

# Usikkerhetsanalyse

Nytt Universitetssykehus i Stavanger, SUS2023

Oppdragsgiver: Helse Stavanger HF, SUS 2023 Prosjektet

Utarbeidet av: Atkins Norge AS

Dato: 29.05.17

# Sammendrag

Helse Stavanger HF er prosjekteier og byggherre for nytt Universitetssykehus i Stavanger. Det er etablert en prosjektorganisasjon hos byggherren som skal planlegge og gjennomføre byggetrinn 1 (BT1) av nytt Universitetssykehus, kalt SUS2023 prosjektet. Et forprosjekt er under utarbeidelse og Forprosjektrapporten skal fremlegges frem for beslutning i styret i Helse Stavanger HF 9. juni 2017, og i styret i Helse Vest RHF 21. juni 2017. Byggetrinn 1 innebærer bygging av ca. 105 000 m<sup>2</sup> sykehus på ny tomt på Ullandhaug. Alle somatiske senger, akutfunksjoner og tilhørende støttefunksjoner skal inkluderes i første byggetrinn.

Atkins Norge AS har på oppdrag fra SUS2023 prosjektet i Helse Stavanger HF gjennomført en usikkerhetsanalyse av prosjektets investeringskostnader basert på foreliggende basiskalkyle i Forprosjektet. Formålet med analysen er å identifisere og kvantifisere usikkerhetslementer knyttet til prosjektets basiskalkyle og etablere prosjektets usikkerhetsprofil som underlag for prosjektets B4 beslutning.

Oppdraget inkluderer ikke kvalitetssikring av prosjektets basiskalkyler. Atkins vil likevel påpeke at analyseprosessen representerer en arena for tverrfaglig diskusjon og drøfting av basiskalkylen.

Prosjektet har målsettinger og ambisjoner om høy grad av industrialisering. En ønsket effekt av økt industrialisering er reduserte investeringskostnader. Effekten av industrialisering er ikke inkludert i prosjektets basiskalkyle, men er inkludert i usikkerhetsanalysen.

Hovedresultater fra usikkerhetsanalysen er vist i tabell under (inkl. MVA. og prisnivå juni 2016):

Parameter	Resultat <u>inkludert</u> effekt av industrialisering
Basiskostnad	7 507 MNOK
P15	6 530 MNOK
<b>P50</b>	<b>7 560 MNOK</b>
P85	8 650 MNOK
Standardavvik	13,3 %
Sannsynlighet for basis	48 %
P50 minus basis	54 MNOK
P85 minus P50	1 090 MNOK

De høyest rangerte usikkerhetsforholdene (inkludert effekt av industrialisering) er: (1) Markedsusikkerhet, (2) Effekt av industrialisering, og (3) Prosjektutvikling frem mot kontrakt, og (4) Konto 8 - Generelle kostnader.

Prosjektets økonomiske rammer, kostnadsrammen, er tidligere satt til 8 181 millioner kroner (2016 tall). Det er 72,5 % sannsynlighet for at kostnadsrammen er mindre eller lik 8 181 millioner kroner dersom effekten av industrialisering er inkludert.

# Innholdsfortegnelse

<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INNLEDNING.....</b>	<b>4</b>
<b>2. RAMMER FOR ANALYSEN .....</b>	<b>5</b>
<b>3. BASISKOSTNAD .....</b>	<b>8</b>
<b>4. RESULTATER.....</b>	<b>10</b>

# 1. Innledning

## 1.1. Om oppdraget

Helse Stavanger HF er prosjekteier og byggherre for nytt Universitetssykehus i Stavanger, SUS2023. SUS2023 fikk beslutning i Helse- og omsorgsdepartementet om godkjent konsept i januar 2016. Et forprosjekt er under utarbeidelse og Forprosjektrapporten skal fremlegges frem for beslutning i styret i Helse Stavanger HF 9. juni 2017, og i styret i Helse Vest RHF 21. juni 2017. Byggetrinn 1 innebærer bygging av ca. 105 000 m<sup>2</sup> sykehus på ny tomt på Ullandhaug. Alle somatiske senger, akutfunksjoner og tilhørende støttefunksjoner skal inkluderes i første byggetrinn.

Psykatri på Våland, inkludert barne- og ungdomspsykiatrisk avdeling (BUPA), og rehabilitering på Lassa flyttes til Ullandhaug i senere byggetrinn. Deler av dagbehandlingen, dagkirurgi og poliklinisk virksomhet blir også værende på Våland til senere byggetrinn.

Anleggsstart for SUS2023 er planlagt til januar 2018, og det nye sykehuset er planlagt systematisk ferdigstilt innen 2022 for å kunne tas i bruk i løpet av 2023.

Atkins Norge AS har på oppdrag fra Helse Stavanger HF gjennomført en usikkerhetsanalyse av prosjektets investeringskostnader basert på foreliggende basiskalkyle. Formålet med analysen er å identifisere og kvantifisere usikkerhetselementer knyttet til prosjektets basiskalkyle og etablere prosjektets usikkerhetsprofil.

