røyk og brann. I en kombinasjonstunnel vil det være mulighet for at man ved en brann- og røyksituasjon også vil utsette syklister og gående for fare i tillegg til passasjerene på bybanevognene.

### **Mengder**

Ingen kommentarer

### **Priser**

I forhold til Bane i tunnel kan disse prisene virke litt lave og de bør være lik prisene for sykkel tunnel.

## **5.4.7 Holdeplasser**

### **Mengder**

De ulike traséalternativene inneholder mellom 6 og 14 holdeplasser i dagen, i tillegg til at enkelte alternativ inneholder 2 til 4 holdeplasser under bakkenivå.

EKS ser på det bestemte antall holdeplasser, både i dagen og underjordiske, som en driftsvurdering som denne kvalitetssikringen ikke vurderer nærmere. I Anslag er det også lagt inn usikkerhet på antallet.

### **Priser**

For holdeplasser i dagen har prosjektet relevante priser fra tidligere byggetrinn.

For holdeplasser under bakken har Bybanen ikke tilsvarende referansepriser. Holdeplassene er estimert med å prissette fysiske elementer. Med bakgrunn i gitt informasjon har vi ikke grunnlag for å vurdere disse prisene nærmere. COWI anser dog disse som reelle ut fra gitt informasjon.

Holdeplass i Christies gate skiller seg ut fra de andre holdeplassene under bakken. Denne bygges ovenfra, med en stor byggegrep, omfattende spuntingsarbeid og utfordringer med nærhet til verna bygg. Overordnet er denne prissatt med et antatt tillegg utover de andre holdeplassene under bakken.

Referanseprosjekter:

- Løren stasjon i Oslo er brukt som referanseprosjekt for de underjordiske stasjonene utenom Christies gate, og prisene i Anslag sees som relevante.
- Metro-Citingen i København er brukt som referanseprosjekt for den underjordiske stasjonen i Christies gate. Disse stasjonene er cut-and-cover og ligger ca. 30 meter under terreng og er dessuten etablert i kalk, så de er ikke direkte sammenlignbare med foreslått holdeplass i Christies gate. Hvis man likevel sammenligner det laveste tallet fra København, anbefaler EKS at pessimistisk utfall i Anslag økes betydelig.

#### **5.4.8 Terminal og depot i Åsane**

Bybanen etablerer nå en stor terminal nær Flesland. Grunnet avstanden til Åsane derfra vil det være behov for en lettere terminal og depot i Åsane. Dette er ikke nærmere plassert og detaljert og er bare grovt anslått i Anslag. Postene er like for alle alternativene.

Prosjektet vurderer nå at depot i Åsane blir betydelig mer omfattende enn antatt i Anslag, og kostnadsestimatene bør økes.

#### **5.4.9 Entreprenørens rigg og drift**

Denne posten er estimert som et prosentpåslag til de andre postene. Erfaringspriser fra Byggetrinn 1 og 2. Det vil være store forskjeller i riggkostnader f.eks. i sentrum og i Åsane.

EKS vurderer angitt prosentpåslag som rimelige, men optimistiske verdier er urealistiske.

### **5.5 Baneteknisk utstyr**

Dette hovedområdet dekker alt rent baneteknisk materiell som spor, sporveksler og ulike elektroinstallasjoner.

#### **5.5.1 Fastspor**

Det etableres fastspor fra formasjonsplan og opp til topp skinne. Det vil si støpning av betongplate under hele dobbeltsporet og etablering av spor før reetablering av veibanen/topp dekke.

##### **Mengder**

Løpometer spor er vurdert som OK

##### **Priser**

Erfaringspriser fra byggetrinn 1 og 2

#### **5.5.2 Pukkspor**

Komplett pukkspor: Skinner, sviller og ballastpukk inkludert bygging, sveising, justering og nøytralisering.

Prosessen inkluderer ikke kabelkanal.

COWI stilte spørsmål ved meterprisen for etablering av pukksporet, da man i andre sammenhenger ser nesten en halvering av prisen i forhold til Anslag. Det ble i arbeidsmøtet forklart med at man er nødt til å bygge kortere seksjoner av gangen og at dette er fordyrende.

##### **Mengder**

Løpometer spor er vurdert som OK.

##### **Priser**

Erfaringspriser fra byggetrinn 1 og 2.

### 5.5.3 Sporveksel

Overkjøringsspor etableres i forbindelse med holdeplasser, eventuelt mellom holdeplassene, for at driften av banen skal være så fleksibel som mulig.

Det er i Anslag gitt følgende vurdering av antall holdeplasser: 5-8-10.

#### Mengder

Optimalt for størst mulig fleksibilitet bør det etableres to overkjøringsspor pr holdeplass, dvs. 4 stk sporveksel. Det vil igjen gi 20-32-40 i antall sporveksel.

Der det er kort avstand mellom holdeplasser, kan det vurderes å la et overkjøringsspor dekke to holdeplasser, så med flere stasjoner er det ikke behov for to overkjøringsspor pr. holdeplass. EKS anbefaler derfor et spenn på 20-26-30.

#### Priser

Prisen virker høy, og er trolig mest reel for sporveksel i fastspor. For sporveksel i pukkspor vil EKS anbefale at tallene reduseres. Elektroarbeider etc. kommer i tillegg.

### 5.5.4 Kontaktledning

Fullt kontaktledningsnett ligger til grunn i Anslag.

Bygger litt lengre seksjoner – styrt av strekk lengdene.

Inkluderer master og fundamenter. Hengemaster i tunnel.

Forskjell pris hengemast vs. vanlig mast: Hengemast enkelt, vanlig master litt vanskeligere.

Fundamenter er inkludert i grunnentreprisen (også kontraktmessig).

#### Mengder

Løpemetre spor er vurdert som relevant.

#### Priser

Erfaringspriser fra Bybanen byggetrinn 1 og 2.

### 5.5.5 Signal/tele

I henhold til KU er det etablering av lengre tunneler som kan utløse behovet for block-basert signalanlegg.

#### Mengder

Rundsum er vanskelig å vurdere, da dokumentasjon på hva som er inkludert i kostnadsposten ikke foreligger.

#### Priser

EKS inkluderer en betydelig høyere sum for denne posten enn i Anslag.

Posten er antatt lik for alle alternativ, men prosjektet anbefales å vurdere signalanlegget mer detaljert for å få bedre kontroll på kostnadene for anlegget.

### **5.5.6 Likeretter/strømforsyning**

#### **Mengder**

Det er antatt likeretter pr. 2 km, og det anses som relevant.

#### **Priser**

Erfaringspriser fra byggetrinn 1 og 2, prisene virker OK

### **5.5.7 Elektroinstallasjoner**

#### **Mengder**

Menge er oppgitt i løpemeter.

#### **Priser**

Erfaringspriser fra byggetrinn 1 og 2 er brukt i anslag. Disse virker høye, og EKS anbefaler derfor at nivået på kostnaden reduseres.

### **5.5.8 Entreprenørens rigg og drift**

Det er mer fabrikkproduksjon enn for grunnarbeider og dette gir lavere prosentpåslag.

Med anlegg i sentrum ville EKS ha vurdert påslaget høyere, mens det for anlegg utenfor sentrum kan senkes til nivået som er angitt i Anslag.. For tunnelstrekninger kan det heves igjen på grunn av lengre frakt. Gjennomgående påslag settes derfor høyere enn i Anslag.

## **5.6 Veg og trafikk**

Dette hovedområdet dekker ulike typer veger, både i dagen og i tunnel, inkludert G/S og kryss. I tillegg dekker området tiltakspakke i sentrum.

### **5.6.1 Tiltakspakke sentrum**

For dagalternativene er det inkludert kostnader til ombygging av gate der det ikke går bane som følge av omlegging av trafikk. De konkrete tiltakene er identifisert og prissatt. EKS har ikke vurdert denne nærmere.

### **5.6.2 Veg i dagen: 2-felts**

Identifiserte vegstrekninger for lokalveg, adkomstveger, kollektivfelt etc.

#### **Mengder**

For alle alternativene er kostnader knyttet til kollektivfelt i Åsane dominerende for denne posten. EKS vurderer mengde veg medtatt i Anslag som for lav, og forventer at omfanget vil øke. Eksempler på dette kan være at det må bygges parallell vei for å unngå krysning av bane, og spesifikt i Nyborg, hvor det er usikkert om bane skal gå i veg eller ved siden av veg.

I oppsummeringsrapport er det beskrevet ny kryssløsning i Sandviken for alternativene med forlengelse av Fløyfjelltunnelen.

#### **Priser**

Enhetspriser er gitt av SVV og Bybanen og EKS oppfatter disse som realistiske.

### 5.6.3 Veg i dagen: 4-felts

Ved alternativer med forlengelse av Fløyfjellstunnel vil det påløpe kostnader til ny veg og kryss i Eidsvåg. EKS vurderer disse estimatene som rimelige.

### 5.6.4 Veg i tunnel

Veg i tunnel inkluderer (avhengig av alternativ) adkomsttunnel, Sandviken brygge, sykkel tunnel, og ny veg ved utvidelse av Fløyfjellstunnelen.

#### Mengder

Lengde ved utvidelse av Fløyfjellstunnelen er godt definert, men detaljering av kryssløsninger og rampetunnel er uavklart.

I Anslag er det inkludert sykkel tunnel mellom NHH og Eidsvåg, der lengden varierer mellom 1150 og 1600 meter avhengig av alternativ. Enkelte interessenter har hevdet at sykkel tunnel av en slik lengde fort vil oppleves som et lite attraktivt alternativ, spesielt på kvelds- og nattestid. Basert på drøftingen i kapittel 5.4.6 vurderer EKS dette likevel til å være akseptabelt.

#### Priser

Forlengelse av Fløyfjellstunnelen er prissatt med erfaringsdata på tunnel fra Statens Vegvesen, samt Ringvei vest. Priser vurderes av EKS som rimelige.

### 5.6.5 Signalregulering kryss

De ulike traséalternativene inneholder mellom 1 og 12 signalregulerte kryss. Det er alternativene med dagløsning i Sandviken som har det store antallet signalregulerte kryss.

EKS ser på det bestemte antall signalregulerte kryss, spesielt i dagen, som en driftsvurdering som denne kvalitetssikringen ikke vurderer nærmere. I Anslag er det også lagt inn usikkerhet på antallet.

### 5.6.6 Rundkjøringer

#### Mengder

Samtlige alternativ inkluderer 5 rundkjøringer i Åsane i forbindelse med kollektivfelt, og 1 rundkjøring i Eidsvåg. Det inngår i tillegg rundkjøringer i hovedalternativ 3 i Sandviken (3Ba/b). EKS vurderer rundkjøringer i Eidsvåg og i Sandviken som veldefinerte, mens omfanget av rundkjøringer i Åsane er usikkert. Dette er også reflektert i mengdeusikkerhet for rundkjøringer i Anslag.

I oppsummeringsrapport [4] er det nå skissert en ny kryssløsning i Sandviken for alternativer med tilkobling til Fløyfjellstunnelen. Dette er av EKS hensynstatt.

#### Priser

EKS anser prisene i Anslag som reelle.

### 5.6.7 G/S og sykkel tunnel

#### Mengder

Som beskrevet i kapittel 1.5.2 er kostnadene for G/S-løsning kun tatt med der den inkluderes i samme gate som banen, eller må endres som følge av planlagt banetrasé. Alternativene er mao ikke likeverdige mhp omfang av G/S, og dekker generelt ikke sammenhengende sykkelveg fra sentrum til Åsane. For EKS er det derfor ikke meningsfullt å vurdere mengdeusikkerhet for dette estimatet.

EKS har også observert at teksten i Oppsummeringsrapporten [4] og Anslagene ikke er konsistente mtp. hvilke delstrekninger som er kostnadsestimert for G/S. Siden estimatene overordnet sett ikke er komplett på dette området ansees dette likevel ikke som en sentral svakhet.

### **5.6.8 Entreprenørens rigg og drift**

Prosentpåslag er her basert på erfaringsdata grunnarbeid.

EKS vurderer tallene som rimelige, men optimistiske verdier er urealistiske for alternativer med utvidelse av Fløyfjelltunnelen.

## **5.7 Konstruksjoner**

Dette hovedområdet dekker ulike typer konstruksjoner som tunnelportaler, kulverter, bruer og støttemurer.

### **5.7.1 Tunnelportaler**

#### **Mengder**

De ulike traséalternativene inneholder tunnelportaler hvor total lengde varierer mellom 50 og 225 meter. Det er alternativene med tunnelalternativene som har den største lengden tunnelportaler.

#### **Priser**

COWI vurderer disse som realistiske

### **5.7.2 Kulvert i Kaigaten**

Kulvert i Kaigaten er en meget krevende konstruksjon, og spesielt spuntarbeidet vil være krevende pga. kulturlagene. Det er sannsynlig en del trevirke i grunnen som kan vanskeliggjøre arbeidet, ref[17].

I Oppsummeringsrapport [4] er totalkostnaden for kulvert i Kaigaten foreslått økt.

#### **Priser**

Prisene som er gitt i Anslag er erfaringspriser fra Bybanen byggetrinn 1 og 2, og kvalitetssikret opp mot Byggetrinn 3. Statens vegvesen har også kommet med erfaringspriser som input til Anslag.

EKS mener at enhetsprisene i Anslag er for lave, og har økt disse.

### **5.7.3 Kulvert spesiell, i Peter Motzfeldts gate**

Denne kulverten er ikke dekket på en relevant måte i Anslag.

#### **Mengder**

EKS har estimert lengde basert på tegninger [16].

