



05.03.19

## Rapport fra usikkerhetsanalyse

Skaarlia skole og flerbrukshall

Nr	Revisjonen gjelder	Dato	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
1.0	Utkast til rapport	05.03.19	MV, RG		RG
2.0	Rapport				
Tittel Usikkerhetsanalyse av prosjekt Skaarlia skole og flerbrukshall					
Oppdragsnr. 135371		Dokumentnummer:			Antall sider
					38

## Sammendrag

Viktigste suksess-kriterium	Bygge en nærscole som ivaretar behovet for området Kleivane og Skaarlia. Skolen skal kunne utvides til en B21 skole, ved behov.																			
Resultater i MNOK (inkl. mva.)																				
<b>Grunnkalkyle</b>	<b>P50</b>	<b>P85</b>	<b>Standardavvik</b>	<b>Rel. standardavvik</b>																
282	272	312	35,7	13 %																
<b>S-kurve</b>	<b>Usikkerhetsprofil</b>																			
	<table border="1"> <tr> <td>C3 Marked</td> <td>68,3%</td> </tr> <tr> <td>A1 Huskostnader</td> <td>14,4%</td> </tr> <tr> <td>B1 Huskostnader</td> <td>8,3%</td> </tr> <tr> <td>A2 Utomhus</td> <td>4,7%</td> </tr> <tr> <td>A5 Spesielle kostnader</td> <td>0,6%</td> </tr> <tr> <td>A3 Generelle kostnader</td> <td>0,5%</td> </tr> <tr> <td>B3 Spesielle kostnader</td> <td>0,4%</td> </tr> <tr> <td>B2 Generelle kostnader</td> <td>0,2%</td> </tr> </table>				C3 Marked	68,3%	A1 Huskostnader	14,4%	B1 Huskostnader	8,3%	A2 Utomhus	4,7%	A5 Spesielle kostnader	0,6%	A3 Generelle kostnader	0,5%	B3 Spesielle kostnader	0,4%	B2 Generelle kostnader	0,2%
C3 Marked	68,3%																			
A1 Huskostnader	14,4%																			
B1 Huskostnader	8,3%																			
A2 Utomhus	4,7%																			
A5 Spesielle kostnader	0,6%																			
A3 Generelle kostnader	0,5%																			
B3 Spesielle kostnader	0,4%																			
B2 Generelle kostnader	0,2%																			
Viktigste usikkerheter med tilhørende tiltak	Usikkerhet	Tiltak																		
	Innlekkasje av grunnvann	Vurdere om garderboer skal flyttes opp til bakkenivå (1.et)																		
	Oppdrift av tett kjeller grunnet høy grunnvannstand	Vurdere forankring av bygget grunnet høy grunnvannstand																		
	Potensiell kuttliste	Vurdere usikkerhetsregisterets forslag til kuttliste som <u>ikke</u> er medtatt i resultatene i denne analysen																		

## Innhold

1	Innledning .....	1
1.1	Sammendrag og prosessleders kommentar .....	1
1.2	Anbefalt ramme .....	1
2	Introduksjon/innledning .....	3
2.1	Om analyseobjektet .....	3
2.2	Gjennomføring av oppdraget.....	4
2.3	Formål, utgangspunkt og rammer for analysen .....	5
2.4	Gjennomføring av usikkerhetssamlingen .....	5
2.5	Generelle opplysninger .....	6
2.6	Deltakere.....	6
3	Grunnlagsdata.....	7
3.1	Kalkylens nedbrytningsstruktur (PNS) .....	7
4	Prosjektusikkerheten .....	7
4.1	Situasjonskart.....	7
5	Analysegruppens vurdering av usikkerhet.....	10
5.1	Estimatusikkerhet .....	11
5.2	Usikkerhetsdrivere.....	11
6	Resultater av analysen .....	13
6.1	S-kurve .....	13
6.2	Usikkerhetsprofil.....	13
7	Konklusjon og anbefalinger.....	15
7.1	Anbefalte rammer – styrings- og kostnadsramme .....	15
	Vedlegg 1 – Begrepsforklaring .....	16
	Vedlegg 2 – Usikkerhetsregister .....	18
	Vedlegg 3 – Analysemodell.....	19
	Vedlegg 4 – PNS .....	20
	Vedlegg 5 – Forutsetninger og beskrivelse av usikkerheter .....	21
	Vedlegg 6 – Agenda og kjøregler for usikkerhetssamlingen .....	26
	Vedlegg 7 – OPAKs metode for usikkerhetsanalyse .....	28

## 1 Innledning

### 1.1 Sammendrag og prosessleders kommentar

Analysegruppen gjorde betydelige endringer i prosjektets basisestimat, delvis grunnet grunnkalkylens bruk av enhetspriser som generelt så ut til å være for høye i forhold til landsgjennomsnittet. Dette ble utlignet av en tilsvarende økning i kostnadene for flerbrukshallens grunnforhold og løsning.

For flerbrukshallens nedsenkede løsning ble det avdekket en risiko for økte komplikasjoner og kostnader grunnet høy grunnvannstand. Flerbrukshallen har både behov for å være vanntett og må forankres for å hindre oppdrift. Analysegruppen anbefaler at løsningen for flerbrukshallen blir revalidert for å unngå grunnforholdsutfordringene.

Dårlig sikring mot vanninntrengning via kjørerampen ned til flerbrukshallen ble også identifisert som en usikkerhet, både i anleggsperiode og drift. Ved flom vil det være behov for drenering av overvann ved kjørerampen ned til flerbrukshallen. Det ble som tiltak for å redusere usikkerheten foreslått å prosjektere en flomsikker løsning.

Markedssituasjonen ble av analysegruppen vurdert som en oppside. Det er voksende sysselsetting i regionen og derav foregår det en normalisering i markedet i forhold til for et par år siden. Entreprenørmarkedet som prosjektorganisasjonen har vært i kontakt med venter på prosjekter og det regnes med god konkurranse. Alt i alt gir markedsvurderingen en reduksjon av sannsynlig verdi i størrelsesorden 2 MNOK.

Det ble identifisert muligheter for kutt i kostnader som vi foreslår at kommunen realitetsbehandler. Disse kuttene fremkommer i usikkerhetsregisteret og er og omtalt i analysegruppens vurdering. Kuttene er ikke inntatt i analyseresultatene.

Analysegruppen var liten, men velkvalifisert for å gjennomføre denne skjønsmessige vurderingen og OPAK anbefaler at prosjektet kan gjennomføres som presentert med de rammer som fremkommer under.

Imidlertid anbefaler vi at den nedsenkede løsningen revurderes og at den foreslåtte kuttlisten vurderes for å redusere kostnader og risiko ytterligere, før man tar investeringsbeslutningen.

### 1.2 Anbefalt ramme

Rammene vi anbefaler for prosjektet er i tråd med metodikken som brukes i store offentlige investeringsprosjekter, og er gitt som to verdier:

- En verdi for styringsramme (P50)
- En for kostnadsramme (P85)

Anbefalte rammer (inkl.mva.) fremkommer av tabellen under.