Oppdraget inkluderer ikke kvalitetssikring av prosjektets basiskalkyler. Atkins vil likevel påpeke at analyseprosessen representerer en arena for tverrfaglig diskusjon og drøfting av basiskalkylen.

## 1.2. Gjennomføring av oppdrag

Oppdraget er utført i perioden mars til mai 2017 basert på følgende arbeidsprosess:

- Oppstartsmøte med prosjektet og mottak av underlagsmaterieil (basiskalkyler), 24. mars
- Fellessamling med prosjektet og prosjektets rådgivere i Stavanger 30. mars og i Oslo 4. april
- Oversendelse av foreløpige resultater, 6. april
- Arbeidsmøter med prosjektet for gjennomgang av kalkyler og foreløpige resultater (6. april, 7. april, 27. april og 28. april)
- Mottak av notat om revidert kalkyle 24.4 og revidert kalkyle 26.4 (nye vurderinger av prisnivå i Stavanger-regionen)
- Oversendelse av oppdaterte resultater, 28. april
- Oversendelse av foreløpig rapport, 10. mai
- Oversendelse av oppdaterte figurer, 19. mai
- Oversendelse av endelig rapport, 29. mai

## 2. Rammer for analysen

Kapitlet gir en nærmere beskrivelse av dokumentasjonsunderlag, forutsetninger for analysen, samt en beskrivelse av metode som er brukt i usikkerhetsanalysen.

### 2.1. Dokumentasjonsunderlag

Følgende dokumenter er mottatt og lagt til grunn i forbindelse med usikkerhetsanalysen:

- SUS Forprosjekt (kalkyle for entreprisekostnader fra Calcus), seneste versjoner mottatt 26.04.17
- Sammenstilling av kalkylen for samlet prosjekt (flere dokumenter), seneste versjoner mottatt 26.04.17
- SUS2023 – Kommentar til revidert kostnadskalkyle forprosjekt, rapport fra Sweco 21.04.17
- ROS-analyse SUS2023.160317
- SUS 2023, Kostnadsberegning forprosjekt, foreløpig notat fra prosjekteringsgruppen, oppdatert 13.03.17
- SUS 2023, Kostnadsberegning forprosjekt, oppdatert 27.04.17

### 2.2. Sentrale forhold og forutsetninger for analysen

En usikkerhetsanalyse skal synliggjøre usikkerhetsbilde og gi grunnlag for å sette styrings- og kostnadsrammer for prosjektet. Dette setter grenser for hvor store endringer og hvilke beslutninger som kan inkluderes i usikkerhetsanalysen. Nedenfor følger en kort beskrivelse av hvilke forutsetninger som er lagt til grunn for usikkerhetsanalysen.

Usikkerhetsanalysen omfatter ikke større premissendringer dvs. endring i prosjektets premisser av en slik art at det med rimelighet kan forventes at endringen finansieres ved særskilt tilleggsbevilgning. Videre har vi ikke medtatt hendelser med liten sannsynlighet og store konsekvenser (ekstremhendelser) i vurderingen. Usikkerhet knyttet til bevilgninger eller byggetrinn 2 er heller ikke inkludert. Vi forutsetter at etter investeringsbeslutning blir prosjektet tilført tilstrekkelig midler til en effektiv prosjektgjennomføring og at prosjektet blir kompensert etter relevant prisindeks.

Videre er følgende lagt til grunn i usikkerhetsanalysen:

- Kostnader knyttet OU-prosessen og til flytting er ikke inkludert i basiskalkylen eller usikkerhetsanalysen
- Prosjektet blir kompensert for infrastrukturtiltak, estimert til 40 millioner kroner
- Det er ikke inkludert finansieringskostnader
- Det er ikke medtatt usikkerhet knyttet til valuta.
- Basiskalkylen er basert på byggherrestyrte entrepriser som hoved kontraktsform, med tyngdepunkt for kontrahering i 2018 og 2019
- Det er ikke identifisert forhold som tilsier en kritisk ferdigstillelsesdato
- Påløpte og aktiverte kostnader fra start forprosjekt er medtatt
- Basiskostnadene er alle med juni 2016-priser og inkludert mva.
- Effekten av industrialisering i byggeprosessen er simulert og inkludert i usikkerhetsanalysen basert på prosjektets tripplestimater

For IKT gjelder følgende forutsetninger:

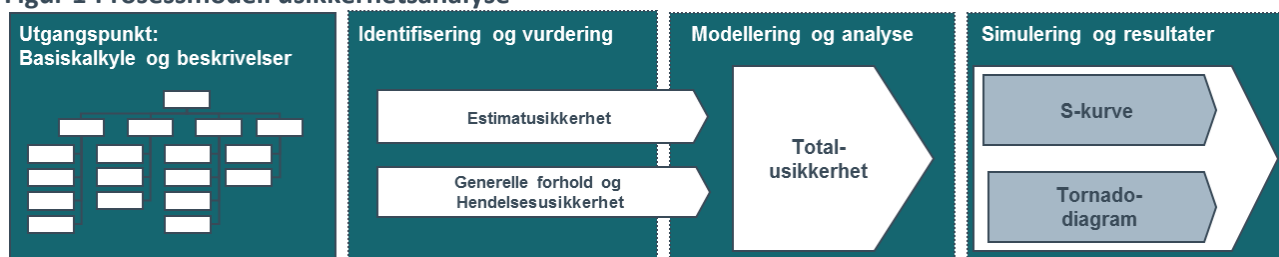
- Byggnær-IKT, det vil si den fysiske IKT-infrastrukturen i bygget, som IKT-kabling, datanettutstyr, trådløst nettverk, IKT-utstyr mv, samt IKT-systemer som må etableres for å styre byggetekniske løsninger (SD-anlegg, adgangs- og sikkerhetssystemer mv) er inkludert i basiskalkylen.
- IKT-kostnader knyttet til prosjektgjennomføring (del av konto 8). Dette inkluderer IKT Prosjektgjennomføring (137 millioner kroner) og IKT Integratortjenester (28 millioner kroner) er inkludert i basiskalkylen.
- Nye kliniske og administrative systemer er ikke inkludert i basiskalkylen eller usikkerhetsanalysen
- Eventuelle følgekostnader ved nye IKT systemer i det nye sykehuset, f.eks. tiltak ved Våland som følge nye IKT-systemer ved det nye sykehuset (telefon er nevnt spesielt) er ikke inkludert i basiskalkylen eller usikkerhetsanalysen

Brukerutstyr, inkl. MTU, er estimert til 771 millioner kroner ex. mva (inngår som del av konto 9, se basiskalkyle). Beløpet inkluderer investeringer som helseforetaket gjennomfører i perioden 2018 til 2022, og som senere skal flyttes til Ullandhaug. I usikkerhetsanalysen er beløpet til samlet brukerutstyr satt som en fast ramme uten usikkerhet. Det vises også til beskrivelse i kapittel 3.4.

## 2.3. Metodebeskrivelse

Usikkerhetsanalysen følger metodikk som vi over lang tid har utviklet. I det følgende beskriver vi prosessen fra basiskalkyle, via identifisering og kvantifisering av usikkerhet til endelige resultater. Figur 1 illustrerer hovedelementene i usikkerhetsanalysen.

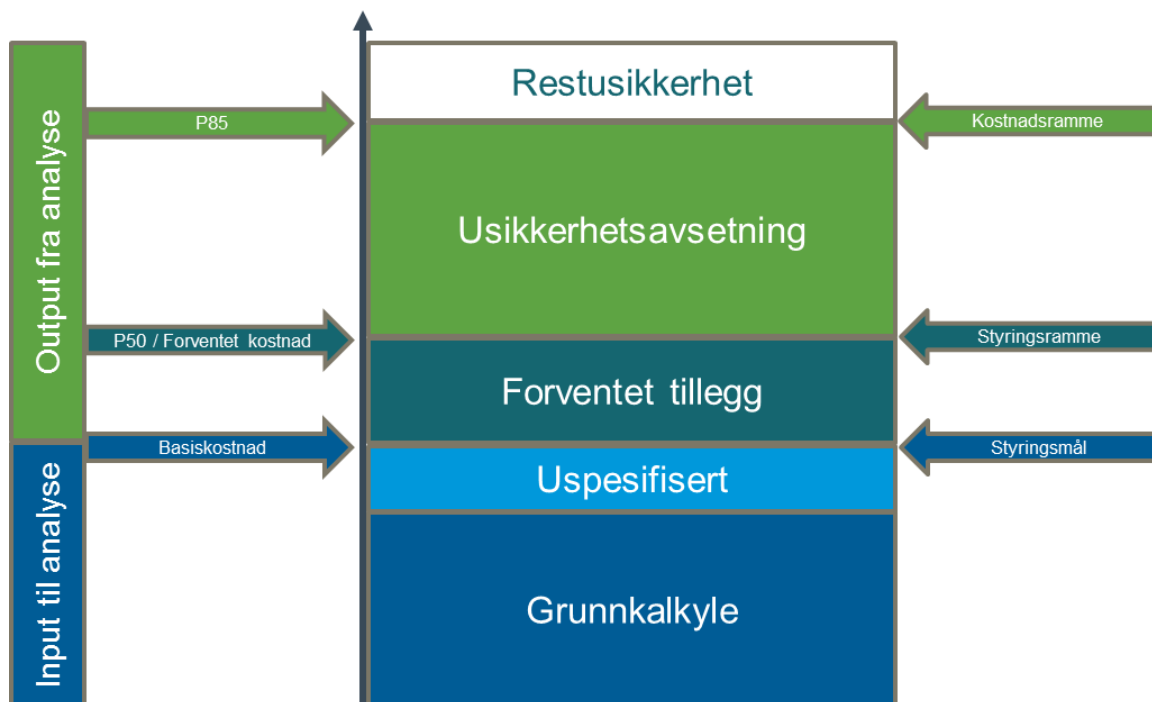
Figur 1 Prosessmodell usikkerhetsanalyse



### Basiskalkyle som input til usikkerhetsanalysen

Vi har mottatt en basiskalkyle fra prosjektet og lagt denne til grunn for usikkerhetsanalysen. Basiskalkylen er definert som den mest sannsynlige kostnaden for alle identifiserte elementer. I tillegg legges det til et påslag for uspesifiserte elementer som ikke prissatt grunnet detaljeringsnivå. Figur 2 illustrerer oppbygging av en basiskalkyle og sammenhengen med forventet kostnad og kostnadsramme.