#### **Priser**

EKS vurderer at denne enhetsprisen til å være høyere enn generell kulvert, men noe lavere enn kulvert i Kaigaten grunnet blant annet infrastruktur i bakken.

### **5.7.4 Kulvert generelt**

Kulverter skal benyttes der det er mindre enn 5 meter fjelloverdekning.

## **Mengder**

EKS har ingen kommentar.

## **Priser**

Erfaringspriser er fra byggetrinn 1 og 2, og er antatt lik for alle kulverter.

EKS vurderer prisene som lave, og de ser ut til å kun inkludere betongarbeider. Kostnader for graving og eventuell spunting vil tilkomme.

### **5.7.5 Bruer**

Det er for alle alternativer identifisert behov for 3-4 banebruer. I tillegg har enkelte alternativer kjørebruer.

## **Mengder**

De ulike traséalternativene inneholder mellom 1.500-12.400 kvm bru. Det er betydelig mengdeusikkerhet på denne kostnadsposten.

## **Priser**

EKS vurderer gitte enhetspriser som relevante.

### **5.7.6 Entreprenørens rigg og drift**

Samme entreprenører her som for andre poster.

## **5.8 Støy**

### **Omfang**

Støytiltak omfatter for det meste eneboliger og leiligheter i nedre del av Sandviken og Amalie Skrams veg. Noen tiltak vil også kreves på NHH, men Eidsvåg tas ikke høyde for da det er planlagt nybygg i området. Tilsvarende gjelder også nord for Åsane. Næringseiendom i sentrum har ingen rettigheter i forhold til støy og støytiltak der er derfor utelatt.

Dagalternativene har mao et større omfang av støytiltak enn tunnelalternativene og det foreligger stor usikkerhet på dette omfanget da erfaringer fra Bybanen byggetrinn 1 og 2 ikke er direkte overførbare til Byggetrinn 4. Erfaringer tilsier imidlertid at det er flere boliger man må utføre støytiltak på enn først antatt.

EKS anser usikkerheten i omfang av støytiltak som stor. Dette inkluderer usikkerhet i type tiltak, eksempelvis er balansert ventilasjon meget fordyrende.

## **Priser**

Enhetspriser på kjente tiltak er bra dokumentert.

## **5.9 Andre tiltak**

Dette hovedområdet dekker ulike tiltak knyttet til idrettsbaner/klubbhus, kulturminner og trafikkavvikling.



### 5.9.1 Kulturminner

Denne posten er det svært vanskelig å estimere i en slik tidlig fase. Det er ikke inkludert sum for dette for tunnelalternativene og lik sum for alle andre.

EKS vurderer at det vil påløpe kostnader også i tunnelalternativene og at det bør legges stort usikkerhetsspenn på denne posten.

### 5.9.2 Trafikkavvikling i anleggsperioden

Denne posten er det svært vanskelig å estimere i en slik tidlig fase. De ulike alternativene vil ha ulike utfordringer.

## 5.10 Byggherrekostnader

Dette hovedområdet dekker alle byggherrekostnader knyttet til prosjektering, prosjektledelse og byggeledelse.

Byggherrekostnadene er estimert av erfaringspriser fra Bybanens tidligere byggetrinn.

Byggherrekostnader inneholder både prosjektering og felleskostnader, men ikke kostnader knyttet til grunnerv. Kostnadene er i hovedsak påvirket av lengden på byggetid, delvis av mengden ansatte/innleide, og når finansiering er på plass. Byggetrinn 4 er større og antakelig mer langvarig enn tidligere byggetrinn, og vil derfor kreve større byggherreorganisasjon.

I Anslag er byggherrekostnadene angitt likt for alle alternativer. Etter EKS oppfatning vil det være forskjeller, eksempelvis:

- Større omfang på alternativer med omlegging av Fløyfjellstunnelen.
- Mer prosjektering på dagalternativer enn tunnel.

Det er EKS' erfaring at byggherrekostnadene generelt sett øker. Kostnadene bør her også inkludere arbeidet fra og med neste fase, dvs. detaljplanlegging, grunnundersøkelser og reguleringsarbeid, før man kommer til byggeplan og resterende arbeid.

### 5.11 Grunnerv

Kostnader til grunnerv er knyttet til arealer og bygninger i form av boliger og næringsvirksomhet som vil gå tapt som følge av utbyggingen av Bybanen. Dersom det er næringsseiendom som må innløses gir det en større kostnad enn for eneboliger.

Det er naturlig at tunnelalternativ medfører mindre kostnader knyttet til grunnerv enn alternativ i dagen.

Grunnervskostnadene dekker bare nødvendige tekniske behov, og tar ikke hensyn til støytiltak. Kostnader i forbindelse med støy er beskrevet nærmere i kapittel 5.8.

#### Mengder

I en slik tidligfase av prosjektet, med mange alternativer, er det ikke formålstjenlig med detaljert befarings og søk i eiendomsdatabaser. Prosjektgruppen har derfor identifisert objekter (bygninger og areal) gjennom bruk av digitale kart på Internett. Disse estimatene er ikke pålagt ekstra usikkerhet, kun identifisering av konkrete objekter.

Identifiseringen av objektene for Anslag 2013 er gjort av ekstern konsulent, mens prissettingen er gjort av Bybanen Utbygging. Ekstern konsulent var ikke engasjert i revisjon av grunnervervskostnader under Anslagsprosessen i 2014.

Identifiseringen av objekter for underlag for Anslagsprosessen i 2013 ble utført på et tidspunkt der detaljer rundt plassering av de ulike alternativene ikke var ferdigstilt. Dette var særlig tilfellet for Åsane. I sammenheng med Anslag 2014 ble det gjort en ny vurdering av grunnerverv, der omfanget ble estimert betydelig høyere for alle alternativ unntatt ett.

### Priser

Enhetspriser er bygd på erfaringer fra tidligere byggetrinn, noe EKS vurderer som relevant.

EKS vurderinger:

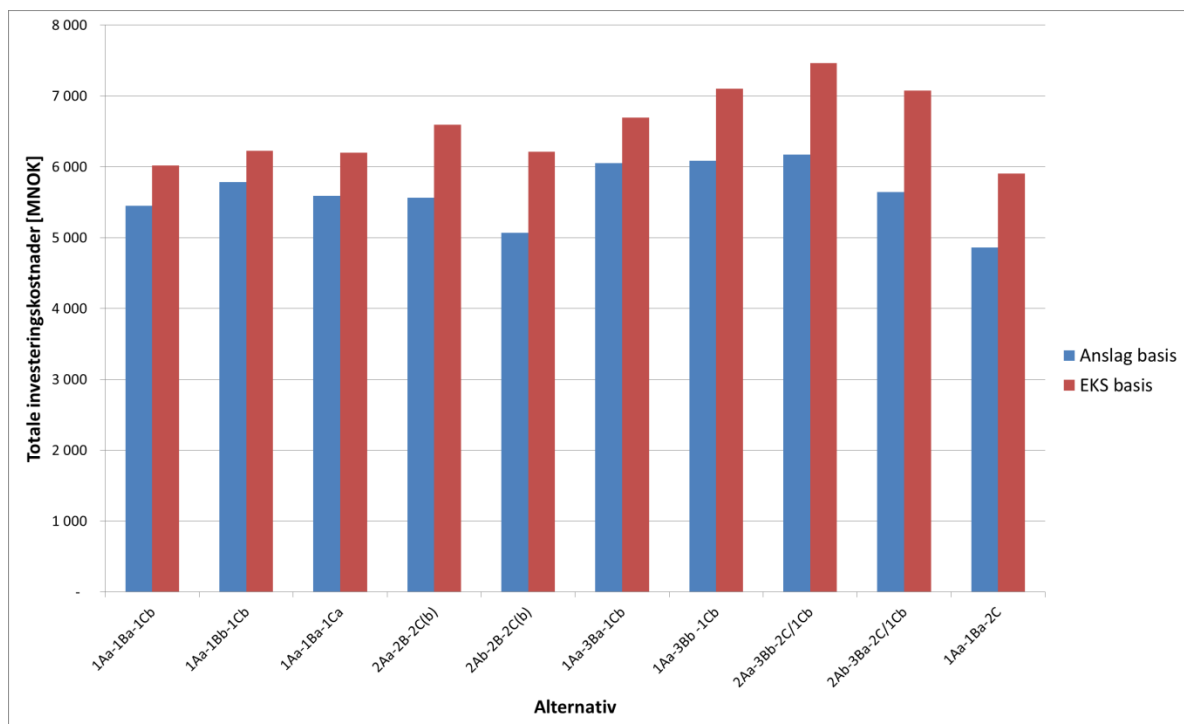
- Det er ikke identifisert hvilke prinsipp som skal gjelde for grunnerverv.
- Estimeringsmetodikken reflekterer prosjektets fase, og ansees som adekvat. Det må likevel påpekes at risikoen for feilidentifisering av objekter er betydelig, og det er krevende å sette konkrete grenser for hva som skal inngå i omfang eller ikke.
- Den store endringen som vises i Oppsummeringsrapporten [4] viser at grunnervervskostnadene er betydelig sensitive for traséforskyvning og detaljering.
- Bygninger som ble forutsatt revet ble identifisert av delprosjektlederne hos konsulent. Etter at estimatet ble gjort ble det ikke utført en systematisk kvalitetssikring, men det har vært løpende diskusjon på hvilke objekter som bør innløses. I forbindelse med oppsummeringsrapporten [4] ble det gjort en fullstendig gjennomgang og kvalitetssikring av hvilke bygg som måtte innløses.
- EKS mener at det vil være større mulighet for økning i mengder enn reduksjoner.

## 5.12 Endringer i basiskalkyler

Drøftingen i dette kapittelet har ført til at EKS har endret prosjektets basiskalkyler som vist i Tabell 5-1 og Figur 5-2 under. Detaljert informasjon om endringene er vist i Bilag 2.

| Post                         | Alternativenes investeringskostnader [MNOK] |              |              |              |              |              |              |                |                |              |
|------------------------------|---------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|--------------|
|                              | 1Aa-1Ba-1Cb                                 | 1Aa-1Bb-1Cb  | 1Aa-1Ba-1Ca  | 2Aa-2B-2C(b) | 2Ab-2B-2C(b) | 1Aa-3Ba-1Cb  | 1Aa-3Bb-1Cb  | 2Aa-3Bb-2C/1Cb | 2Ab-3Ba-2C/1Cb | 1Aa-1Ba-2C   |
| Anslag basis                 | 5 450                                       | 5 783        | 5 589        | 5 560        | 5 066        | 6 050        | 6 086        | 6 175          | 5 645          | 4 859        |
| A Grunnarbeider bane         | 33                                          | 33           | 33           | 51           | 51           | -87          | 198          | 391            | 433            | 155          |
| B Baneteknisk                | 128                                         | 127          | 129          | 128          | 129          | 128          | 128          | 128            | 128            | 130          |
| C Veg og trafikk             | 16                                          | 16           | 21           | 16           | 16           | 66           | 88           | 88             | 88             | 16           |
| D Konstruksjoner             | 119                                         | 119          | 119          | 238          | 295          | 111          | 100          | 160            | 218            | 169          |
| F Støy                       | -                                           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -10            | -20            | -            |
| G Andre tiltak               | -                                           | -            | -            | 15           | 10           | 10           | -            | 15             | 10             | -            |
| P Byggherrekostnader         | 243                                         | 270          | 275          | 274          | 185          | 316          | 405          | 419            | 314            | 233          |
| Q Grunnerverv                | 30                                          | -120         | 30           | 310          | 460          | 100          | 100          | 100            | 260            | 340          |
| <b>EKS basis</b>             | <b>6 019</b>                                | <b>6 228</b> | <b>6 196</b> | <b>6 592</b> | <b>6 213</b> | <b>6 694</b> | <b>7 105</b> | <b>7 465</b>   | <b>7 075</b>   | <b>5 902</b> |
| <i>Sum endringer i basis</i> | <i>569</i>                                  | <i>445</i>   | <i>607</i>   | <i>1 031</i> | <i>1 146</i> | <i>644</i>   | <i>1 019</i> | <i>1 290</i>   | <i>1 430</i>   | <i>1 043</i> |

Tabell 5-1 Oversikt over endringer i basiskalkyle: Anslag til EKS

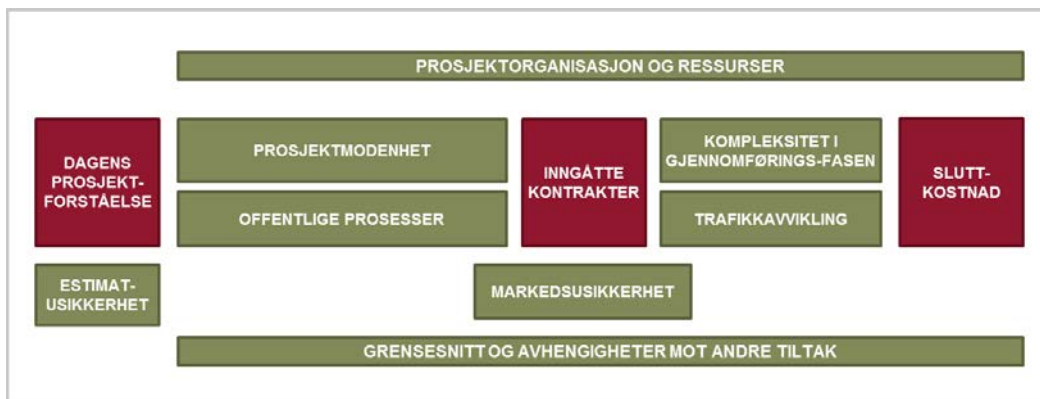


Figur 5-2 Oversikt basiskostnad Anslag og EKS

## 6 KVALITETSSIKRERS USIKKERHETSFAKTORER

### 6.1 Innledning

I kap. 4 er rammeverk for ulike typer usikkerhet vist. I foregående kapittel ble mengder og enhetspriser drøftet for dagens prosjektforståelse. I figuren under utgjør dette usikkerhetselementet estimatusikkerheten.