*Tabell 1 Anbefalt ramme*

Anbefalt ramme (inkl. mva.)	MNOK	Sannsynlighetsnivå
Styringsramme	272	P50 (50%)
Kostnadsramme	312	P85 (85%)

## 2 Introduksjon/innledning

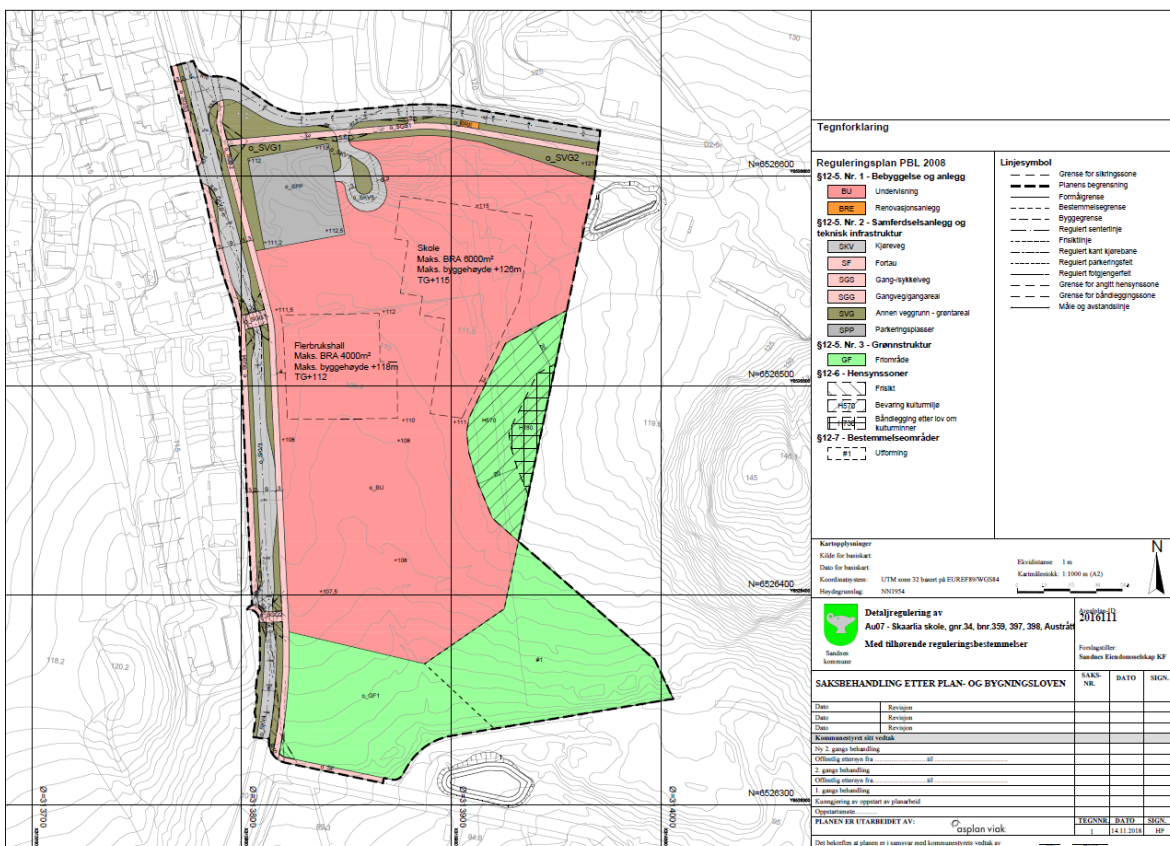
### 2.1 Om analyseobjektet

Usikkerhetsanalysen omfatter Skaarlia skole og Flerbrukshall i Sandnes kommune. Skolen skal være en B14 skole (2 parallelle 1.-7.trinn) med plass til 392 elever på ca. 5 000 BRA. Flerbrukshallen skal være på ca. 2 800 BRA. Prosjektet skal gjennomføres som byggherreutviklet totalentreprise iht. til NS 8407, med skisseprosjekter fra ARK og LARK, samt tekniske planer fra RIB, RIV, VVA og RIBr.

Oppstart byggeplass er planlagt til oktober 2019. Konkurranses grunnlag for prosjektering, bygging og prøvedrift sendes ut i løpet av våren 2019. Det er forutsatt at entreprenør skal ha kapasitet til å ferdigstille sine arbeidere i henhold til kontrakt slik at overtakelsesforretning kan finne sted senest innen mai 2021.

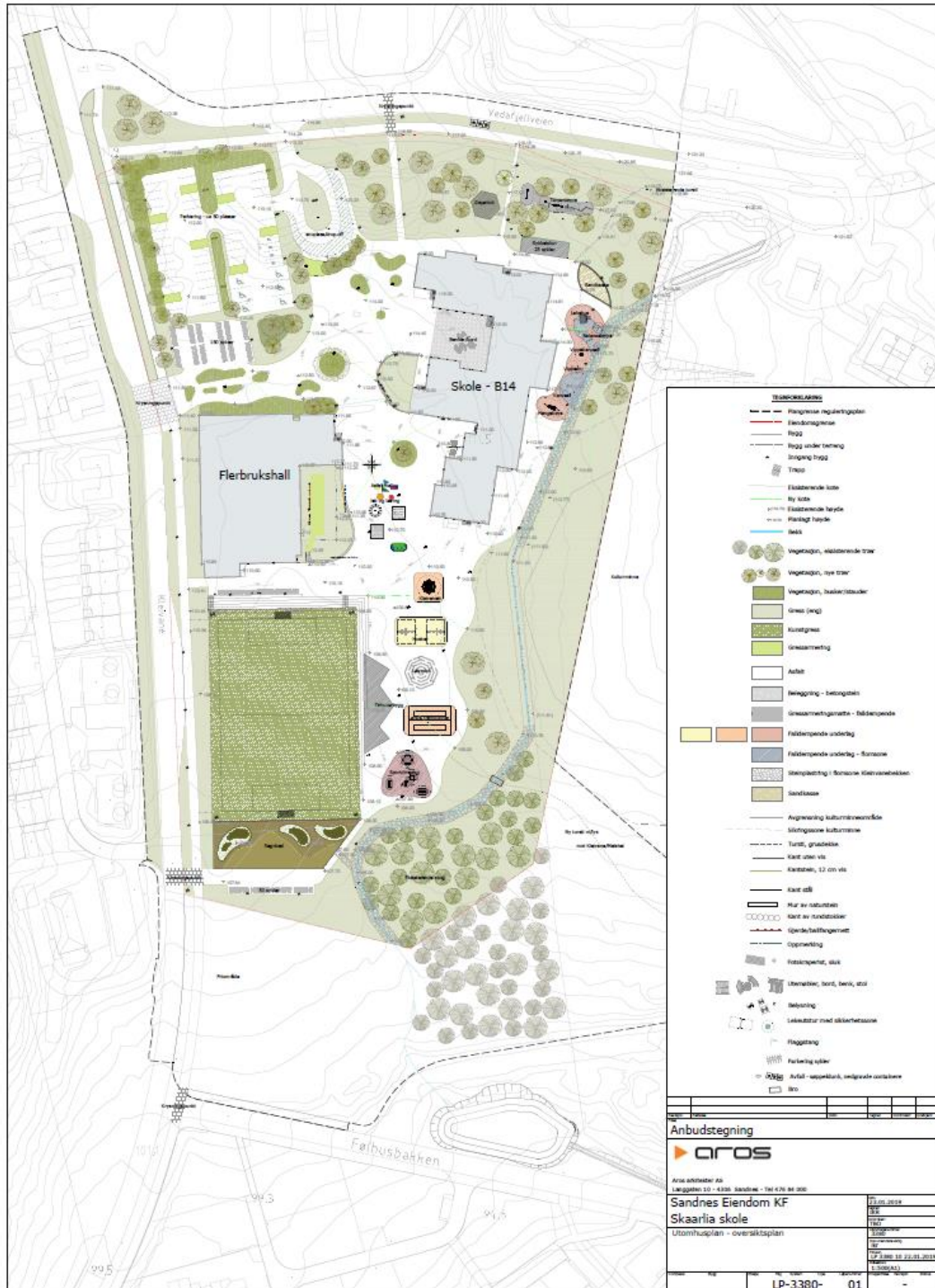
Byggherre er Sandnes kommune ved rådmannen. Byggherrerrepresentant er Sandnes Eiendomsselskap KF, heretter benevnt oppdragsgiver.