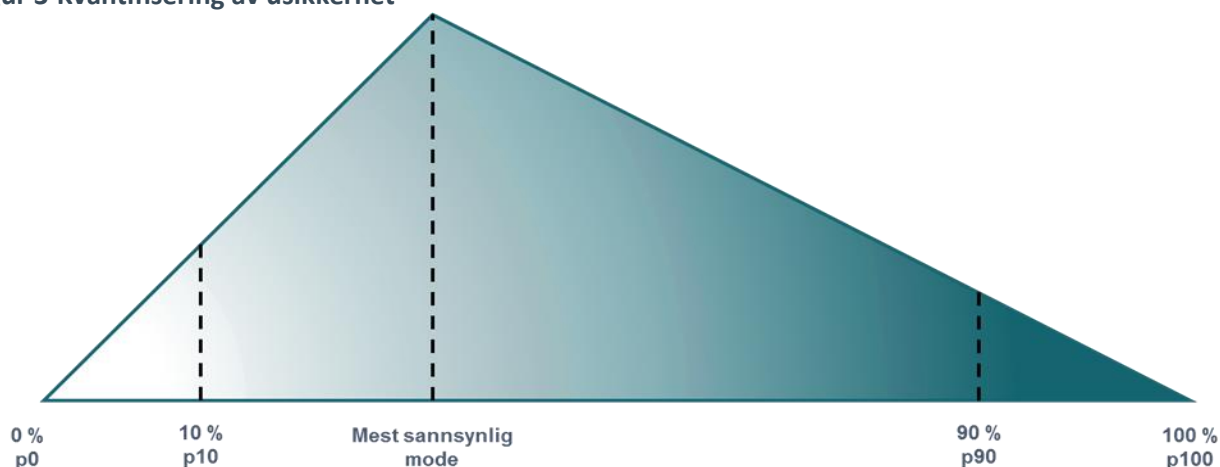
Figur 2 Illustrasjon av basiskostnad og sammenheng med forventet kostnad (Prinsippkisse)



### Estimatusikkerhet

Estimatusikkerhet dekker usikkerhet i estimeringen, gitt prosjektet slik det er definert i dag og med dagens prisnivå (prisnivå juni 2016). Estimatusikkerheten er knyttet til usikkerheter i rater, enhetspriser og mengder, som er elementer som inngår i beregninger av basiskalkylen av prosjektet. Estimatusikkerhet beskrives ved et usikkerhetsspenn fra en optimistisk nedre kostnad, via den mest sannsynlige (basis) kostnaden, til en pessimistisk øvre kostnad. I analysen er den optimistiske verdien definert ved et 10%-nivå<sup>1</sup> og den pessimistiske ved et 90%-nivå.

Figur 3 Kvantifisering av usikkerhet



<sup>1</sup> Et 10 % -nivå innebærer at det er 10 % sannsynlighet for at kostnaden er mindre eller lik denne (optimistiske) størrelsen.

## Generelle forhold

Mens estimatusikkerheten antar dagens prisnivå og prosjektets utforming for gitt, er det likevel mulig at prosjektgjennomføringen, og dermed kostnadene, kan påvirkes av interne og eksterne forhold. Denne typen usikkerhet inngår i generelle forhold.

Generelle forhold er overordnede usikkerheter som potensielt sett kan påvirke hele eller deler av prosjektet. I likhet med estimatusikkerhet uttrykkes forholdene ved et usikkerhetsspenn. Spennet oppgis enten i millioner kroner eller som en prosentandel av andre sumposter.

## Simulering og resultater

Basert på estimerte sannsynligheter benytter vi Monte-Carlo-metoden til å simulere et stort antall mulige utfall (her; 5 000) av de totale prosjektkostnadene. Basert på simulerte observasjoner kan det totale usikkerhetsspennet estimeres.

# 3. Basiskostnad

## 3.1. Prosjektets basiskalkyle

I dette kapitlet vises basiskalkylen som er lagt til grunn for usikkerhetsanalysen. Nedbrytning av basiskalkylen er vist i bilag.