Figur 6-1 Oversikt over usikkerhetselementer

Det totale usikkerhetsbildet for prosjektkostnader er imidlertid i stor grad påvirket av elementer som ikke er direkte knyttet til estimering av mengder og enhetspriser for dagens prosjektforståelse. I dette kapittelet drøftes ulike usikkerhetsfaktorer som vil påvirke prosjektet, og hvordan disse er forskjellige mellom de ulike delalternativene.

### 6.2 Kvantifisering av usikkerhetsfaktorer

I analyser av prosjekter i tidligfase med mange alternativ er det vanlig/formålstjenlig å vurdere usikkerhet med en enkel skala fra 1 til 6.

|               |   |
|---------------|---|
| Meget høy     | 6 |
| Høy           | 5 |
| Over middels  | 4 |
| Under middels | 3 |
| Lav           | 2 |
| Neglisjerbar  | 1 |

Tabell 6-1 Beskrivelse av usikkerhetsfaktorskala

For detaljering av kvantifisering av usikkerhetsfaktorene til prosjektet, se bilag 3.

### 6.3 Prosjektmodenhet

Ulike alternativer kan ha ulik grad av modning: Teknisk, konseptuelt, generell detaljering, gjenstående designutvikling osv. Dette er ren teknisk prosjektmodning, og dekker ikke offentlige prosesser og grensesnitt (se under).

| Delområde | Delalternativ | Beskrivelse/status                                                                                                          | Spesielle forhold/gjenstående detaljering                                                                                                                                                                                                                                             | Kvantifisering |
|-----------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Sentrum   | 1Aa           | Det er denne traséen som har kommet lengst i detaljering.                                                                   | Design av trasé over Bryggen.<br>Trafikksystem og framkommelighet.<br>Omlagging av infrastruktur under bakken.                                                                                                                                                                        | 2              |
|           | 2Aa           | Ikke like gjennomarbeidet som 1Aa.                                                                                          | Stasjonsutforming generelt, og underjordisk stasjon i Christies gate spesielt.<br>Avklaring på trafikk- og kollektivomlegging.<br>Omlagging av infrastruktur under bakken.<br>Anlegg i fjellet.<br>Grunnvann og dreneringsproblematikk.<br>Spuntløsninger.<br>Tverrslagsproblematikk. | 4              |
|           | 2Ab           | Delalternativet kan være mer umodent enn 2Aa, men inneholder ikke den kompliserte underjordiske stasjonen i Christies gate. | Setningskostnader.<br>Kulvert i Peter Motzfeldtsgate, og uavklart overgang til fjelltunnel.<br>Trafikkavvikling.<br>Stasjonsutforming generelt.<br>Tverrslagsproblematikk.                                                                                                            | 4              |
| Sandviken | 1Ba           | Detaljert, men ikke på nivå med dagalternativ i sentrum.                                                                    | Koblingen til videre trasé i Eidsvåg er endret.<br>Løsning ved NHH.<br>Trafikkomlegging.<br>Usikkerhet ved grunnforhold i Eidsvåg.<br>Løsninger for sykkelvei i Sandviken er uavklart.                                                                                                | 3              |
|           | 1Bb           | Som 1Ba, men løsning med stasjon i Nyhavnsveien.                                                                            | Som delalternativ 1Ba, men grunnet lav modenhet på traséløsningen via Nyhavnsveien for å dekke området er usikkerheten noe større.                                                                                                                                                    | 4              |
|           | 2B            | Modenhet på nivå med dagalternativ i sentrum.                                                                               | Underjordisk stasjon: adkomst og rømningsveier.<br>Tverrslagsproblematikk.<br>Overskuddsmasse.                                                                                                                                                                                        | 3              |
|           | 3Ba           | Mindre modent enn dagalternativene i Sandviken (1B).                                                                        | Holdeplass v/ Sandviken kirke: Geologi og tett bebyggelse.<br>Kryssløsninger som ikke er konsekvensutredet.<br>Usikkerhet ved kryssløsning i Eidsvåg.<br>Detaljeringen Skuteviken - Amalie Skrams vei.<br>Tilkobling Fløyfjellstunnelen.<br>Kryssløsning ved Glasknag.                | 4              |
|           | 3Bb           | Tilsvarende modenhet som 3Ba.                                                                                               | Kryssløsninger som ikke er konsekvensutredet.<br>Usikkerhet ved kryssløsning i Eidsvåg.<br>Trafikkregulering.<br>Kryssløsning ved Glasknag.<br>Tilkobling Fløyfjellstunnelen.                                                                                                         | 4              |
| Åsane     | 1Ca           | Åsane mindre modent enn Sandviken og sentrum generelt.                                                                      | Utfordringer inngrep bebyggelse og idrettsanlegg.<br>Kryssing av E39.<br>Bruk av C-tomten.                                                                                                                                                                                            | 4              |
|           | 1Cb           | Åsane mindre modent enn Sandviken og sentrum generelt.                                                                      | Som 1Ca, men trolig enklere kryssing av E39.                                                                                                                                                                                                                                          | 4              |

|  |    |                                                        |                                                                                                                                                                                                                |   |
|--|----|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|  | 2C | Åsane mindre modent enn Sandviken og sentrum generelt. | Tverrslagsproblematikk.<br>Fram til Åsane er det greit.<br>Gjennom Åsane følges gjeldende reguleringsplaner, og således stor modenhet.<br>Mellom Åsane og Nyborg utfordringer i forbindelse med tunnelløsning. | 3 |
|--|----|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

## 6.4 Offentlige behandlingsprosesser

Usikkerhet knyttet til regulering, grunnverv/erstatninger, konsekvenser av rekkefølgebestemmelser, kulturmyndigheter etc.

| Delområde | Delalternativ | Spesielle forhold                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kvantifisering |
|-----------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Sentrum   | 1Aa           | Kulturminner.<br>Bryggen (verdensarv).<br>Avbøtende tiltak for annen trafikk.<br>Generell utforming av høyde over havet.<br>Sandbrogaten: Mulig utgravinger i grunn med kulturminner i grunn.<br>Trafikkavvikling / utrykningskjøretøy (evt. Innspill fra politi).                         | 2              |
|           | 2Aa           | Riksantikvar / kulturminne: utfordringer tilkomst stasjon Christies gt.<br>Setningsproblematikk på historiske bygninger.<br>Krav til tunnel bak bryggen: Risiko for grunnvannstand på bryggen.<br>Brannsikring av underjordiske stasjoner.<br>Trafikkavvikling.                            | 4              |
|           | 2Ab           | Nærhet til historiske bygninger, og derfor setningsproblematikk.<br>Kulturminne og trafikkavvikling er relevante elementer.                                                                                                                                                                | 3              |
| Sandviken | 1Ba           | Utfordringer med myndighetsprosesser er oversiktlige og tatt høyde for i estimatusikkerheten. Statens Vegvesen har flere innsigelser ang. sykkelløsninger i Sandviken, og spesielt kryss ved Sandviken sykehus. Dette er imidlertid hensyntatt under usikkerhetsfaktoren prosjektmodenhet. | 2              |
|           | 1Bb           | Tilsvarende 1Ba.                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2              |
|           | 2B            | Lange tunnelstrekk gir lite rom for offentlige behandlingsprosesser som gir kostnadskonsekvenser.                                                                                                                                                                                          | 1              |
|           | 3Ba           | Det er ikke vanlig at Bergen Kommune regulerer Europaveg. Usikkerhet knyttet til prosess.<br>Konflikt med gårdsbruk på Eidsvåg.                                                                                                                                                            | 4              |
|           | 3Bb           | Tilsvarende 3Ba.                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4              |
| Åsane     | 1Ca           | Opererer stort sett i områder det er operert i tidligere. Derfor forventer en mindre offentlige prosesser for traséalternativer i Åsane.<br>Drenering av C-tomten.<br>Utnyttelse av C-tomten knyttet opp mot E39.                                                                          | 2              |
|           | 1Cb           | Tilsvarende 1Ca.                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2              |
|           | 2C            | Lange tunneler og ferdigregulerte områder i Åsane sentrum.                                                                                                                                                                                                                                 | 1              |

## 6.5 Grensesnitt og avhengigheter mot andre tiltak og interesser

Andre prosjekter, drift og vedlikehold, naboer etc.

| Delområde | Delalternativ | Spesielle forhold                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kvantifiserin<br>g |
|-----------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Sentrum   | 1Aa           | Butikker.<br>Turisme, spesielt Bryggen.<br>Jernbaneverkets eksisterende tunnel i nærheten av Sandbrogaten.<br>Teknisk infrastruktur: Fjernvarme, ledningsanlegg etc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                  |
|           | 2Aa           | Butikker.<br>Turisme, spesielt Fløyen.<br>Teknisk infrastruktur: Fjernvarme, ledningsanlegg etc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2                  |
|           | 2Ab           | Tilsvarende som 2Aa, men mindre komplisert ifht teknisk infrastruktur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2                  |
| Sandviken | 1Ba           | Aktiviteter langs hele strekket: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NHH</b><br/>Hvordan man skal håndtere holdeplassen i forhold til skolen? Hvor mye plass skal prosjektet ta? Går utover parkeringsplassen som står der i dag.</li> <li>• <b>Sandviken sjøfront</b><br/>Tilkomsttunnel håndteres som vanlig.<br/>Hele området er satt av til transformasjonsområder (flere aktører venter på svar).</li> <li>• <b>Christianholm</b> – koordineres av kommunen<br/>Stor aktør, Nauman bygg ikke helt enig og har andre tanker om videre planer.<br/>Dagløsning Bybanen – begrenset areal for et godt sykkeltilbud.<br/>Må evt. ta areal langs Neumann bygg for å få en fullverdig løsning.<br/>Strekning 400 m (+/-) hvor det er en kombinert sykkeløsning så lenge dette bygget står der det er.<br/>Kostnadskonsekvens: Ekstra grunnverv og litt støy.</li> <li>• <b>Eidsvåg:</b><br/>Ligger inne i områdeplanen (slik beskrevet under 2B).</li> </ul> | 2                  |
|           | 1Bb           | Tilsvarende 1Ba. I tillegg må boligblokk rives.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2                  |
|           | 2B            | Det er enkle grensesnittutfordringer. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Eidsvåg:</b><br/>Jobbes med stor områdeplan på østsiden. Alternativ som inngår i planen gir holdeplass midt i området det her er snakk om. Løsningen må finnes, mye gjenstår, men ikke konflikt i utgangspunktet.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1                  |
|           | 3Ba           | Grensesnitt mot E39 kryss og nye utviklingsplaner: Komplisert<br>Nærhet til Sandviken kirke som er et fredet anlegg.<br>Grensesnitt mot drikkevannskilden: Prosjektet regner med at banen vil gå nedenfor drikkevannet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4                  |
|           | 3Bb           | Tilsvarende 3Ba, men inkluderer ikke grensesnittutfordringene vedrørende Sandviken kirke.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3                  |
| Åsane     | 1Ca           | E39.<br>Depot i Åsane.<br>Utbygging Nyborg.<br>Grensesnitt mot utvikling på C-tomten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                  |
|           | 1Cb           | Tilsvarende 1Ca                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3                  |
|           | 2C            | Åsane senter: Grensesnitt mot næringsinteresser som p.t er lagt på is.<br>Ellers tilsvarende 1Ca/b nord for Nyborg.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                  |



## 6.6 Markedsusikkerhet

Bybanen oppfattes å være et attraktivt prosjekt for både lokale, nasjonale og internasjonale entreprenører/leverandører.

De ulike delene av prosjektet henvender seg til ulike marked:

- Grunnarbeid og tunnel er tradisjonelle bygg og anleggs arbeid som henvender seg til både norske og internasjonale aktører, avhengig primært av kontraktstørrelsen.
- Internasjonale entreprenører legger spor
- Trolig norske leverandører av lavspent baneteknikk

Det er flere store konkurrerende prosjekter i regionen i samme tidsrom som Bybanen forventes å bygges.

Markedsusikkerheten er stor for alle alternativ, og EKS finner det ikke rimelig å skille alternativene da vi ikke vet per i dag hvordan kontraktstrukturen vil være og at kontraktgrensene trolig ikke vil følge dagens systemgrenser mellom de ulike alternativene.

Usikkerhet settes til 5.