Bildet under viser detaljreguleringen av tomten, som er utarbeidet i samarbeid med arkitekt og reguleringsarkitekt. Reguleringsplanen er førstegangsbehandlet med høringsfrist 10.02.19. Andregangsbehandling av planen skal opp i april. Det er sendt søknad til arbeidstilsynet, og rammetillatelse sendes i mars 2019. Utbyggingsavtalen skal signeres straks reguleringsplanen er ferdig behandlet.



Figur 1 Detaljregulering tomt

Bildet under viser utomhusplanen for skolen.



Figur 2 Utomhusplan

## 2.2 Gjennomføring av oppdraget

En usikkerhetsanalyse er en kvalitativ og kvantitativ analyse som kartlegger usikkerhet og dermed identifiserer sårbare områder og forbedringsmuligheter. Analysen gjennomføres som en gruppeprosess med en gruppe som dekker alle viktige aspekter av usikkerheten i prosjektet.

Proessen ledes av en prosessleder som sikrer god gjennomføring ved at det etableres tillit mellom deltakerne, noe som er nødvendig for at all usikkerhet kommer fram.



Se for øvrig metodekapittel, vedlegg 7.

### 2.3 Formål, utgangspunkt og rammer for analysen

Prosesen for usikkerhetsanalysen er standardisert. Prosesen identifiserer og kvantifiserer stegvis usikkerheten. OPAK tar utgangspunkt i trinnvisprosessen og modifierer denne prosessen etter prosjektets behov.

Formålet med analysen har vært å gjennomgå prosjektet for å påpeke kritiske faktorer og se på muligheter og risikoer relatert til kostnader, samt forberede videre usikkerhetsstyring.

Dette skal oppnås ved å:

- Definere usikkerheten i kostnadselementene i grunnkalkylen ved hjelp av et trippelanslag (minimum, maksimum og mest sannsynlig innvirkning av elementet).
- Beskrive årsaken til usikkerhetselementet.
- Identifisere, prioritere og kommentere usikkerhetsdriverne (ytre/indre faktorer som kan påvirke prosjektets sluttkostnad).
- Kvantifisere virkningen av usikkerhetsdriverne ved å bruke trippelanslag
- Legge plan for usikkerhetsstyring

Målet for analysen er å gjennomføre en prosess for å få frem et dekkende kostnadsoverslag ved å:

- Finne de realistiske kostnadene for alle deler av prosjektet
- Identifisere de mest usikre forholdene i prosjektet (usikkerhetsdriverne).
- Kvantifisere usikkerheten i kostnadsoverslagene.
- Synliggjøre forutsetningene i kostnadsoverslaget.

I kostnadsanalysen er det vektlagt å jobbe på et overordnet nivå. I prosessen ble det lagt vekt på å bruke hele gruppens erfaring og kompetanse i vurdering av usikkerhetsspennet på de ulike postene.

### 2.4 Gjennomføring av usikkerhetssamlingen

Prosjektet har utarbeidet et førsteutkast til kalkyler som tar utgangspunkt i skisseprosjektet som snart skal ferdigstilles. Som grunnlag for gjennomføring av kostnadsanalysen er kostnadsstrukturen (vist i kapittel 3) lagt til grunn.

Følgende punkter oppsummerer fremgangsmåten som ble benyttet under samlingen:

- Innledning
  - Presentasjon av deltakere
  - Kort presentasjon av prosjektet
  - Målet og metodikken med usikkerhetsanalysen
- Gjennomgang av kalkylestruktur
  - Det var utarbeidet en foreløpig struktur som ble sendt til deltakerne før møtet
  - Strukturen ble gjennomgått, se kapittel 3
- Gjennomgang av situasjonskart
- Identifisering av usikkerhetsdriverne
  - Det ble gjennomført en stille idédugnad, hvor deltakerne først ble bedt om å fokusere på gjenstående muligheter, deretter gjenstående risiko.
  - Samtlige identifiserte muligheter og risiko er gjengitt i vedlegg 2
- Kalkulasjon av hovedposter gjennomført av rådgivere
  - Postenes innhold og kostnadsestimat ble identifisert

- Tripplestimat for forventet tillegg og eventuell buffer på kostnadspostene ble angitt, dvs. verdien for minimum (1 av 10 tilfeller), mest sannsynlig og maksimum (1 av 10)
- Kvantifisere virkningen av usikkerhetsdriverne ved å bruke trippelanslag

Prosessen ble gjennomført over én dag.

## 2.5 Generelle opplysninger

Analysen er gjennomført med følgende forutsetninger:

- Omfang som definert i PNS
- Alle tall skal være uten marginer, reserver og uspesifisert
- Kostnadsnivå februar 2019
- Alle kalkulasjonstall gjennomgått i analysen er eks. mva.

Alle tiltak som er nødvendig for gjennomføringen av prosjektet skal være med i analysen