Tabell 1 Basiskostnader (2016 kroner)

Kostnadsoppstilling	Millioner kroner
<b>1:6 Huskostnad (Bygg A-E inkl. tverrfaglig teknikk)</b>	<b>3 281</b>
<b>1:7 Entreprensekostnad</b>	<b>4 075</b>
8 Generelle kostnader	1 173
<b>1:8 Byggekostnader</b>	<b>5 248</b>
9 Spesielle kostnader	826
10 MVA	1 433
<b>1:10 Basiskostnad</b>	<b>7 507</b>

Kilde: SUS Forprosjekt 26.04.17

## 3.2. Effekt av industrialisering

Prosjektet har målsettinger og ambisjoner om høy grad av industrialisering. En ønsket effekt av økt industrialisering er reduserte investeringskostnader. Effekten er ikke inkludert i prosjektets basiskalkyle vist over, men inkludert i usikkerhetsanalysen.

Prosjektets rådgivere har etablert et anslag på effekten av industrialisering ved å benytte trippelanslag med en dårligst, sannsynlig og best verdi (dokumentert i notat fra prosjektets rådgivere 13.3.2017). De største effektene er knyttet til drift av byggeplass (del av konto 1) og kostnader til konto 2 bygning. Vi har simulert effekten av industrialisering basert på trippelanslagene utarbeidet av prosjektet for å kvantifisere et usikkerhetsspenn for effekten av industrialisering. Simuleringen er gjort ved bruk av Monte Carlo og har gitt P10, P50 og P90 verdier. Disse verdiene er innarbeidet som en usikkerhetsdriver i totalmodellen.



### 3.3. Særskilt om markedsituasjonen og prisnivå i Stavanger

Et sentralt tema i denne usikkerhetsanalysen har vært markedsituasjonen og prisnivå i Stavanger. Markedet i regionen vurderes til å være i en særskilt situasjon grunnet større ringvirkninger av konjunktorene i olje- og gassmarkedet. Prosjektet har parallelt med usikkerhetsanalysen derfor innhentet en vurdering fra Sweco sitt Stavangerkontor (rapport 21.4.2017) om det lokale prisnivået i Stavanger regionen. Basert på denne vurderingen er det gjort en nedjustering av basiskalkylen (gjelder konto 2, ekskl. grunnarbeider). Justeringen er innarbeidet i foreliggende basiskalkyle.

Det er på grunn av nevnte vurdering også gjort separate vurderinger av markedsusikkerheten fremover for konto 2 og øvrige poster.

### 3.4. Særskilt om konto 9, spesielle kostnader

Posten utgjør totalt 826 millioner kroner ekskl. mva. hvor brukerutstyr (inkl. MTU) utgjør 771 millioner kroner. Beløpet inkluderer investering i perioden 2018 til 2022 på utstyr som senere skal flyttes til Ullandhaug. Beløpet er en fast ramme hvor usikkerheten er knyttet til omfang av utstyr som anskaffes og grad av gjenbruk (dvs. utstyr som flyttes fra dagens sykehus, i konseptfasen anslått til 10 %). Denne usikkerheten er ikke medtatt i analysen. Det er heller ikke innarbeidet usikkerhet knyttet til refundering av infrastrukturtiltak (- 40 millioner kroner ekskl. mva.). De resterende postene under konto 9 skal dekke; tomtekjøp, anleggsbidrag, støytiltak og kunstnerisk utsmykking.

## 4. Resultater

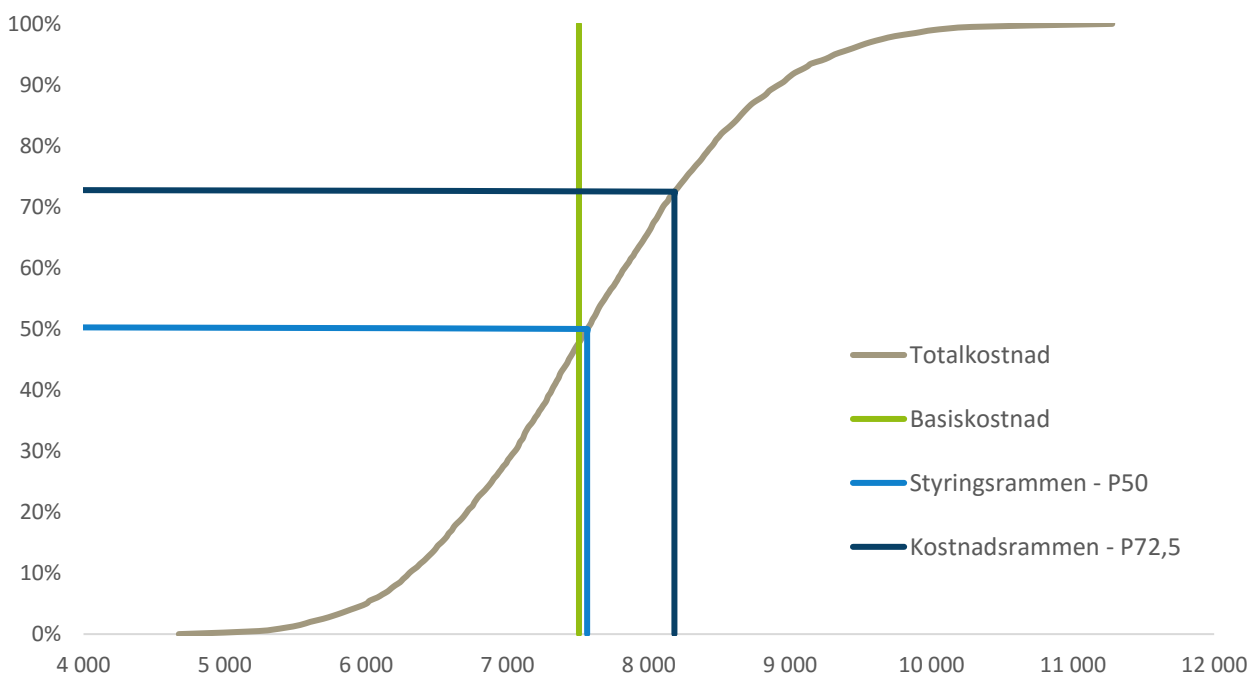
Kapitlet viser resultatene fra usikkerhetsanalysen, samt en kort beskrivelse av bidragene til usikkerhet og en overordnet vurdering av resultatene.