## 6.7 Prosjektorganisasjon og ressurser

Er det forskjell i mellom alternativene mht. behov for kompetanse og ressurser? Er det spesielle organisatoriske utfordringer ved alternativene ? Har alternativene ulik gjennomføringstid, ulik usikkerhet mht. kontinuitet?

| Delområde | Delalternativ | Spesielle forhold                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kvantifisering |
|-----------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Sentrum   | 1Aa           | Dagløsningen er i stor grad sammenlignbar med tidligere traséer, med kanskje noe mer trafikkmessige utfordringer og med generelt mer omfattende interessenthåndtering.<br><br>Behov for spesialkompetanse: <ul style="list-style-type: none"> <li>Landskapsarkitekter</li> <li>HMS: Ta hensyn til turister og vanlige folk som ferdes i sentrum under byggeperioder</li> </ul> | 2              |
|           | 2Aa           | Organisasjonen har ikke bygget denne type anlegg tidligere.<br>Behov for spesialkompetanse: <ul style="list-style-type: none"> <li>Spesielle prosjekteringsfag</li> <li>Geologer.</li> <li>HMS-tiltak rund stor byggegrep i Christies gate.</li> </ul>                                                                                                                         | 3              |
|           | 2Ab           | Inkluderer ikke Christies gate, men HMS tiltak rundt innslag av tunnel og kulvert i Peter Motzfeldtsgate er minst like nødvendig her.                                                                                                                                                                                                                                          | 3              |
| Sandviken | 1Ba           | Dagløsningen er i stor grad sammenlignbar med tidligere traséer, med kanskje noe mer trafikkmessige utfordringer og med generelt mer omfattende interessenthåndtering.                                                                                                                                                                                                         | 2              |
|           | 1Bb           | Tilsvarende 1Ba.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2              |
|           | 2B            | Stort tunnelprosjekt, men mindre krevende interessenthåndtering.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2              |
|           | 3Ba           | Organisasjonen har ikke bygget denne type anlegg tidligere.<br>Behov for spesialkompetanse: <ul style="list-style-type: none"> <li>Spesielle prosjekteringsfag</li> <li>Geologer.</li> </ul><br>Krevende HMS-tiltak ved påkoblingen til Fløyfjellstunnelen forventes.                                                                                                          | 3              |
|           | 3Bb           | Tilsvarende 3Ba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3              |
| Åsane     | 1Ca           | Mer kjent anlegg, som bidrar til mindre utfordringer for en prosjektorganisasjon.                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2              |
|           | 1Cb           | Tilsvarende 1Ca                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2              |
|           | 2C            | Tilsvarende 2B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2              |

## 6.8 Kompleksitet i gjennomføringsfasen

Har alternativene ulike utfordringer i gjennomføringsfasen? F.eks. teknisk, framdriftsmessig, interessenthåndtering, behov for midlertidige tiltak, utfordring ved samtidig bygging og drift. særlige utfordringer i forbindelse med idriftsettelse osv..

| Delområde | Deltalternativ | Spesielle forhold                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Kvantifisering |
|-----------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Sentrum   | 1Aa            | Mer ukjente forhold knyttet til grunnforhold i dagløsningen (grave seg ned i gamle veier) og kan være mye dårligere enn man tror.<br>Man opplevde en del i Kaigaten av ukjente anlegg, men begrenset ettersom man bare skal 1-2 m ned. Dagalternativet har større mulighet for fleksibilitet mht. flere mulige angrepspunkter ved eventuelle tidsforsinkelser, men utfordringer ift. omlegginger av VA-anlegg/ teknisk infrastruktur kan begrense denne fleksibiliteten. | 5              |
|           | 2Aa            | Injisering er alltid en strikk som kan medføre store endringer, spesielt på løsmassedelen mer enn fjelldelen.<br>Risikoen ift ikke å få dette tett<br>Det kan være problematisk å ramme pelene ned gjennom kulturlagene, og spesielt siden det er gammelt trevirke nede i grunnen.<br>Potensialet på kostnadsøkninger er større her enn dagløsningen.<br>Tverrslagsproblematikk er ikke vurdert i estimatusikkerhet for noen av tunnelene.                               | 6              |
|           | 2Ab            | Tilsvarende 2Aa, men noe mindre usikkerhet på kompleksitet i gjennomføringsfasen da alternativet ikke inkluderer underjordisk stasjon i Christies gate.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5              |
| Sandviken | 1Ba            | Det er komplisert og det er trangt, tilsvarende som for dagalternativ i B.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5              |
|           | 1Bb            | Tilsvarende 1Ba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5              |
|           | 2B             | Enklest gjennomføringsfase av alle delalternativene i prosjektet, da det består av få stopp og lang tunnelstrekning.<br>Tverrslagsproblematikk er ikke vurdert i estimatusikkerhet for noen av tunnelene.                                                                                                                                                                                                                                                                | 3              |
|           | 3Ba            | Det er kompliserende at en skal inn i dagens Fløyfjellstunnel.<br>Tverrslagsproblematikk er ikke vurdert i estimatusikkerhet for noen av tunnelene.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5              |
|           | 3Bb            | Tilsvarende 3Ba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5              |
| Åsane     | 1Ca            | Kryssing i bro ("gedigen bro") over E39, teknisk komplisert i tillegg til at man har kulverter. Det er knyttet kostnad men ikke nødvendigvis komplisert.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5              |
|           | 1Cb            | Tilsvarende 1Ca                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5              |
|           | 2C             | Utfordringer ved kryssing av kulvert som dukker ned under E39<br>Grunnforhold<br>Tilkobling til i eksisterende prosjekter.<br>Tverrslagsproblematikk er ikke vurdert i estimatusikkerhet for noen av tunnelene.                                                                                                                                                                                                                                                          | 5              |

## 6.9 Trafikkavvikling

Utfordringer med trafikkavvikling i anleggsfase vurderes som eget element.

| Delområde | Delalternativ | Spesielle forhold                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kvantifisering |
|-----------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Sentrum   | 1Aa           | Estimatusikkerhet tar høyde for trafikkavvikling i sentrum i stor grad.<br>Anleggsfase: Usikkert om prosjektet får tillatelse til å stenge torget, men kan være mulig å opprettholde trafikk grunnet god bredde.<br>Permanent fase: Krever omlegging av trafikk i sentrum. Ikke aktuelt å stenge torget permanent. | 1              |
|           | 2Aa           | Anleggsfase: Christies gate og Kaigaten må stenges av. Medfører større omlegging av kollektiv i Kaigaten.<br>Permanent fase: Inkluderer IKKE omlegging av trafikk i sentrum.                                                                                                                                       | 2              |
|           | 2Ab           | Anleggsfase: Minst utfordrende av alle alternativene i sentrum.<br>Permanent fase: Inkluderer ikke omlegging av trafikk i sentrum, men medfører større omlegging av kollektiv i Kaigaten (hvor det også skal etableres en holdeplass)                                                                              | 1              |
| Sandviken | 1Ba           | Moderat omfang av trafikkavvikling.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1              |
|           | 1Bb           | Moderat omfang av trafikkavvikling.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1              |
|           | 2B            | Moderat omfang av trafikkavvikling.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1              |
|           | 3Ba           | Tilkobling til eksisterende Fløyfjellstunnel krever trafikkomlegging, da E39 vil måtte gå via omkjøring en periode.                                                                                                                                                                                                | 2              |
|           | 3Bb           | Tilsvarende 3Ba                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2              |
| Åsane     | 1Ca           | Moderat omfang av trafikkavvikling.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1              |
|           | 1Cb           | Moderat omfang av trafikkavvikling.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1              |
|           | 2C            | Moderat omfang av trafikkavvikling.                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1              |

## 6.10 Kvantifisering av usikkerhetsfaktorer

| Alternativ |     | Prosjektmodenhet | Offentlige behandlingsprosesser | Grensesnitt og avhengigheter | Markedsusikkerhet | Prosjektorganisasjon og ressurser | Kompleksitet i gjennomføringsfasen | Trafikkavvikling | Sum |
|------------|-----|------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|-----|
| Sentrum    | 1Aa | 2                | 2                               | 2                            | 5                 | 2                                 | 5                                  | 1                | 19  |
|            | 2Aa | 4                | 4                               | 2                            | 5                 | 3                                 | 6                                  | 2                | 26  |
|            | 2Ab | 4                | 3                               | 2                            | 5                 | 3                                 | 5                                  | 1                | 23  |
| Sandviken  | 1Ba | 3                | 2                               | 2                            | 5                 | 2                                 | 5                                  | 1                | 20  |
|            | 1Bb | 4                | 2                               | 2                            | 5                 | 2                                 | 5                                  | 1                | 21  |
|            | 2B  | 3                | 1                               | 1                            | 5                 | 2                                 | 3                                  | 1                | 16  |
|            | 3Ba | 4                | 4                               | 4                            | 5                 | 3                                 | 5                                  | 2                | 27  |
|            | 3Bb | 4                | 4                               | 3                            | 5                 | 3                                 | 5                                  | 1                | 25  |
| Åsane      | 1Ca | 4                | 2                               | 3                            | 5                 | 2                                 | 5                                  | 1                | 22  |
|            | 1Cb | 4                | 2                               | 3                            | 5                 | 2                                 | 5                                  | 1                | 22  |
|            | 2C  | 3                | 1                               | 2                            | 5                 | 2                                 | 5                                  | 1                | 19  |

Tabell 6-2 Oppsummering av usikkerhetsfaktorer  
Grønn 1-2, Gul 3-4, Rød 5-6

## 7 RESULTATER

### 7.1 Innledning

Basert på input som drøftet i kapittel 5 og 6, er det etablert en modell for å beregne den totale kostnadsusikkerheten på de ulike alternativene.

Modellen baseres på simulering der flere tusen mulige utfall av prosjektkostnadene beregnes, for å avdekke det totale usikkerhetsbildet.

Dette kapitlet vil vise spennet i kostnader, og hvilke faktorer som bidrar mest til usikkerhetsbildet.

### 7.2 Resultattabell

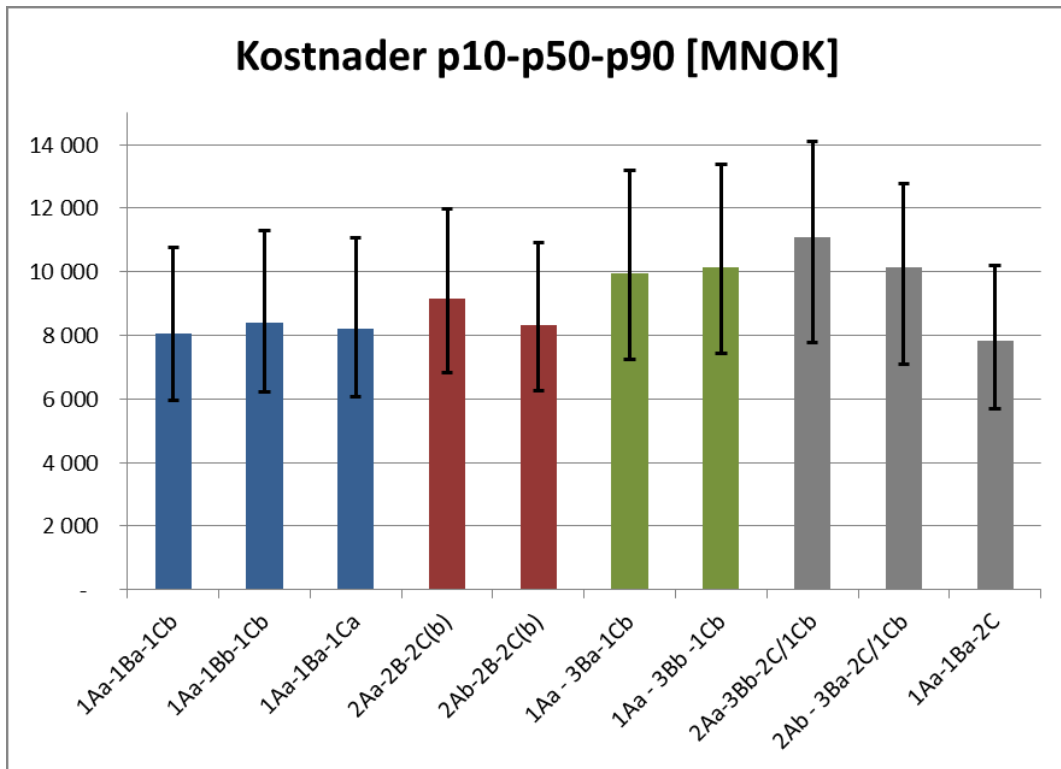
Sentrale verdier fra analysen er gjengitt i Tabell 7-1 under:

| Alternativ       | MNOK  |        |        |
|------------------|-------|--------|--------|
|                  | p10   | p50    | p90    |
| 1Aa-1Ba-1Cb      | 5 900 | 8 100  | 10 700 |
| 1Aa-1Bb-1Cb      | 6 200 | 8 400  | 11 100 |
| 1Aa-1Ba-1Ca      | 6 000 | 8 200  | 10 900 |
| 2Aa-2B-2C(b)     | 6 800 | 9 200  | 11 900 |
| 2Ab-2B-2C(b)     | 6 200 | 8 300  | 10 800 |
| 1Aa - 3Ba-1Cb    | 7 300 | 10 000 | 13 200 |
| 1Aa - 3Bb -1Cb   | 7 400 | 10 100 | 13 400 |
| 2Aa-3Bb-2C/1Cb   | 8 000 | 11 100 | 14 600 |
| 2Ab - 3Ba-2C/1Cb | 7 400 | 10 100 | 13 400 |
| 1Aa-1Ba-2C       | 5 800 | 7 800  | 10 400 |

Tabell 7-1 Sentrale verdier fra analysen

P10 er kostnaden som opptrer i 1 av 10 tilfeller i optimistisk utfall, mens P90 er tilsvarende ved pessimistisk utfall. P50 har like stor sannsynlighet for å bli overskredet som underskredet. Verdiene i tabellen er avrundet til nærmeste 100 mill. kroner.