## 2.6 Deltakere

**Feil! Fant ikke referansekilden.** viser en oversikt over deltakerne i usikkerhetsanalysen.

Tabell 2 Deltakerliste

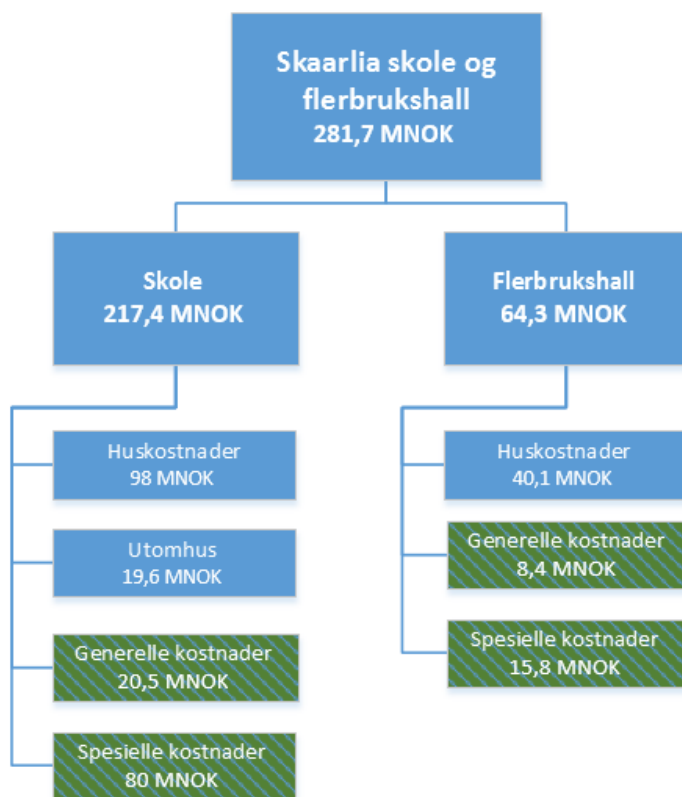
Navn	Firma	Rolle	Kontaktinformasjon
Jørgen Rosmo Roven	Rambøll	RIB	<a href="mailto:jorgen.roven@ramboll.no">jorgen.roven@ramboll.no</a>
Helge Bjørnevik	Arkipartner	ARK	<a href="mailto:helge@arkipartner.no">helge@arkipartner.no</a>
Ingvild Kristine Røst	Aros arkitekter	Lark	<a href="mailto:lkr@aros.no">lkr@aros.no</a>
Runar Kleivan	Prosjektil	RIV	<a href="mailto:runar.kleivan@prosjektil.no">runar.kleivan@prosjektil.no</a>
Bjørn Salte	Asplan Viak	VA	<a href="mailto:bjorn.salte@asplan.no">bjorn.salte@asplan.no</a>
Tom Kenneth Ravnås	Ekrheim elconsult	RIE/ITB	<a href="mailto:tkr@ekrheim-elconsult.no">tkr@ekrheim-elconsult.no</a>
Runar Gravdal	OPAK	Prosessleder	<a href="mailto:runar.gravdal@opak.no">runar.gravdal@opak.no</a>
Marte Venstad	OPAK	Datastøtte	<a href="mailto:marte.venstad@opak.no">marte.venstad@opak.no</a>

### 3 Grunnlagsdata

Grunnlaget for estimering av kostnadsposter er vist i kalkylens PNS nedenfor. Kalkulasjon av hovedposter er gjennomført av rådgivere i forkant av analysen.

#### 3.1 Kalkylens nedbrytningsstruktur (PNS)

Figuren under viser kalkylen nedbrytningsstruktur. Kostnadene viser basiskalkylen som ble brukt som utgangspunkt for usikkerhetsanalysen. Tallene er inkludert mva., som er lagt under postene «spesielle kostnader».



### 4 Prosjektusikkerheten

Forutsetninger for prosjektusikkerheten er omtalt under kapittel 2.1.

#### 4.1 Situasjonkart

For å bli kjent med prosjektets usikkerhet ble det utarbeidet et situasjonkart som beskriver hvordan gruppen vurderte prosjektet, se. I tabell 2 har vi oppsummert noen av gruppens vurderinger knyttet til områdene uklare mål, behov for nytenkning, kompleksitet, gjennomføringsintensitet, størrelse, mangel på aksept, organisasjon, og marked.

Situasjonkartet er delt inn i ni områder hvor hvert område vurderes på et nivå i en skala fra 1 til 6. Eksempelvis vil et prosjekt som ser store utfordringer knyttet til organiseringen oppnå nivå 6, mens et prosjekt som ikke ser på organiseringen som utfordrende vil oppnå nivå 1 (innerste nivå i sirkelen). Nivå 3 vurderes som en litt enklere situasjon enn normalt, nivå 4 vurderes som en litt vanskeligere situasjon enn normalt. Hva som er normalt, defineres av gruppen innledningsvis og relateres til gruppens erfaringer.



Tabell 3 Beskrivelse av situasjonskart

Område	Nivå	Kommentarer
<b>Uklare mål</b>	<b>3</b>	Effekt mål: Skolene som bygges i kommunen har hatt en tendens til å bli for små relativt fort. Klare romprogram, grundige behovsanalyser som legges til grunn. Regulert løsning legger opp til et ekstra byggetrinn (B14 til B21). Resultat mål: Kvalitetskrav er detaljert beskrevet. Egne funksjonsbeskrivelser av alle fag legges ved. Totalentreprisen settes ut med detaljerte kvalitetskrav. Tidsrammen er veldig realistisk. Kostnadmålet er noe usikkert.
<b>Behov for nytenkning</b>	<b>2</b>	Skolen skal bygges som passivhus. Dette er gjort før, men man møter stadig nye utfordringer.
<b>Kompleksitet</b>	<b>4</b>	Prosjektet er ikke komplekst i forhold til andre prosjekter i kommunen. Kjent konstruksjon. Utomhus: omlegging av bekk, flomsone og integrering i skolegård kan representere en kompleks utfordring. Grunnvannstand ved drenering av byggegropen kan by på problemer (setningskader) for naboene - ikke veldig stor risiko. Grunnvannet står i byggegropen for flerbrukshallen - høy grunnvannstand på området. Gjort flere målinger.

Område	Nivå	Kommentarer
<b>Gjennomføringsintensitet</b>	<b>2</b>	Satt av godt med tid til gjennomføring. Tekniske planer skal sendes inn før reguleringsplanen er godkjent. Noe reguleringsusikkerhet
<b>Størrelse</b>	<b>3</b>	Prosjektet er ikke veldig stort. Ikke større enn prosjektgruppen er vant til.
<b>Interessenter</b>	<b>3</b>	Naboer er fornøyde med prosjektet. Behov for og stort ønske om skole og flerbrukshall i området. Støy (i anleggsgjennomføring (grunnet spunting) og i bruk, samt belysning kan bli noe utfordring. Anleggsgjennomføring kan skape støy.
<b>Mangel på aksept</b>	<b>1</b>	Ingen tegn til mangel på aksept. Vedtatt i kommuneplan, forpliktet til å bygge.
<b>Organisasjon</b>	<b>2</b>	Prosjektorganisasjonen, eiendomsselskapet, og kommunen har god kontroll og et velkjent gjennomføringsløp som ikke byr på store utfordringer. Vært behandlet av alle relevante parter.
<b>Marked</b>	<b>3</b>	Noe voksende sysselsetting i regionen. Normalisering i markedet i forhold til for et par år siden. Markedsvurdering pr. 01.05.19. Entreprenørmarkedet som prosjektorganisasjonen har vært i kontakt med venter på prosjekter - interesserte. Regner med god konkurranse. Forventer at de store aktørene som håndterer denne typen prosjekter står klare til å regne på det. Både store kjente aktører og mindre lokale. Det er ønske fra prosjektorganisasjonen om en entreprenør som er rigget til et prosjekt i denne størrelsesordenen. Det skal ikke gjøres en prekvalifikasjon, men stilles strenge kvalifikasjonskrav til entreprenør. Forventes god konkurranse. Entreprenørene liker entreprisformen. Koster dem lite å gi pris/kalkulere.