### 4.1. Hovedresultater

Hovedresultatene inkluderer effekten av industrialisering som en prosjektspesifikk usikkerhetsdriver.

Det totale usikkerhetsspennet (hensyntatt summen av usikkerhet på estimer, generelle forhold og hendelser) for prosjektkostnadene er vist kurvene i Figur på neste side. Figuren viser kostnadene i form av en S-kurve, som angir akkumulert sannsynlighet i prosent (y-aksen) for at den endelige totalkostnaden er lik eller lavere enn en tilhørende verdi på x-aksen (millioner kroner).

**Figur 5 S-kurve inkludert effekt av industrialisering**



Hovedresultater, avrundet til nærmeste 10 millioner kroner, er også gjengitt i Tabell 2 under. Tabellen viser også sannsynligheten for at endelig kostnad blir mindre enn 8 181 millioner kroner som er prosjektets tidligere fastsatte kostnadsramme.

**Tabell 2 Hovedresultater inkludert effekt av industrialisering**

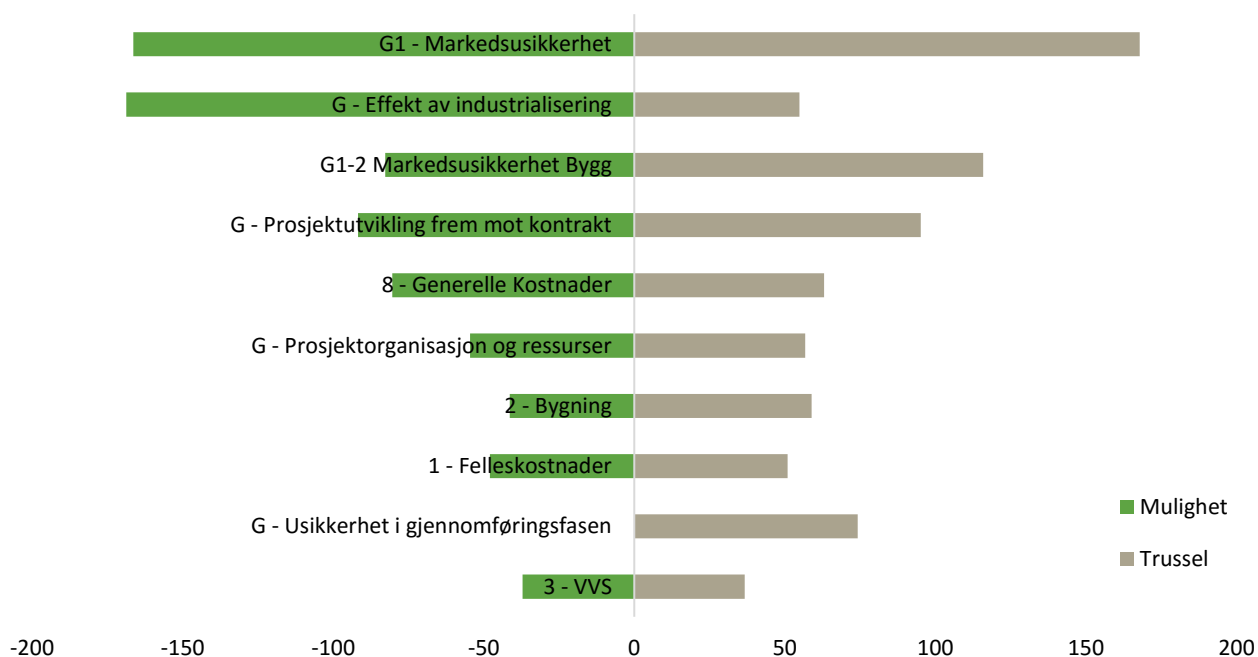
Parameter	Resultat (2016 kroner)
Basiskostnad	7 507 millioner kroner
P15, 15 % sannsynlighet for at kostnaden blir lik eller lavere enn	6 530 millioner kroner
P50, 50 % sannsynlighet for at kostnaden blir lik eller lavere enn (styringsrammen)	7 560 millioner kroner
P85, 85 % sannsynlighet for at kostnaden blir lik eller lavere enn	8 650 millioner kroner
Forventningsverdi	7 600 millioner kroner
Standardavvik	13,3 %
Sannsynligheten for at basiskostnad er tilstrekkelig er:	48 %
Sannsynlighet for at kostnad blir mindre enn 8 181 millioner kroner (kostnadsrammen)	72,5 %