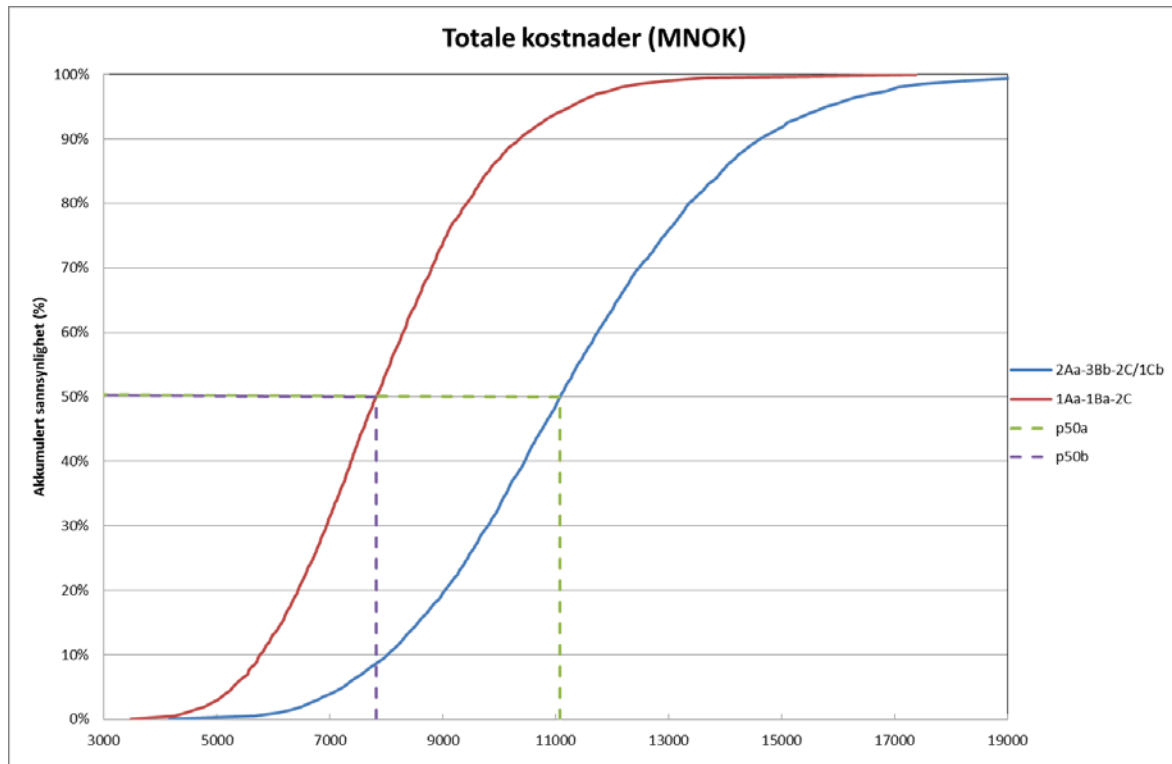
Tabellen med de sentrale verdiene er i figuren under illustrert i et diagram, hvor en tydelig ser kostnadsforskjellene for de ulike alternativene. Usikkerhetsspennet p10 og p90 er illustrert for hvert alternativ:



Figur 7-1 Kostnader per alternativ, med usikkerhetsspenn (p10-p50-p90)

### 7.3 S-kurver

Figuren under viser totalkostnadene til traséalternativene med lavest og høyest p50 i form av S-kurver. Disse alternativene er vist kun fordi de representerer ytterverdiene, og valget reflekterer ikke noen foretrukne løsninger.



Figur 7-2 S-kurve for rimeligste og dyreste alternativ.

S-kurver angir akkumulert sannsynlighet i prosent (y-aksen) for at den endelige totalkostnaden er lik eller lavere enn en tilhørende verdi på x-aksen. Enheten på x-aksen er i millioner kroner.

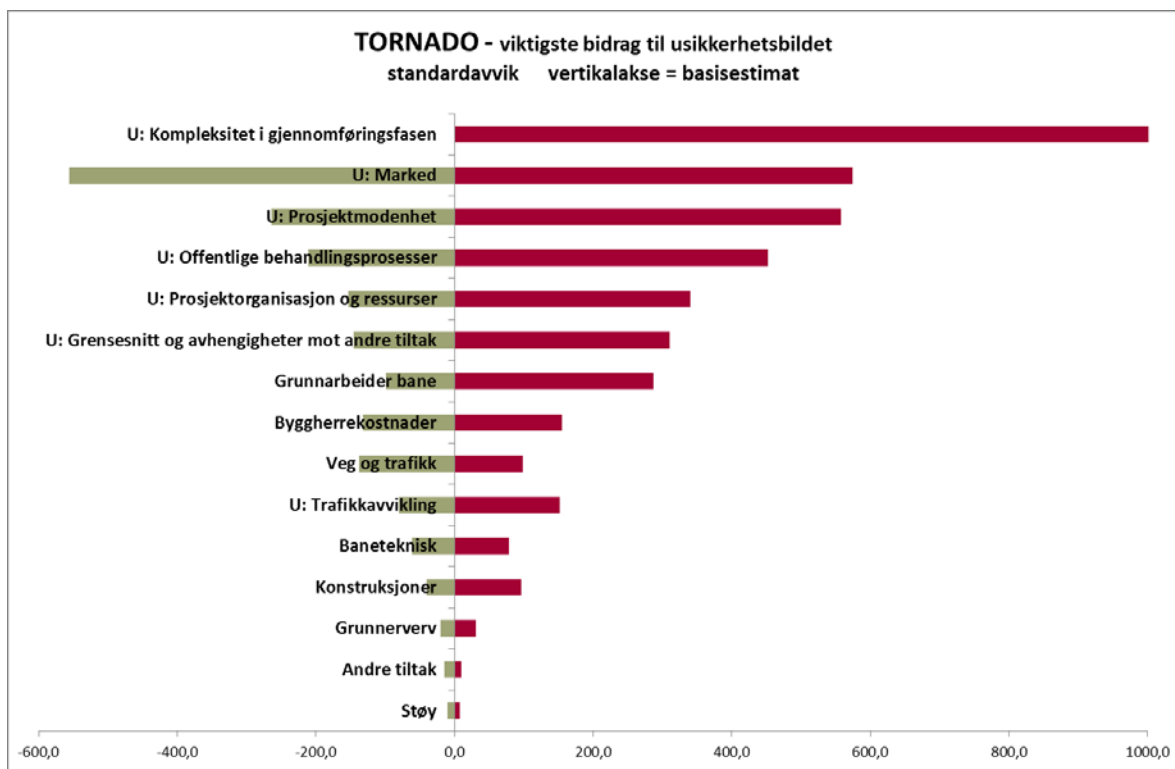
### 7.4 Bidrag til usikkerhet

Bidrag til usikkerhet synliggjøres ofte igjennom tornadodiagrammer. Diagrammet viser relativt hvordan de ulike elementene bidrar til usikkerheten og hvordan de er fordelt på mulighet- og trusselsiden. Diagrammene viser de viktigste bidragene til usikkerheten rangert fra topp til bunn.

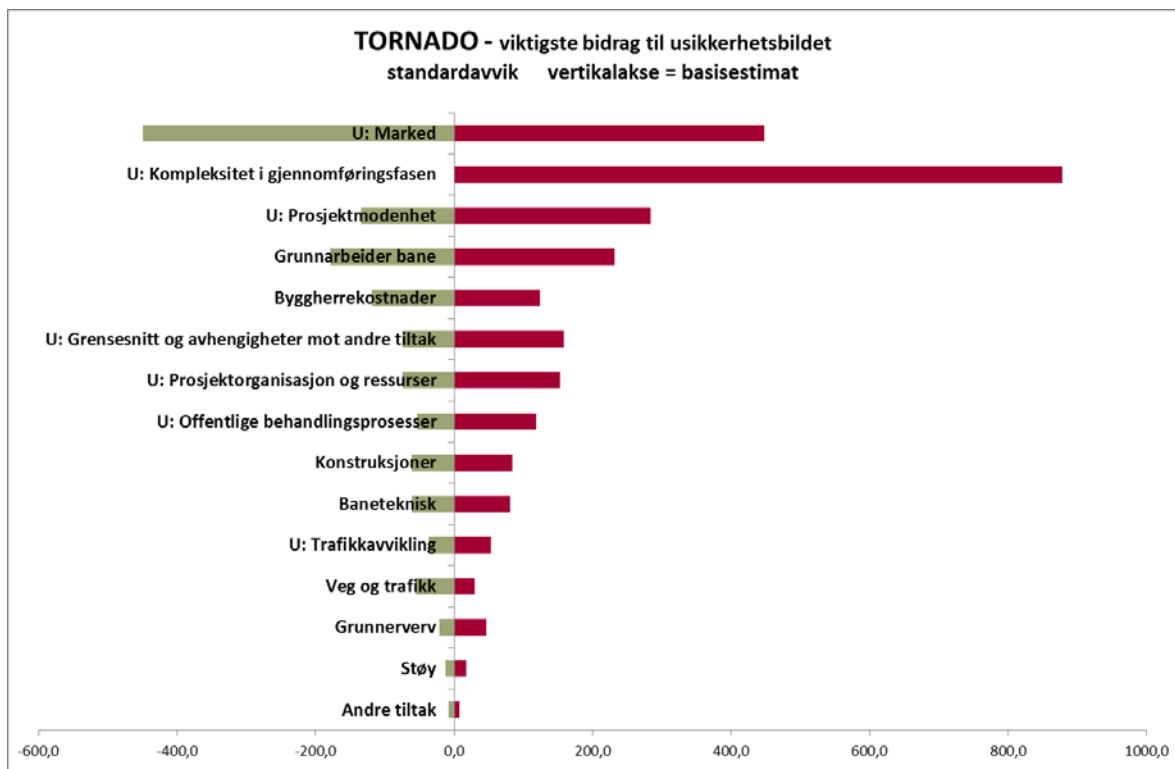
- Den vertikale linjen i diagrammet (0-linjen) viser basiskostnaden (mest sannsynlig kostnad for estimater, og 0 for usikkerhetsfaktorer)
  - Rød farge (til høyre for vertikalaksen) representerer usikkerheten i form av trusler
  - Grønn farge (til venstre for vertikalaksen) representerer usikkerheten i form av muligheter
- «U» angir hvilke elementer i tornadodiagrammet som representerer usikkerhetsfaktorene. Øvrige elementer viser usikkerhet innenfor estimatposter.

I figurene under er tornadodiagram for traséalternativene med lavest og høyest p50 i vist. Disse alternativene er vist kun fordi de representerer ytterverdiene, og valget reflekterer ikke noen foretrukne løsninger. I Bilag 4 vises tornadodiagram for samtlige alternativer.





Figur 7-3 Tornadodiagram for dyreste alternativ: 2Aa-3Bb-2C/1Cb



Figur 7-4 Tornadodiagram for rimeligste alternativ: 1Aa-1Ba-2C

## 7.5 Drøfting av resultater

Foreliggende usikkerhetsanalyse er gjort på 10 ulike alternativer i en tidlig fase av et stort og komplisert prosjekt, der det er betydelig usikkerhet knyttet til løsninger, detaljering, og videre prosjektforløp. Analysen viser standardavvik (et mål på usikkerhet) på et nivå som samsvarer med KS1 analyser (se kapittel 1.4). EKS anser derfor resultatene til å reflektere prosjektets nåværende fase.

I vurderingen av usikkerhetsbildet er det også viktig å være klar over de forutsetninger som er ilagt til grunn (jfr. kapittel 1.5). Eksempelvis dekker ikke usikkerhetsanalysen større premissendinger.

Det er også viktig i vurderingen av resultatene å ta i betraktning at de ulike alternativene har ulik måloppnåelse med tanke på gjennomgående sykkeløsning fra Bergen sentrum til Vågsbotn.

Usikkerhetsanalysen viser betydelige forskjeller mellom ulike alternativer. Det gjennomgående bildet er at alternativer med tunnelloøsning i sentrum (spesielt 2Aa) og alternativer i Sandviken som inkluderer forlenget Fløyfjellstunnel medfører høyere investeringskostnader og høyere usikkerhet enn øvrige alternativer. Dette har dels årsak i hvilke elementer som inngår i de ulike alternativene (se kap. 5 og bilag 2), og dels usikkerhetsfaktorene (se oppsummering i Tabell 6-2).