Situasjonskartet antyder at det er noen områder i prosjektet som antas å ha større utfordringer enn andre. Dette gjelder spesielt prosjektets kompleksitet med tanke på grunnvannstand ved drenering av byggegropen som kan by på problemer i form av setningsskader for naboene. Grunnvannet står høyt i byggegropen for flerbrukshallen og kan medføre ekstra tiltak for vanntetting og drenering av kjelleren. Marked ble vurdert som en oppside for prosjektet, da markedet vurderes som godt og det forventes god konkurranse blant leverandører.

## 5 Analysegruppens vurdering av usikkerhet

Usikkerhetsanalyzesamlingen ble gjennomført 19.02.19. Formål og gjennomføring av dagen er beskrevet i kapittel 2. Analysegruppen bestod av prosjektleder v/ Sandnes Eiendomsselskap KF, samt tekniske ressurser representert ved LARK, ARK, RIB, RIV, VA og RIE/ITB.

Av usikkerheter ble det avdekket både trusler og muligheter i analysesamlingen. Det er for prosjektet ikke fremlagt en detaljert kostnadsberegning, og grunnkalkylen er følgelig basert på en overordnet nøkkeltallsberegning. Dette førte til at gruppen i fellesskap nedsjusterte kvadramteterpriser for huskostnader da nøkkeltallsberegningen ligger høyere enn nasjonalt gjennomsnittsnivå for Norsk prisbok.

Prosjektets modenhet ble også identifisert som en usikkerhet. Byggesaksbehandlingen er en faktor som påvirker dette usikkerhetsbildet. At godkjenning av reguleringsplan og tekniske planer skjer etter at konkurransegrunnlaget sendes ut kan medføre endringer i kontrakt og kostnadsoverslag grunnet blant annet rekkefølgebestemmelser, som ikke er medtatt i kostnadsoverslaget.

Høy grunnvannstand representerer en usikkerhet knyttet til valgt løsning. Det ble avdekket en risiko for at høy grunnvannstand kan gi blant annet setningsskader på nærliggende bebyggelse. Flerbrukshallen er planlagt bygget med vanntett betong, og det ble foreslått å forankre fundamentet for å hindre oppdrift. I analysegruppen ble det foreslått ytterligere tiltak for å redusere risikoer knyttet til grunnvannstanden. Dette omfatter grundige beregninger, sikring av vanntetthet og beregning av risiko for utglidning av vei og nabobygg.

Det kom frem i analysesamlingen at det er usikkerhet knyttet til gjennomføring av løsningen med garderobeanlegg i flerbrukshall som er lagt på kjellernivå, grunnet behov for å støpe vanntett. Det ble foreslått å gjøre en ny vurdering av hvorvidt gjeldende plassering av garderobeanlegget er den mest hensiktsmessige, både hva gjelder pris og gjennomførbarhet. Det ble som tiltak foreslått å vurdere om garderobeanlegget bør flyttes en etasje opp.

Dårlig sikring mot vanninntrengning via kjørerampen ned til flerbrukshallen ble også identifisert som en usikkerhet, både i anleggsperiode og drift. Ved flom vil det være behov for drenering av overvann ved kjørerampen ned til flerbrukshallen. Det ble som tiltak foreslått å prosjektere en flomsikker løsning.

Det ble avdekket usikkerhet knyttet til prosjektgjennomføringen i analysesamlingen. Dette gjelder spesielt valg av kontraktsstrategi. Det er planlagt gjennomført totalentreprise for prosjektet. Entrepriseformen kan gi entreprenøren stor valgfrihet for uønsket utførelse. Det må derfor vurderes valgfrihet hos entreprenør sett opp mot funksjonsbeskrivelser. Tiltak som ble foreslått var å gjøre en vurdering av hvor stor frihet entreprenøren skal ha til å komme med andre løsninger enn i funksjonsbeskrivelsene.

En annen viktig faktor som kan påvirke usikkerhetsbildet er brukerdeltakelse i prosessen. Det er foreløpig ikke ansatt en rektor som har vært delaktig i prosjektet frem til nå. Brukere har kun vært representert gjennom brukerrepresentant fra kommunen.

Markedssituasjonen ble av analysegruppen vurdert som en oppside. Det er voksende sysselsetting i regionen og derav foregår det en normalisering i markedet i forhold til for et par år siden. Entreprenørmarkedet som prosjektorganisasjonen har vært i kontakt med venter på prosjekter og det regnes med god konkurranse. Det er forventet at de store aktørene som håndterer denne typen prosjekter står klare. Dette gjelder både store kjente aktører og mindre lokale aktører. Det skal ikke gjøres prekvalifikasjon av entreprenørene, men det skal stilles strenge kvalifikasjonskrav. Alt i alt gir markedsvurderingen en reduksjon av sannsynlig verdi i størrelsesorden 2 MNOK.

Det ble i analysesamlingen foreslått flere potensielle kutt. Følgende forslag til kuttliste er ikke medtatt i kostnadsoverslag eller i usikkerhetsvurderingene. Se listen under for forslag til senere vurdering i prosjektet.

- Billigere takløsning enn sedumtak
- Ikke bygge kunstgressbane
- Rimeligere kledning
- Rimeligere uteinstallasjoner

## 5.1 Estimatusikkerhet

Estimatusikkerhet er usikkerheten på kostnadselementer i et prosjekt. Denne type usikkerhet er i stor grad knyttet til mengder og enhetspriser.

For hvert kostnadselement i grunnkalkylen ble det estimert en minimumsverdi, mest sannsynlig verdi, og maksimumsverdi. Minimums- og maksimumsverdien blir satt til henholdsvis 10 % og 90 % -kvantilene. Dette betyr at det anses at kostnaden vil bli lavere enn minimumsverdien i 10 % av tilfellene. Maksimumsverdien settes slik at kostnaden antas å bli lavere enn denne verdien i 90 % av tilfellene.

Tabellen under viser de mest sannsynlige tallene for spesifiserte kostnader i basiskalkylen som rådgiverne hadde forberedt til analysen.

Av tabellen fremkommer det at justert kalkyle er noe lavere enn basiskalkyle. Postene som bidrar med reduksjon i justert kalkyle er A1, A4 og B2. Årsaker til nedjusteringen er at basiskalkylen er basert på en ren nøkkeltallsberegning og enkelte av tallene ble i samråd med analysegruppen vurdert som for høyt anslått i forhold til analysegruppens forventning om mest sannsynlig verdi for postene. I hovedsak dreier det seg om justering av kvadratmeterpriser på basis av Norsk prisbok. Alle tall i tabellen under er eks. mva.

Tabell 4 Kalkyle

Kostnadspost	Basiskalkyle MNOK	Endring MNOK	Justert kalkyle MNOK
<b>Skole</b>			
A1 Huskostnader	98	-8	90
A2 Utomhus	19,6	5,4	25
A3 Generelle kostnader	20,5	-2,5	18
A4 Spesielle kostnader	42,6	-4,6	38
<b>Flerbrukshall</b>			
B1 Huskostnader	40,1	9,9	50
B2 Generelle kostnader	8,4	-1,4	7
B3 Spesielle kostnader	3,2	0	3,2
<b>Totalsum</b>	<b>232,4</b>	<b>-1,2</b>	<b>231.2</b>

Alle tall i kalkylen er oppgitt i «dagens tall».