## 4.2. Tornadodiagram

Tornadodiagrammet viser prosjektets topp 10 usikkerhetselementer i sortert rekkefølge iht. det enkelte element sitt relative bidrag til total usikkerhet, der:

- 0-linjen (vertikal linje) refererer seg til basiskostnaden
- Høyre side: trusler / nedside
- Venstre side: muligheter / oppside
- G står for generelle forhold (usikkerhetsdrivere)
- Estimatusikkerhet er uten indikasjon

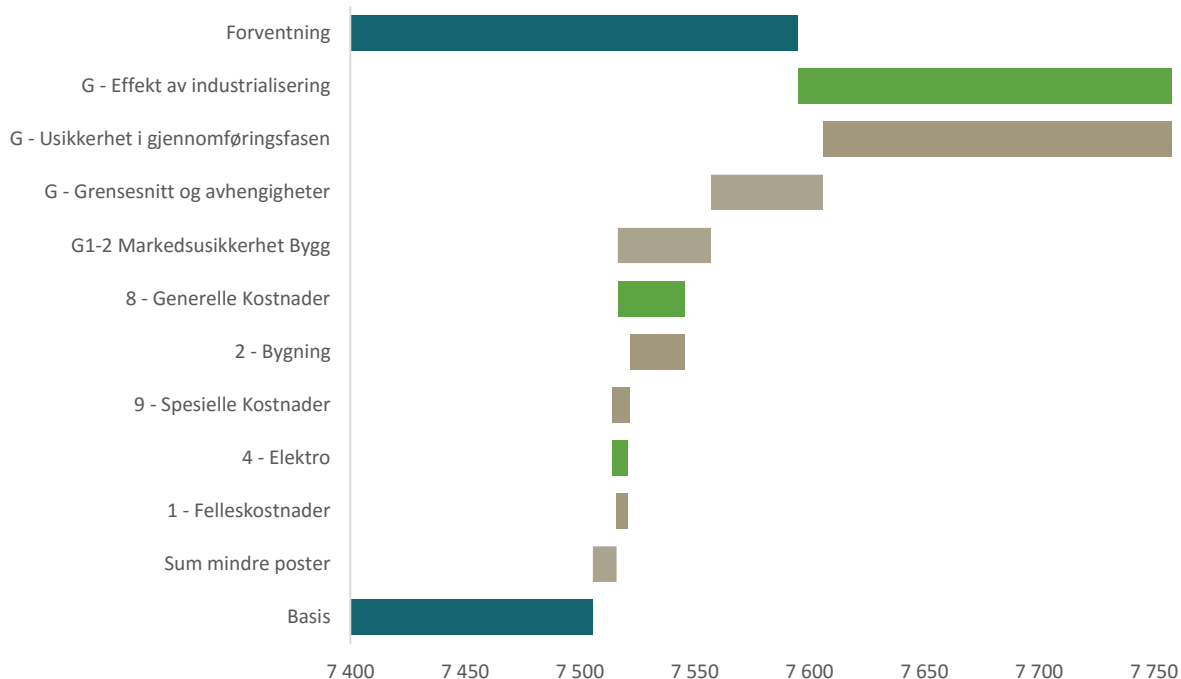
**Figur 6 Tornadodiagram inkludert effekt av industrialisering**