## 8 UNDERLAG FOR KVALITETSSIKRING

### 8.1 Dokumenter

Følgende dokumenter er mottatt og gjennomgått i forbindelse med kvalitetssikringen:

#### Generelle prosjektdokumenter:

- [1] Konsekvensutredning Bybanen. Bergen sentrum-Åsane  
Februar 2013
- [2] Konsekvensutredning Bybanen. Bergen sentrum-Åsane – Tilleggsutredninger  
Oktober 2013

#### Anslag og kostnader:

- [3] Statens Vegvesen: Anslagsmetoden – retningslinjer (2011).  
Håndbok 217.
- [4] Oppsummeringsrapport Anslag  
Konsekvensutredning Bybanen sentrum- Åsane  
Februar 2014
- [5] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ 1 – dagløsning. 1Aa-1Ba-1Cb. 29. januar 2013
- [6] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ 1 – dagløsning splittet sentrum. 1Ab-1Ba-1Cb. 29. januar 2013
- [7] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ 1 – dagløsning via Nyhavn. 1Aa-1Bb-1Cb. 29. januar 2013
- [8] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ 1 – dagløsning. 1Aa-1Ba-1Ca. 29. januar 2013
- [9] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ 2 – tunnel. 2Aa-2B-2Cb. 29. januar 2013
- [10] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ 2 – tunnel P Motzfeldtsgt. 2Ab-2B-2Cb. 29. januar 2013
- [11] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ 3 – Amalie Skramsv. 3Aa-3Ba-3Cb. 29. januar 2013
- [12] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ 3 – Sjøgaten. 3Aa-3Bb-3Cb. 29. januar 2013
- [13] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Kombinasjonsalternativ. 2Aa-3Bb-2C/1Cb. 17. februar 2014
- [14] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ komb. 2Ab-3Ba-2C/1Cb. 17. februar 2014

- [15] Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden, Bybanen Sentrum-Åsane  
Alternativ 1 dagløsning 1Aa-1Ba-2C. 17. februar 2014

**Tegninger:**

- [16] Konsekvensutredning Bybanen. Bergen sentrum-Åsane – Tegningshefte  
Februar 2013

**Annet:**

- [17] Notat Norconsult: Tunnelalternativ 2Aa  
Inngrep i Byparken, Kaigaten og Christies gate  
18. mars 2014

**8.2 Andre underlag**

- [18] E-post med regneark grunnerverv
- [19] Fråsegn til høyring – Bybane Bergen sentrum-Åsane,  
Hordaland Fylkesutval 31.10.2013

## **BILAG**

- Bilag 1 Møter og deltakere
- Bilag 2 Detaljer om estimatusikkerhet (unntatt offentlighet, jfr. Off-lovens § 23)
- Bilag 3 Detaljer om usikkerhetsdrivere
- Bilag 4 Detaljerte resultater

Kvalitetssikring av  
investeringskostnadene ved ulike  
traséalternativ for bybane til Åsane

**BILAG 1**  
**Møter og deltakere**

---

**Oppstartsmøte, Hordaland fylkeskommune, Bergen: 11.02.2014 kl. 1200 - 1600**

---

| Navn                       | Firma                   | Rolle                                                                                   |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Jon Martin Jacobsen        | Hordaland Fylkeskommune | Seksjonsleder vegseksjonen, Samferdselsavdelingen                                       |
| Solveig Mathiesen          | Bergen kommune          | Prosjektleder Bybanen, Etat for Plan og geodata                                         |
| Ivar Øvretvedt             | Bybanen utbygging       | Prosjekteringsjef for Bybanen Utbygging                                                 |
| Bente Utne                 | Hordaland Fylkeskommune | Vegseksjonen, Samferdselsavdelingen                                                     |
| Erlend Iversen             | Hordaland Fylkeskommune | Vegseksjonen, Samferdselsavdelingen<br>Prosjektgruppen planlegging bybanen byggetrinn 4 |
| Thomas H Heiberg-lürgensen | COWI                    | Ekstern kvalitetssikring                                                                |
| Jan Rune Baugstø           | Terramar                | Ekstern kvalitetssikring                                                                |
| Dagny Prytz                | Terramar                | Ekstern kvalitetssikring                                                                |

---

---

**Fellessamling, Scandic Hotell Neptun, Bergen: 11.03.2014 kl. 0800 - 1600**

---

| <b>Navn</b>                | <b>Firma</b>            | <b>Rolle</b>                                                                     |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Jon Martin Jacobsen        | Hordaland Fylkeskommune | Seksjonsleder vegseksjonen. Vært i prosjektgruppa under hele KU prosessen: Skyss |
| Solveig Mathiesen          | Bergen kommune          | Prosjektleder Bybanen, Etat for Plan og geodata                                  |
| Ivar Øvretvedt             | Bybanen utbygging       | Prosjekteringssjef for Bybanen Utbygging                                         |
| Bente Utne                 | Hordaland Fylkeskommune | Vegseksjonen, Samferdselsavdelingen                                              |
| Trude Rosendahl            | Norconsult              | Prosessleder Anslag                                                              |
| Arne Eltvik                | Statens vegvesen        | Prisgiver: Veganlegg inkl. anleggsfase og tunnel. Anslag. Prosjektleder SVV, E39 |
| Einar Borgen               | Bybanen utbygging       | Prisgiver: Feltnlegg og tunneler Anslag<br>Byggleder tunneler                    |
| Åge Johannes Haga          | Bybanen utbygging       | Prisgiver, Anslag.<br>Prosjektleder bybanen. Delprosjekt: Grunnentreprise, C11   |
| Thomas H Heiberg-lürgensen | COWI                    | Ekstern kvalitetssikring                                                         |
| Jan Rune Baugstø           | Terramar                | Ekstern kvalitetssikring                                                         |

---



---

**Fellessamling, Scandic Hotell Neptun, Bergen: 12.03.2014 kl. 0800 - 1500**

---

| Navn                       | Firma                   | Rolle                                                                                                  |
|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jon Martin Jacobsen        | Hordaland fylkeskommune | Seksjonsleder, vegseksjonen. Vært i prosjektgruppa under hele KU prosessen: Skyss                      |
| Solveig Mathiesen          | Bergen kommune          | Prosjektleder Bybanen, Etat for Plan og geodata                                                        |
| Ivar Øvretvedt             | Bybanen utbygging       | Prosjekteringssjef for Bybanen Utbygging                                                               |
| Bente Utne                 | Hordaland fylkeskommune | Administrativt, vegseksjonen                                                                           |
| Arne Eltvik                | Statens vegvesen        | Prisgiver: Veganlegg inkl. anleggsfase og tunnel. Anslag. Prosjektleder SVV, E39                       |
| Einar Borgen               | Bybanen utbygging       | Prisgiver: Feltnlegg og tunneler Anslag<br>Byggleder tunneler                                          |
| Åge Johannes Haga          | Bybanen utbygging       | Prisgiver, Anslag.                                                                                     |
| Rune Herdlevær             | Bergen kommune          | Prosjektinformasjon, fagsjef transportplanlegging                                                      |
| Hans Petter Duun           | Norconsult              | Prosjektinformasjon, prosjektleder, Anslag                                                             |
| Roger Skoglie              | Bybanen utbygging       | Prisgiver. Prosjektdirektør i Bybane Utbygging, Anslag                                                 |
| Håkon Rasmussen            | Hordaland fylkeskommune | Fylkesdirektør samferdsel.<br>Tidligere prosjektleder Bybanen.                                         |
| Guro Brendebekken          | COWI                    | Uavhengig part. Erfaring fra Bjørvika prosjektet grunnarbeid, samt store og komplekse baneprosjekter   |
| Hagbarth Vogt Lorentzen    | Terramar                | Uavhengig part. Erfaring fra bygging av store prosjekter i tettbebygde strøk og stor interessentgruppe |
| Thomas H Heiberg-lürgensen | COWI                    | Ekstern kvalitetssikring                                                                               |
| Jan Rune Baugstø           | Terramar                | Ekstern kvalitetssikring                                                                               |
| Dagny Prytz                | Terramar                | Ekstern kvalitetssikring                                                                               |

---

## Intervjuer

| Dato       | Type intervju                                                                                     | Deltakere                                                                                | Rolle                                                                     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 07.03.2014 | Telefonsamtale: Gjennomgang prosess og mengder grunnerverv                                        | Terje Faanes, Norconsult<br>Jan Rune Baugstø, Terramar<br>Dagny Prytz, Terramar          | Ansvarlig identifisering objekter grunnerverv<br>EKS<br>EKS               |
| 19.03.2014 | Telefonsamtale: Gjennomgang prosess og enhetspriser grunnerverv                                   | Magne Fjell, Bybanen utbygging<br>Jan Rune Baugstø, Terramar<br>Dagny Prytz, Terramar    | Ansvarlig prissetting av identifiserte objekter grunnerverv<br>EKS<br>EKS |
| 26.03.2014 | Telefonsamtale: Gjennomgang av prosjektets usikkerhetsfaktorer med innspill fra Statens Vegvesen. | Kjell Erik Myre, Statens Vegvesen<br>Jan Rune Baugstø, Terramar<br>Dagny Prytz, Terramar | Medlem av arbeidsgruppen for KU.<br>EKS<br>EKS                            |

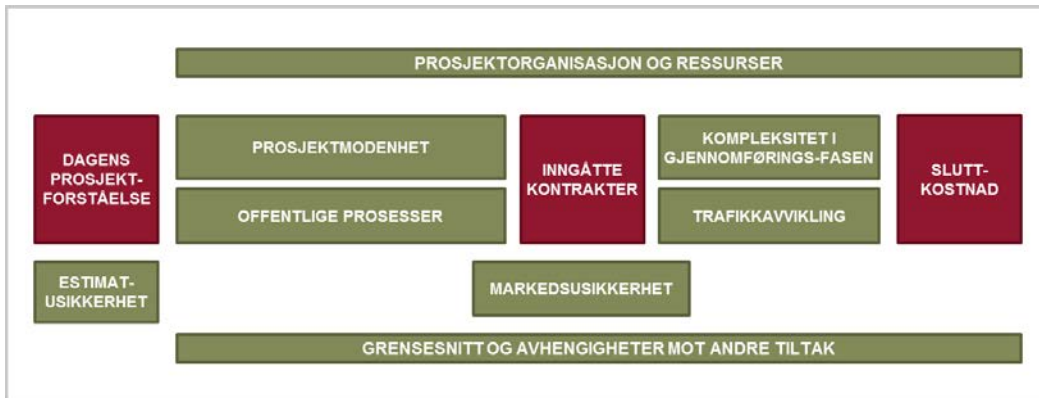
Kvalitetssikring av  
investeringskostnadene ved ulike  
traséalternativ for bybane til Åsane

**BILAG 2**  
**Detaljer om estimatusikkerhet**  
(unntatt offentlighet, jfr. Offentleglova § 23)

Kvalitetssikring av  
investeringskostnadene ved ulike  
traséalternativ for bybane til Åsane

**BILAG 3**  
**Detaljer om usikkerhetsdrivere**

Usikkerhetsdrivere vurderes for ulike områder som vist i figuren under.



For hvert alternativ skal hver usikkerhetsdriver vurderes på en skala fra 1 til 6, der 1 er neglisjerbar usikkerhet, og 6 er meget høy usikkerhet. Usikkerhet må her leses som 'usikkerheten for en kostnadskonsekvens', der høy usikkerhet vil si potensial for en høy kostnadskonsekvens.

|   |               |
|---|---------------|
| 1 | Neglisjerbar  |
| 2 | Lav           |
| 3 | Under middels |
| 4 | Over middels  |
| 5 | Høy           |
| 6 | Meget høy     |

Skalaen 1-6 må videre kvantifiseres for å kunne benyttes i en usikkerhetsanalyse. Følgende skala benyttes:

|   | Absolutt usikkerhet |
|---|---------------------|
| 1 | 4 %                 |
| 2 | 10 %                |
| 3 | 20 %                |
| 4 | 30 %                |
| 5 | 40 %                |
| 6 | 50 %                |

Absolutt usikkerhet er differansen mellom

- p90 (1 av 10 pessimistisk verdi), og
- p10 (1 av 10 optimistisk verdi)

Videre vurderes 'forskyvningen' av usikkerheten. Usikkerheten kan være venstreskeiv, symmetrisk, høyreskeiv eller fullstendig høyreskeiv.

|   | Venstreskeiv       |                   | Symmetrisk         |                   | Høyreskeiv         |                   | Fullstendig høyreskeiv |                   |
|---|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
|   | Oppside / Mulighet | Nedside / Trussel | Oppside / Mulighet | Nedside / Trussel | Oppside / Mulighet | Nedside / Trussel | Oppside / Mulighet     | Nedside / Trussel |
| 1 | -3 %               | 1 %               | -2 %               | 2 %               | -1 %               | 3 %               | 0 %                    | 4 %               |
| 2 | -8 %               | 3 %               | -5 %               | 5 %               | -3 %               | 8 %               | 0 %                    | 10 %              |
| 3 | -15 %              | 5 %               | -10 %              | 10 %              | -5 %               | 15 %              | 0 %                    | 20 %              |
| 4 | -23 %              | 8 %               | -15 %              | 15 %              | -8 %               | 23 %              | 0 %                    | 30 %              |
| 5 | -30 %              | 10 %              | -20 %              | 20 %              | -10 %              | 30 %              | 0 %                    | 40 %              |
| 6 | -38 %              | 13 %              | -25 %              | 25 %              | -13 %              | 38 %              | 0 %                    | 50 %              |