## 5.2 Usikkerhetsdrivere

Følgende usikkerhetsdrivere ble vurdert som relevante på dette stadiet i prosessen:

Tabell 5 Usikkerhetsdrivere

Usikkerhetsdriver	Forventet kostnad/kostnadsbesparelse
U1 Prosjektmodenhet/løsninger	0,3
U2 Prosjektgjennomføring	0,2
U3 Marked	-2,1
<b>Sum usikkerhetsdrivere</b>	<b>-1,6</b>

Usikkerhetsdriverne er i sum estimert til å kunne senke forventet prosjektkostnad med 1,6 MNOK. Kostnadsøkningen skyldes hovedsakelig utfordringer knyttet til markedsdriveren, som er estimert til å senke kostnadene med 2,1 MNOK.



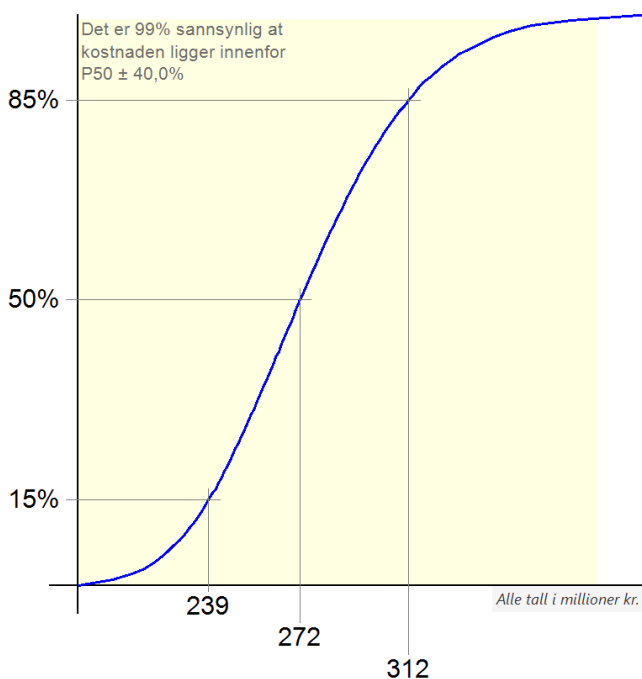
## 6 Resultater av analysen

Resultatene som presenteres i dette kapitlet er resultatene som fremkommer etter at OPAK har gjort en vurdering av resultatene fra analysedagen.

### 6.1 S-kurve

Figuren under fremstiller det totale kostnadsestimatet for Skaarlia skole og flerbrukshall. Estimaten har en kumulativ fordeling. Kurven viser sannsynligheten for at kostnaden skal bli mindre eller lik en gitt verdi. Vi kan lese av s-kurven at det i prosjektet er en sannsynlighet på 50 % (P50) for at prosjektet holder seg innenfor en ramme på 272 MNOK (inkl. mva.) Kostnadsrammen (P85) er i S-kurven beregnet til 312 MNOK (inkl. mva.) Det vil si at det er 85 % sannsynlighet for at prosjektet havner innenfor denne rammen, gitt de forutsetningene som i dag ligger til grunn.

Prosjektet har et usikkerhetsspenn på ca. 13 % som reflekterer det gruppen diskuterte seg frem til i usikkerhetsanalysen.



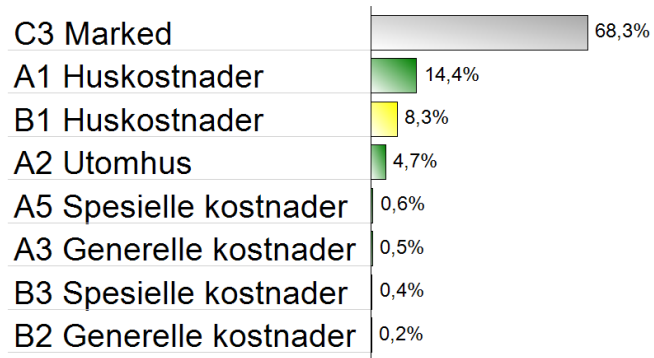
### 6.2 Usikkerhetsprofil

Usikkerhetsprofilen i figuren under gir en rangert visning av usikkerhetsdrivere som bidrar mest til den totale usikkerheten i den forventede kostnaden.

Usikkerhetsprofilen danner grunnlaget for etablering av en tiltaksplan som skal kunne redusere usikkerheten og føre prosjektet til best mulig måloppnåelse. Prosjektets forslag til tiltak ligger i vedlegg 2 (usikkerhetsregister), sammen med de identifiserte usikkerhetene. Det anbefales å jobbe med å dele opp de største usikkerhetene i mer håndterbare og målbare størrelser før tiltak settes inn.

Rangeringen gir en stor usikkerhet knyttet til marked, som er symmetrisk med en forventet verdi som uttrykker en potensiell oppside.

Huskostnadene (A1 og B1) er egentlig en større og mer kontrollerbar usikkerhet da den er knyttet til fremtidige løsninger og valg prosjektet har for gjennomføring.



## 7 Konklusjon og anbefalinger

### 7.1 Anbefalte rammer – styrings- og kostnadsramme

Tabellen nedenfor oppsummerer s-kurven i kapittel 5, og viser OPAKs anbefalinger til henholdsvis styringsramme og kostnadsramme på bakgrunn av de resultatene som har fremkommet. Anbefalte rammer har prisnivå februar 2019.

Rammene vi anbefaler for prosjektet er i tråd med metodikken som brukes i store offentlige investeringsprosjekter, og er gitt som to verdier:

- Styringsramme (P50)
- Kostnadsramme (P85)

Styringsrammen (P50 %) er den verdien som prosjektet bør kunne gjennomføres etter. Det er like stor sannsynlighet for at kostnaden blir høyere, som at den blir lavere. Øvre ramme (P85 %) er kostnadsrammen oppdragsgiver bør ha mulighet til å finansiere.

Avstanden fra P50 til P85 benevnes som usikkerhetsavsetning og aktører med flere prosjekter i porteføljen setter normalt av en del av denne utenfor prosjektets rekkevidde. Det vil også være en nøktern usikkerhetsavsetning under P50, men den vurderes normalt til å være til disposisjon for prosjektet for å kunne håndtere uforutsette forhold.

Tabell 6 Anbefalte rammer

Kostnadsestimat MNOK (inkl. mva.)	
Grunnkalkyle	<b>282</b>
Forventede tillegg/fradrag	-10
Styringsramme (P50)	<b>272</b>
Usikkerhetsavsetning	40
Finansieringsramme/kostnadsramme (P85)	<b>312</b>

Tabell 6 viser at det er en sannsynlighet på 50 % (P50) for at prosjektet vil kunne holde seg innenfor en ramme på 272 MNOK inkl. mva. Kostnadsrammen (P85) er beregnet til 312 MNOK inkl. mva. Det vil si at det er 85 % sannsynlighet for at prosjektet havner innenfor denne rammen.

Beregnet prosjektkostnad eks. mva. fremkommer av vedlegg 3.

#### Avsetning for usikkerhet

Margin eller avsetning for usikkerhet handler om hvilken sikkerhet Sandnes eiendomsselskap KF vil ha mot overskridelser. Avsetningen er å betrakte som en form for forsikring, hvor man avsetter et beløp ut over 50/50-estimatet for å håndtere risiko man ikke har kunnet forutse på et tidlig planstadium. For prosjektet utgjør differansen mellom P50 og P85 40 MNOK inkl. mva.