### 4.3. Trappetrinnsdiagrammer

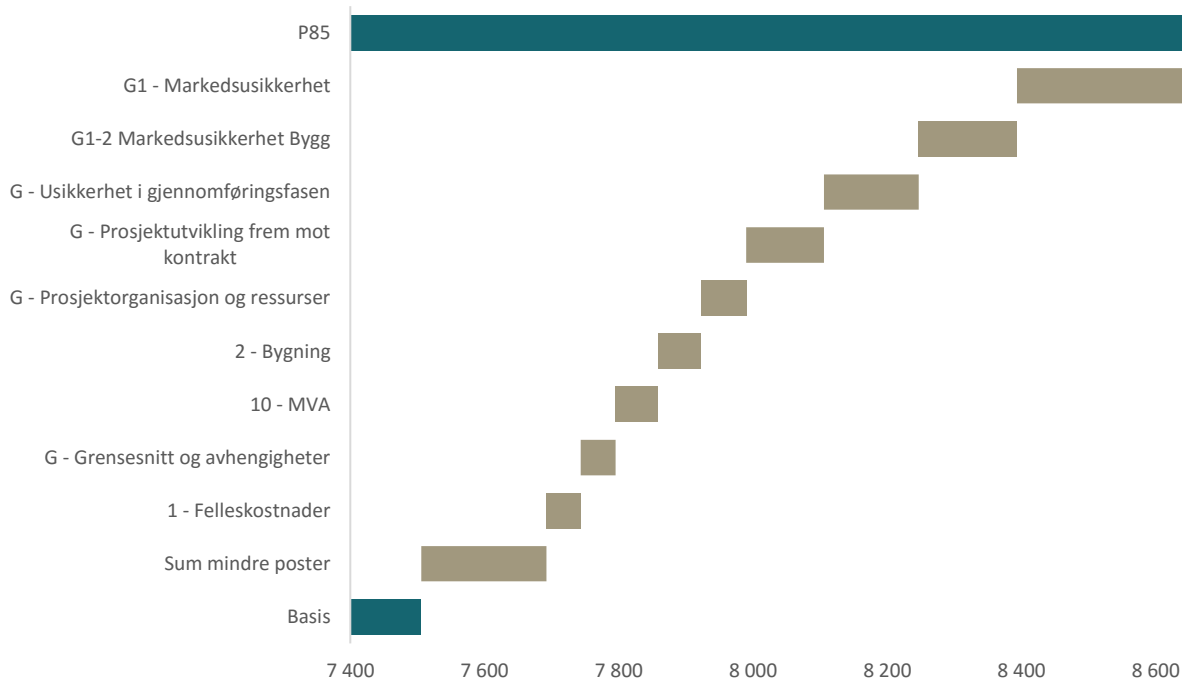
Trappetrinnsdiagrammet, 7, viser hvilke usikkerhetslementer som har størst bidrag til differansen mellom basis og P50. Elementene vises i stigende rekkefølge nedenfra og opp. Elementer som bidrar til en reduksjon i P50 er markert med grønt.

**Figur 7 Trappetrinnsdiagram Basis - Forventningsverdi**



Trappetrinns diagrammet, 8, viser hvilke usikkerhetslementer som har størst bidrag til differansen mellom basis og P85. Elementene vises i stigende rekkefølge nedenfra og opp.

**Figur 8 Trappetrinnsdiagram basis - P85**



## 4.4. Oppsummering og vurdering av resultatene

Det er vår vurdering at resultatet fra usikkerhetsanalysen reflekterer den usikkerheten som er diskutert i fellessamlinger og møter med prosjektet. Analysen viser et standardavvik (mål på usikkerhet) på 13,3 %. Dette er relativt lavt, men i tråd med vurderinger beskrevet i temahefte nr. 6 fra forskningsprogrammet Concept<sup>2</sup> der følgende fremgår: "Hvis usikkerhetsanalysen gjøres på grunnlag av ferdig forprosjekt bør man forvente standardavvik på mellom 10 og 20 % ". Dersom effekten av industrialisering ikke er inkludert, reduseres standardavviket til 11,5 %.

Analyseprosessen har representert en arena for tverrfaglig diskusjon og drøfting av basiskalkylen. Det er vår vurdering at diskusjonene og nye vurderinger av prisnivået i Stavanger har bidratt positivt i usikkerhetsanalysen.

Det er høy sannsynlighet (48 %) for at prosjektkostnaden er mindre eller lik basisestimatet på 7 507 millioner kroner. Dette skyldes bl.a. at effekten av industrialisering innebærer en reduksjon av kostnadene (P50) sammenlignet med en situasjon uten industrialisering (effekt av industrialisering er ikke inkludert i basisestimatet). Det er også innarbeidet flere symmetriske usikkerhetsspenn. Usikkerhetsanalysen viser at forventet tillegg (P50 minus basiskostnad) er 53 millioner kroner. Dette tilsvarer 0,7 % av basiskostnaden, noe som er lavt. Styringsrammen (P50 estimatet) er 7 560 millioner kroner (7507 + 53). Dersom effekten av industrialisering ikke hadde vært inkludert i analysen, økes forventet tillegg til 214 millioner kroner (2,9 % av basiskostnaden).

Videre viser usikkerhetsanalysen at usikkerhetsavsetningen (P85 minus P50) er 1 090 millioner kroner. Dette tilsvarer 14,4 % av P50.

Prosjektets økonomiske rammer (kostnadsrammen) er tidligere satt til 8 181 millioner kroner. Det er 72,5 % sannsynlighet for at prosjektkostnaden er mindre eller lik 8 181 millioner kroner dersom effekten av industrialisering er inkludert.

---

<sup>2</sup> Concept Temahefte nr. 6 Prosess for kostnadsestimering under usikkerhet, oktober 2015



© Atkins Ltd except where stated otherwise.

The Atkins logo, 'Carbon Critical Design' and the strapline  
'Plan Design Enable' are trademarks of Atkins Ltd.