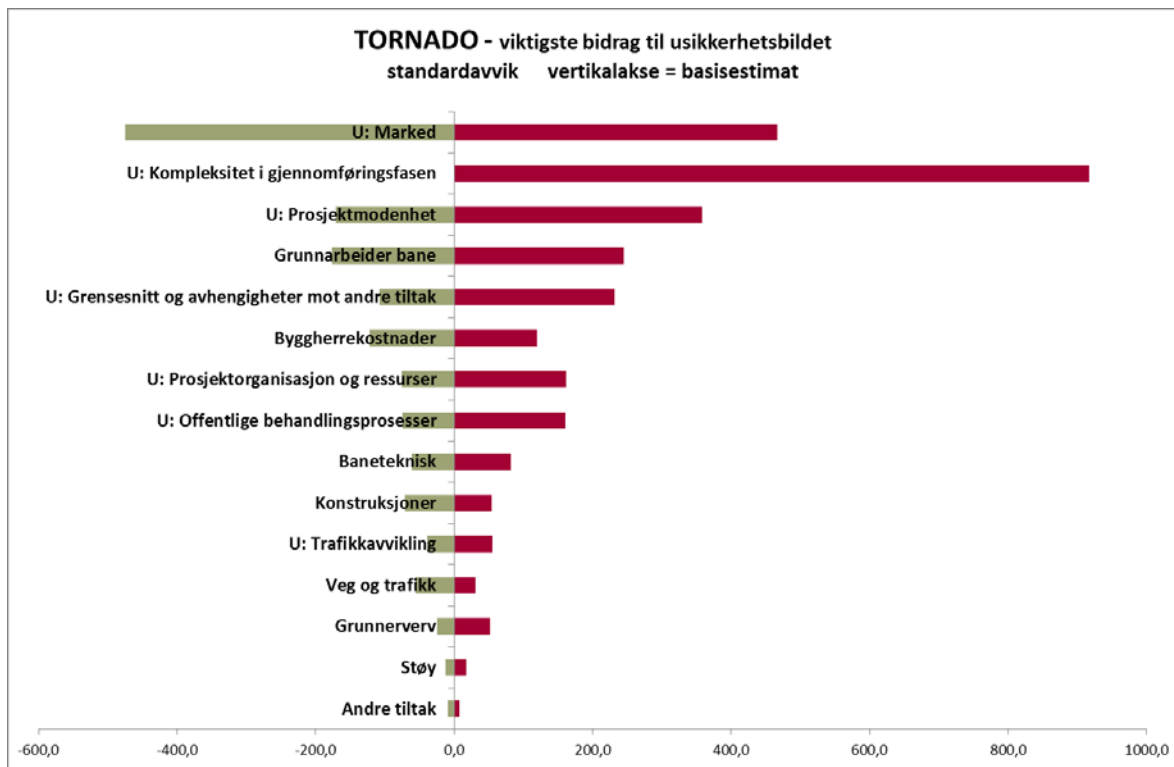
For denne analysen er følgende benyttet:

| Alternativ |     | Prosjektmodenhet | Offentlige behandlingsprosesser | Grensesnitt og avhengigheter | Markedsusikkerhet | Prosjektorganisasjon og ressurser | Kompleksitet i gjennomføringsfasen | Trafikkavvikling |
|------------|-----|------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|
| Sentrum    | 1Aa | 2H               | 2H                              | 2H                           | 5S                | 2H                                | 5FH                                | 1H               |
|            | 2Aa | 4H               | 4H                              | 2H                           | 5S                | 3H                                | 6FH                                | 2H               |
|            | 2Ab | 4H               | 3H                              | 2H                           | 5S                | 3H                                | 5FH                                | 1H               |
| Sandviken  | 1Ba | 3H               | 2H                              | 2H                           | 5S                | 2H                                | 5FH                                | 1H               |
|            | 1Bb | 4H               | 2H                              | 2H                           | 5S                | 2H                                | 5FH                                | 1H               |
|            | 2B  | 3H               | 1H                              | 1H                           | 5S                | 2H                                | 3FH                                | 1H               |
|            | 3Ba | 4H               | 4H                              | 4H                           | 5S                | 3H                                | 5FH                                | 2H               |
|            | 3Bb | 4H               | 4H                              | 3H                           | 5S                | 3H                                | 5FH                                | 1H               |
| Åsane      | 1Ca | 4H               | 2H                              | 3H                           | 5S                | 2H                                | 5FH                                | 1S               |
|            | 1Cb | 4H               | 2H                              | 3H                           | 5S                | 2H                                | 5FH                                | 1S               |
|            | 2C  | 3H               | 1H                              | 2H                           | 5S                | 2H                                | 5FH                                | 1S               |

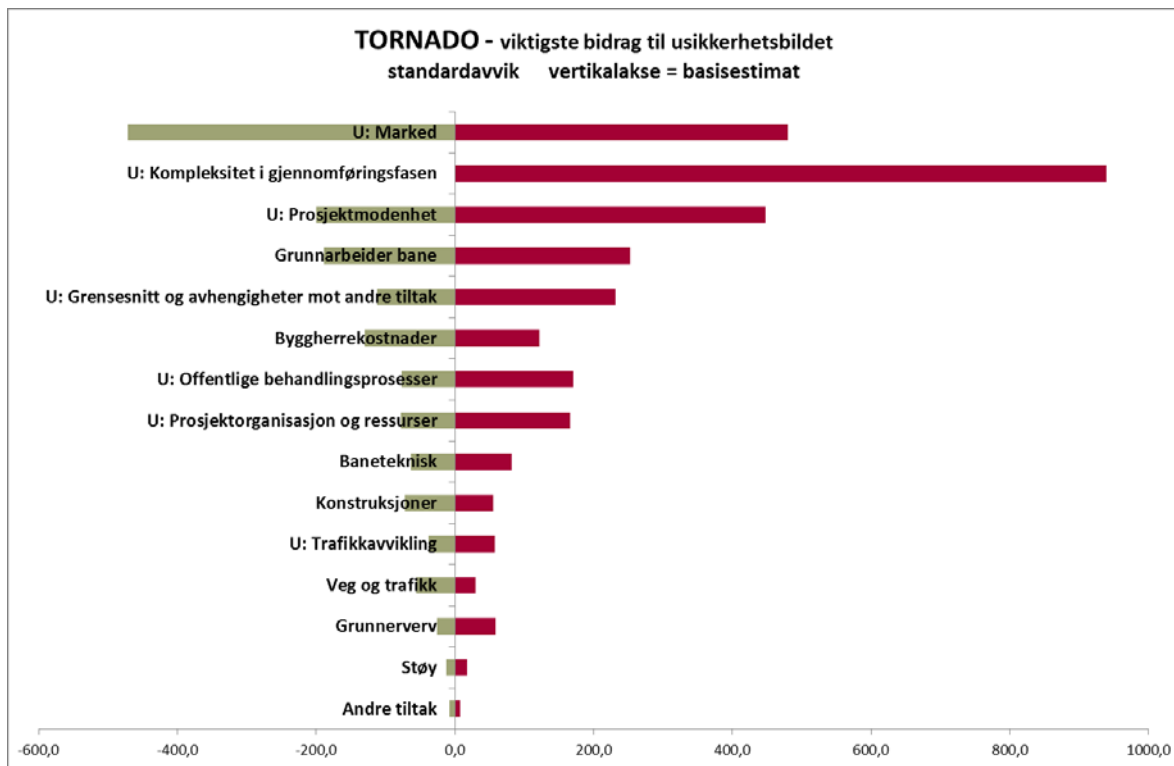
Kvalitetssikring av  
investeringskostnadene ved ulike  
traséalternativ for bybane til Åsane