## Vedlegg 1 – Begrepsforklaring

Begrep	Forklaring
<b>Usikkerhet</b>	Mangel på informasjon, kunnskap og kontroll over et fremtidig saksforhold
<b>Risiko</b>	Negativ side av usikkerhet, og er gitt ved sannsynligheten for og konsekvensene av negative hendelser.
<b>Mulighet</b>	Positiv side av usikkerhet, og er gitt ved sannsynligheten for og konsekvensene av positive hendelser.
<b>Usikkerhetsanalyse</b>	Prosess med systematisk bruk av informasjon for å estimere/ forstå usikkerheten.
<b>Usikkerhetsstyring</b>	Identifisere, analysere og håndtere usikkerhet i prosjektet, og implementere forbedringstiltak
<b>Estimatusikkerhet</b>	Et uttrykk for variabilitet i størrelser, som skyldes mangel på informasjon, kunnskap og kontroll over fremtidige størrelser.
<b>Usikkerhetsdrivere (Indre/ytre forhold)</b>	Usikkerhetsdrivere består av indre/ytre forhold som er definert som usikkerhetsforhold som ligger rundt prosjektet, ikke relatert til selve løsningen som skal leveres. Indre usikkerhet kan være frafall av kjernekompetanse, dårlig teamsammensetning osv. Ytre usikkerhet kan være konkurrerende prosjekter, markedssvingninger, påvirkning fra andre prosjekter i egen organisasjon osv.
<b>WBS/PNS</b>	Work Breakdown Structure (Prosjektnedbrytingsstruktur). En grafisk fremstilling av fordelingen av aktivitetene/deler i et prosjekt
<b>Trippelanslag</b>	Består av et forslag til minimums-, maksimums- og den mest sannsynlige verdien/kostnaden for et usikkerhetselement.
<b>Trinnvisprosessen</b>	En metode for sannsynlighetsteknisk behandling av tallgrunnlag. (Ref.: Trinnvisprosessen, Ole Jonny Klakegg, Institutt for bygg- og anleggsteknikk, NTH, 1993.)
<b>Forventede tillegg</b>	Det forventede kostnadsbidraget grunnet estimatusikkerhet, risikofaktorer og hendelsesusikkerhet. Potensialet for forventede tillegg er normalt størst i tidlig fase av prosjektet, og minker etter hvert som prosjektet utvikles.
<b>Forventet kostnad</b>	Gjennomsnittet av alle verdier langs hele sannsynlighetskurven, og er et resultat av simuleringer gjort i anslagsverktøyet. Denne er ikke identisk med P50.
<b>Styringsramme (P50)</b>	Punktet på S-kurven der det er like stor sannsynlighet for at prosjektets kostnad blir høyere eller lavere. Prosjektet kan med 50% sannsynlighet gjennomføres for denne kostnaden.

<b>Usikkerhetsavsetning</b>	Avsetning for å oppnå sikkerhet mot overskridelse av kostnadsrammen. Det forventes ikke at denne posten brukes i prosjektet. Avsetningen styres på et høyere organisatorisk nivå enn prosjektleder. Midlene fra avsetningen utløses etter behov i samsvar med forhåndsdefinerte kriterier/retningslinjer.
<b>Kostnadsramme (P85)</b>	Summen av forventet prosjektkostnad og avsetning for usikkerhet. Kostnadsrammen definerer hvor mye penger som er satt av for å gjennomføre prosjektet. Prosjektet har bare én kostnadsramme. Denne er vanligvis i offentlige prosjekter satt til å være P85.

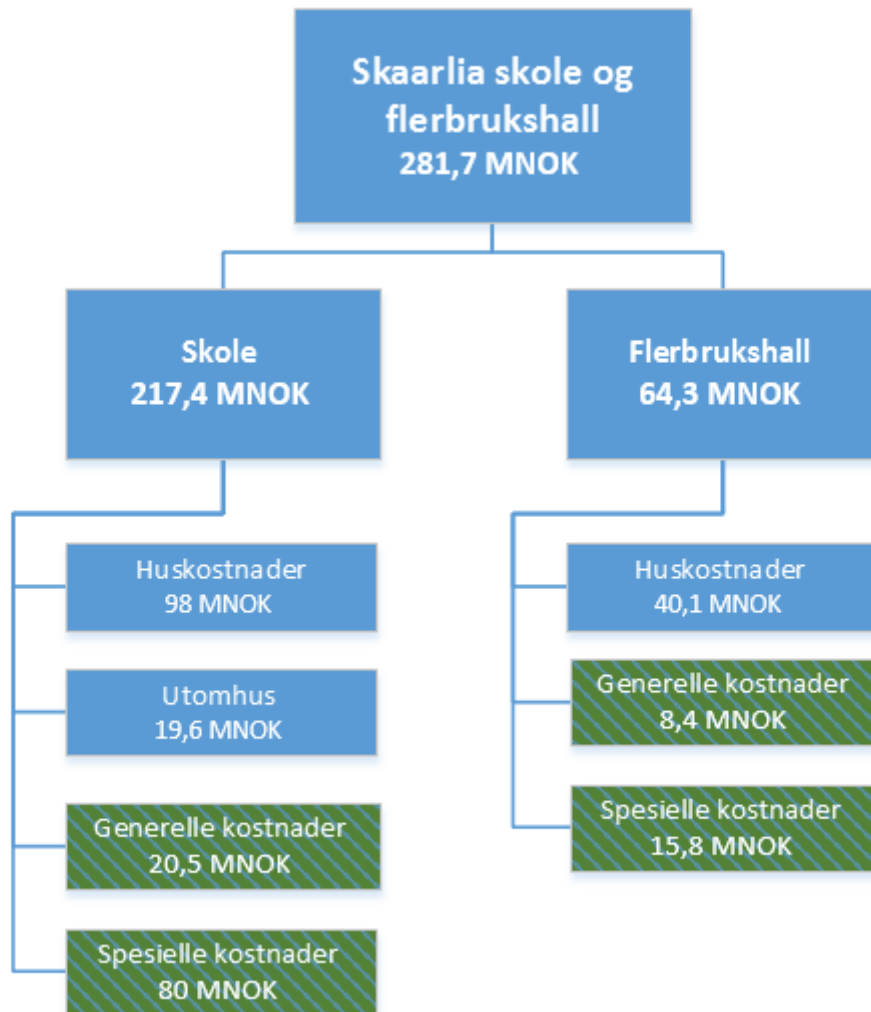
## Vedlegg 2 – Usikkerhetsregister

Egen forsendelse.