**BILAG 4**  
**Detaljerte resultater**

## Alternativ: 1Aa-1Ba-1Cb

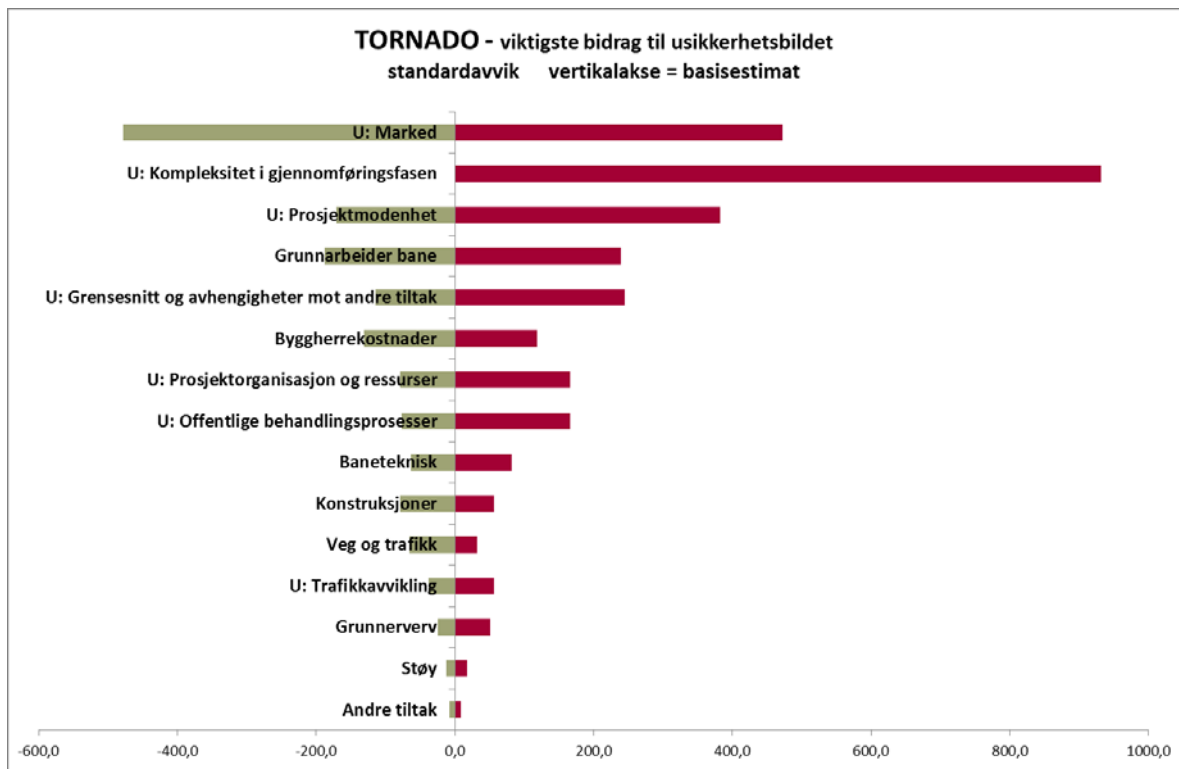


## Alternativ: 1Aa-1Bb-1Cb

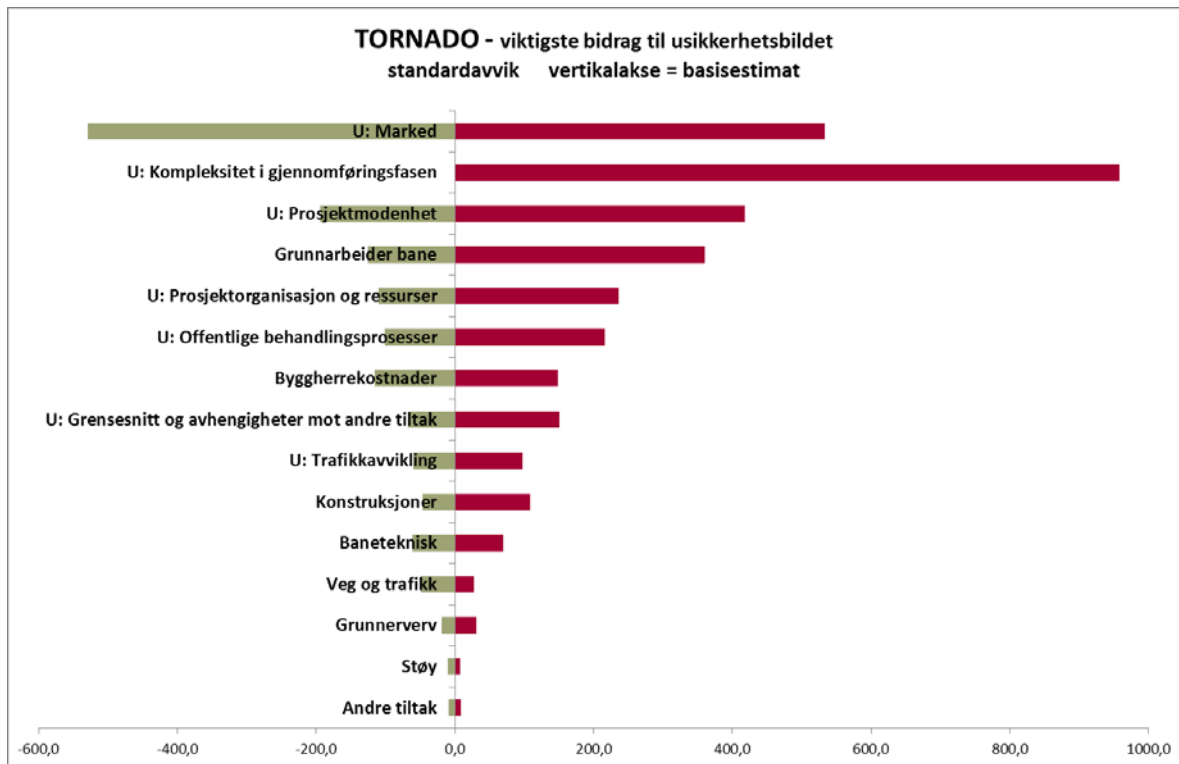




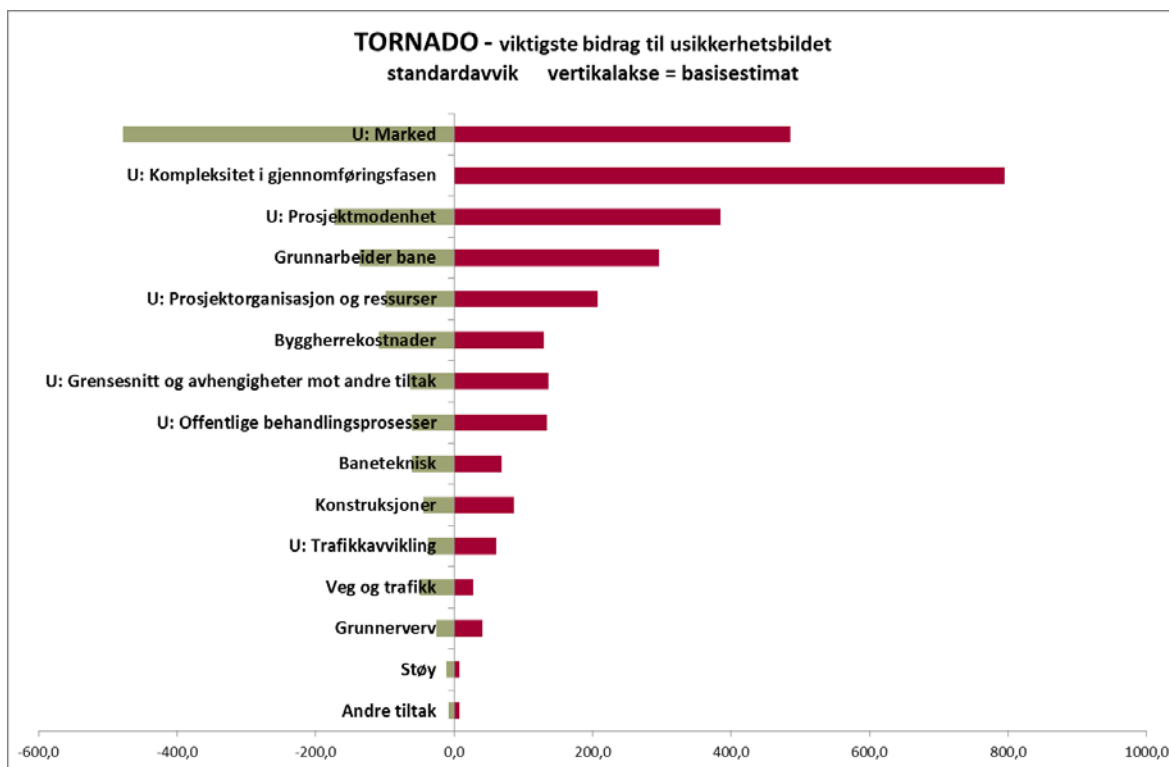
## Alternativ: 1Aa-1Bb-1Ca



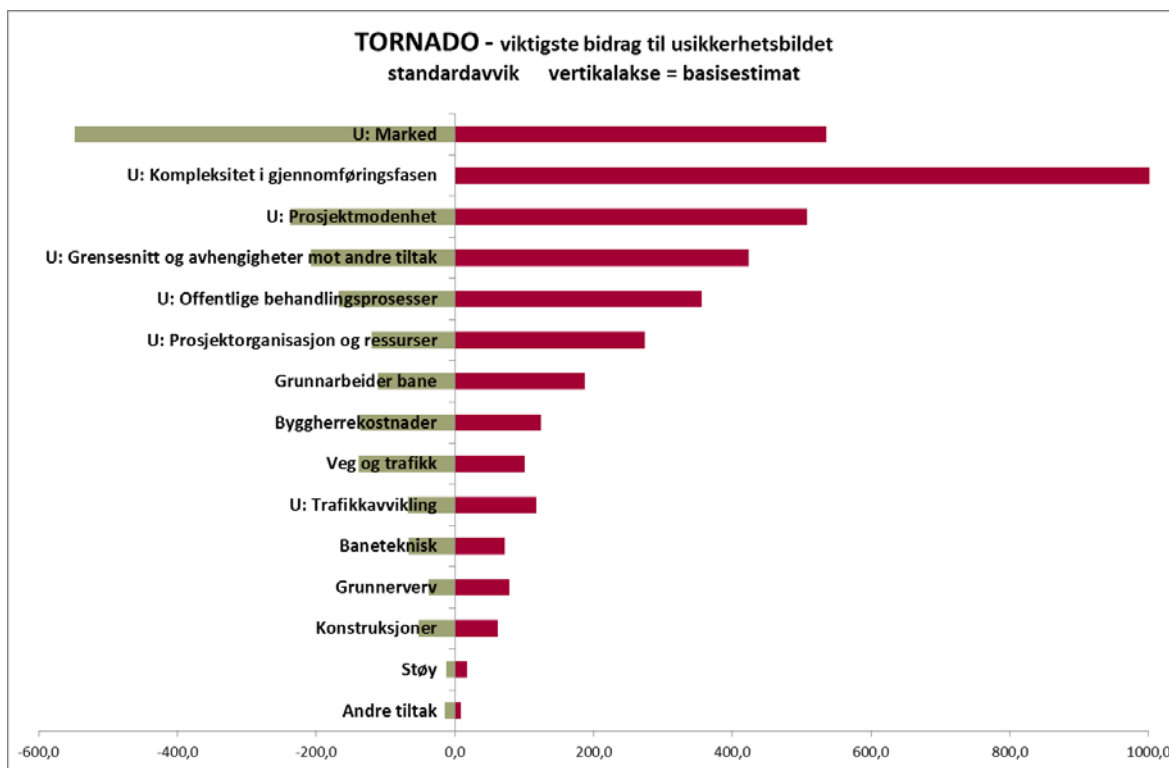
## Alternativ: 2Aa-2B-2C(b)



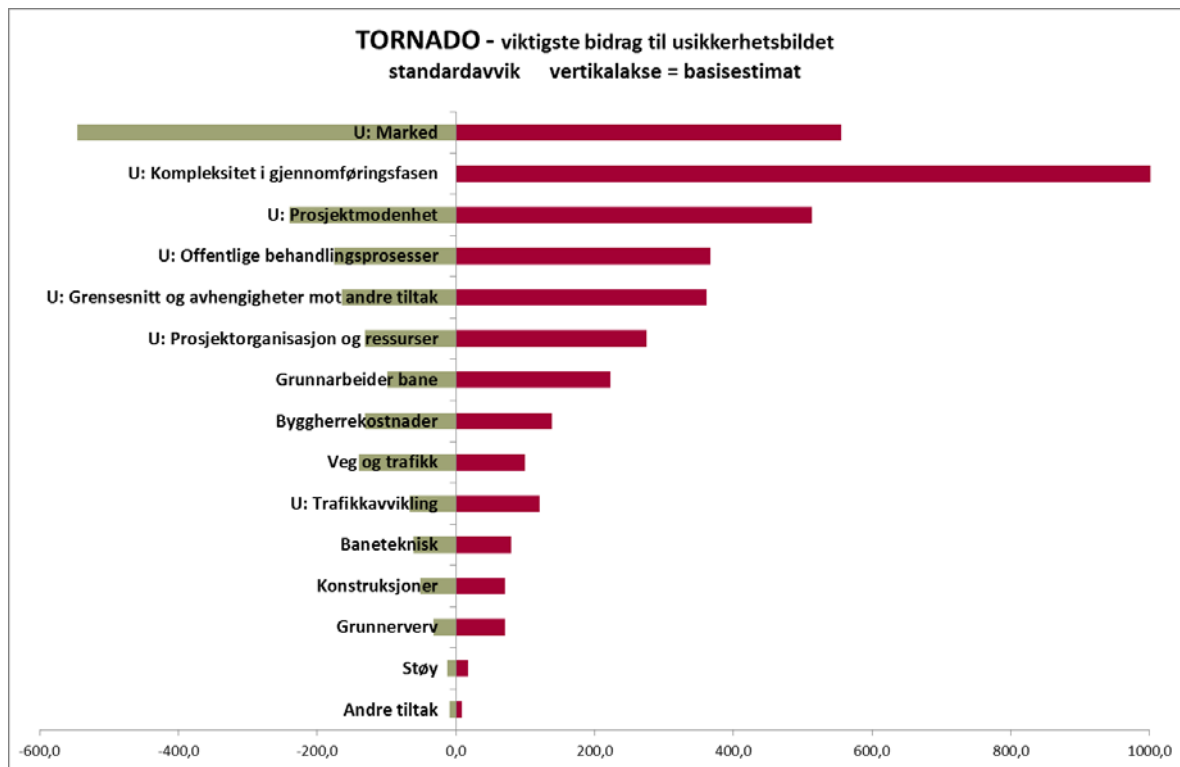
## Alternativ: 2Ab-2B-2C(b)



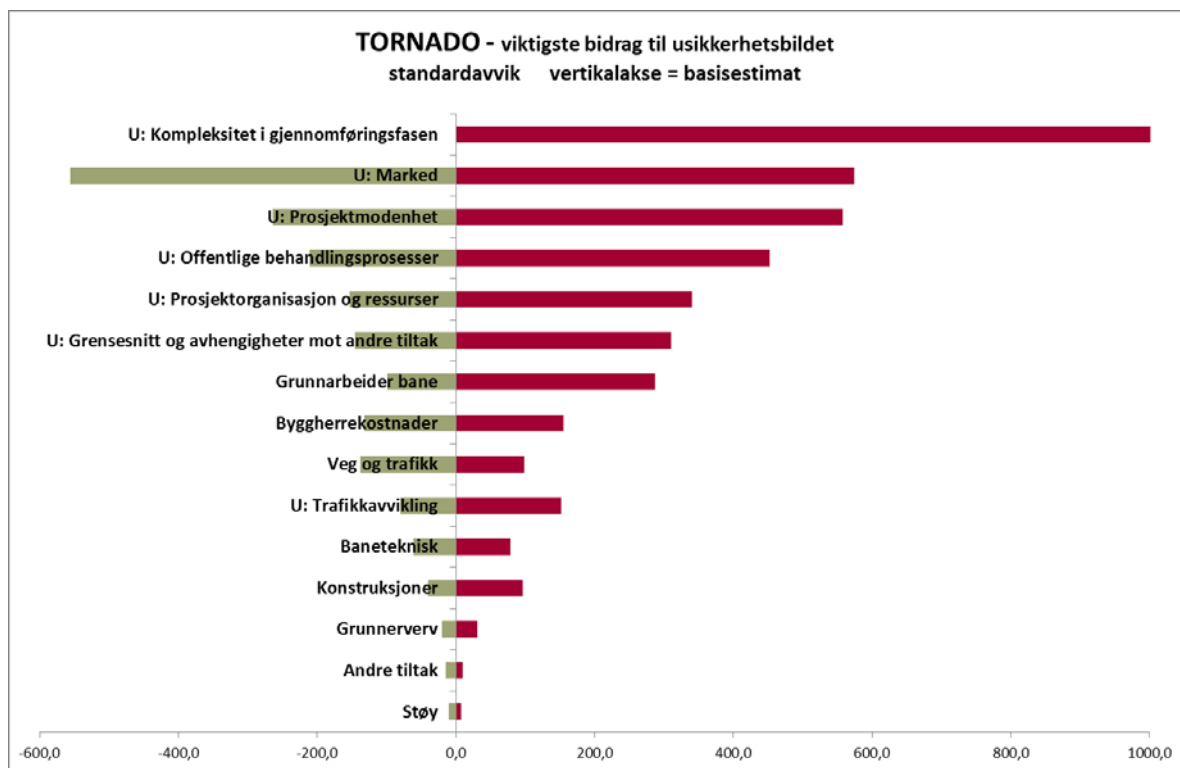
## Alternativ: 1Aa-3Ba-1Cb



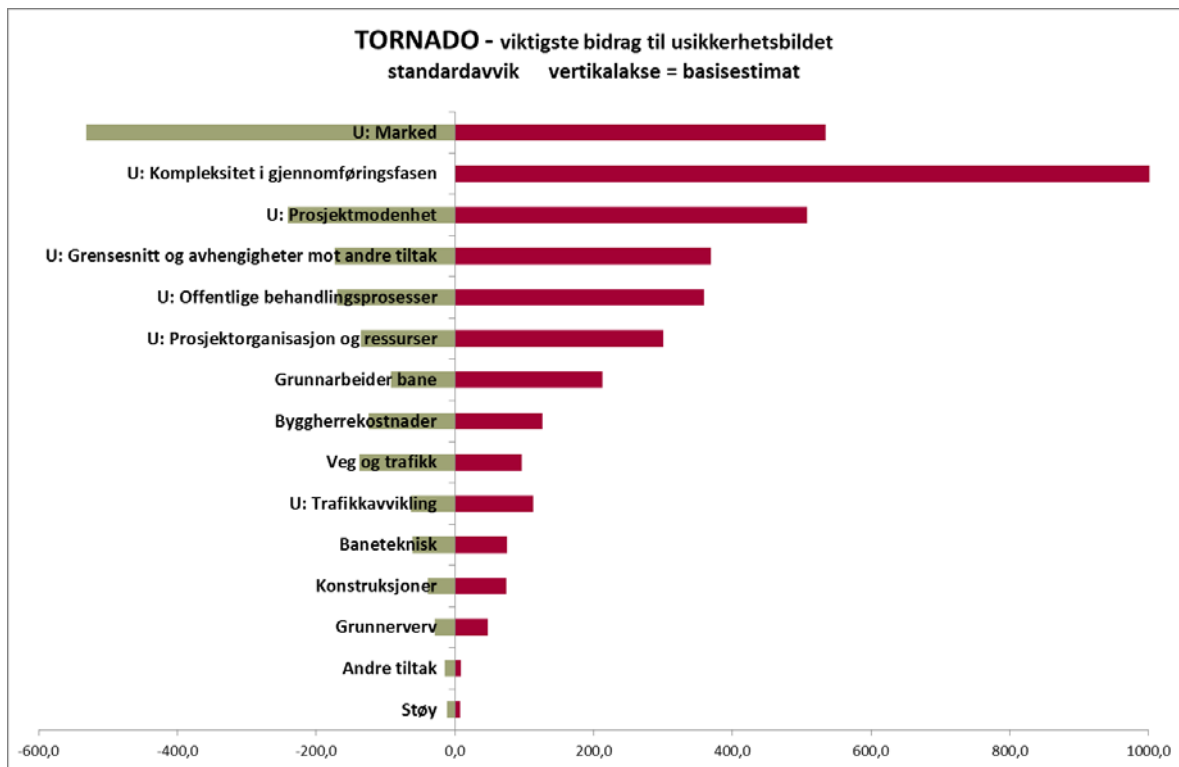
## Alternativ: 1Aa-3Bb-1Cb



## Alternativ: 2Aa-3Bb-2C/1Cb



## Alternativ: 2Ab-3Ba-2C/1Cb



## Alternativ: 1Aa-1Ba-2C