### Vedlegg 3 – Analysemodell

Kostnadspost		Type	Lav verdi	Sanns.verdi	Høy verdi	Forv.verdi	Simulert forv.verdi	Std.avvik	Rel. Std. Avvik
<b>A</b>	<b>Skole</b>	<b>Sum</b>					<b>203 152 968</b>	<b>17 036 022</b>	<b>8%</b>
A1	Huskostnader	Rundsum	75 000 000	90 000 000	104 000 000	89 588 179	89 523 798	11 293 181	13%
A2	Utomhus	Rundsum	15 000 000	25 000 000	30 000 000	22 939 920	22 938 753	5 982 074	26%
A3	Generelle kostnader	Rundsum	15 000 000	18 000 000	25 000 000	19 648 439	19 662 649	4 091 025	21%
A4	Spesielle kostnader	Rundsum	34 000 000	38 000 000	42 000 000	38 000 000	37 996 469	3 088 873	8%
A5	Mva.	Mva. (%)	25,00	25,00	25,00	25,00	33 031 300	3 352 871	10%
<b>B</b>	<b>Flerbrukshall</b>	<b>Sum</b>					<b>73 772 662</b>	<b>11 033 249</b>	<b>15%</b>
B1	Huskostnader	Rundsum	38 000 000	50 000 000	60 000 000	49 176 334	49 164 642	8 533 988	17%
B2	Generelle kostnader	Rundsum	5 000 000	7 000 000	9 000 000	7 000 000	6 991 659	1 552 058	22%
B3	Spesielle kostnader	Rundsum	600 000	3 168 000	5 000 000	2 864 866	2 861 828	1 721 814	60%
B4	Mva.	Mva. (%)	25,00	25,00	25,00	25,00	14 754 533	2 206 650	15%
<b>C</b>	<b>Usikkerhetsdrivere</b>	<b>Sum</b>					<b>-1 578 927</b>	<b>29 669 941</b>	<b>1 879%</b>
C1	Prosjektmodenhet/løsninger	Faktor	1,001	1,002	1,007	1,004	325 248	227 958	70%
C2	Prosjektgjennomføring	Faktor	1,000	1,002	1,005	1,002	215 720	178 043	83%
C3	Marked	Faktor	0,800	0,950	1,200	0,991	-2 119 895	29 671 376	1 400%
	<b>Totalsum</b>						<b>275 346 703</b>	<b>35 686 779</b>	<b>13%</b>

Vedlegg 4 – PNS





## Vedlegg 5 – Forutsetninger og beskrivelse av usikkerheter

### A Skole

Post		A1 Huskostnader
<b>Beskrivelse</b>		
<p>Huskostnader inkluderer postene «Huskostnader (1-6)» og «Heis (6)» i grunnkalkyle. Estimater er basert på en antatt kvadratmeterpris på 21 000 kr/m<sup>2</sup>, som vedtatt av Sandnes kommune.</p> <p>Nasjonalt gjennomsnittsnivå ligger mellom 15 000 kr/m<sup>2</sup> og 19 000 kr/m<sup>2</sup> iht. Norsk prisbok. Gjennomsnittsverdien er brukt som bestefallsbetraktning.</p> <p>Mest sannsynlig verdi er justert i henhold til Norsk prisbok.</p>		
<b>Basisestimat</b>		<b>97 952 800</b>
<b>Justert til (i analysesamling)</b>		<b>90 000 000</b>
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>
Prisene ender på nasjonalt gjennomsnittsnivå (17 000 kr/m <sup>2</sup> )	19 000 kr/m <sup>2</sup>	Prisene ender på 23 000 kr/m <sup>2</sup>
75 000 000	90 000 000	104 000 000
<b>Forventet kostnad denne post</b>		<b>89 588 179</b>

Post		A2 Utomhus
<b>Beskrivelse</b>		
<p>Posten inkluderer alt arbeid utomhus.</p> <p>Estimatet er basert på erfaringstall fra tilsvarende skoleprosjekter i kommunen (1400 kr/m<sup>2</sup>). Arealene er skjønsmessig vurdert ut i fra hva som bygges på tomten, hensynssoner og kulturminner. Hele tomten utgjør 31 daa. Utomhusareal utgjør totalt 14 000 m<sup>2</sup>.</p> <p>Følgende rekkefølgekrav gir føringer for utomhusarbeidet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiltak i Kleivaneveien - trafikksikkerhetstiltak (innsnevring, busslomme) (2 MNOK)</li> <li>- Veitiltak</li> <li>- Turvei</li> <li>- Trafo (1MNOK)</li> </ul> <p>Bekketiltak:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Graving, plastring, fordrøyningsbasseng, regnbedd. 2500 kr/m - 100 m bekk (2,5 MNOK)</li> </ul>		
<b>Basisestimat</b>		<b>19 600 000</b>
<b>Justert til (i analysesamling)</b>		<b>25 000 000</b>
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>

Transformator og trafiksikkerhetstiltak blir dekket av grunneier med omtrent 3 MNOK.	Gjennomføres som planlagt.	Prosjektet på bære alle kostnader selv og at opparbeidelseskostnadene blir større enn nøkkeltallene tilsier.
15 000 000	25 000 000	30 000 000
<b>Forventet kostnad denne post</b>		22 939 920

Post		A3 Generelle kostnader
<b>Beskrivelse</b>		
<p>Posten inkluderer prosjektering byggherre, samt byggeledelse og prosjektledelse. Analysegruppens erfaringer viser at denne posten ofte er for høy. Påløpte kostnader til nå er 5 MNOK. Gjenstår konkurransegrunnlag og rådgivning i byggetid. Prosjekteringskostnadene ser ut til å bli noe lavere enn antatt.</p> <p>Tror på estimert kostnad knyttet til byggeledelse (byggherreombud), prosjektledelse og byggherrekostnader (ITB, SHA, etc.).</p>		
<b>Basisestimat</b>		<b>20 570 088</b>
<b>Justert til (i analysesamling)</b>		<b>18 000 000</b>
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>
Gjennomføring som planlagt		Feil og omprosjektering, samt stort omfang av rådgivning knyttet til løsninger og anleggsarbeider
15 000 000	18 000 000	25 000 000
<b>Forventet kostnad denne post</b>		19 648 439

Post		A4 Spesielle kostnader
<b>Beskrivelse</b>		
<p>Posten inkluderer Inventar og utstyr = 11 634 336 12% - 2 mnok, + 2mnok</p> <p>Tomteerverv = 31 000 000 - kontrakt signert</p> <p>Mva. trekkes ut av denne posten og legges på etterpå</p>		
<b>Basisestimat</b>		<b>42 600 000</b>
<b>Justert til (i analysesamling)</b>		<b>38 000 000</b>
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>
Lavere inventarkostnader		Høyere IKT-kostnader
34 000 000	38 000 000	42 000 000

<b>Forventet kostnad denne post</b>	38 000 000
-------------------------------------	------------

## B Flerbrukshall

Post		B1 Huskostnader
<b>Beskrivelse</b>		
Areal hall 2235 m2. Basisestimat er basert på 18 000 kr/m2.		
Norsk prisbok sier 15 800 kr/m2. NPB Inkluderer ikke ikke vanntett fundament slik prosjektert løsning legger til grunn.		
<b>Basisestimat</b>		40 100 000
<b>Justert til (i analysesamling)</b>		50 000 000
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>
Gunstige forhold, i forhold til estimatet til Norsk prisbok. Minimum av vanntetting og forankringstiltak (5 MNOK).	Noe høyere kvadratmeterpris enn først antatt.	Økte priser i forhold til Norsk prisbok. Sandnes kommune opererer med 17 000 kr/m2. Frykter 20 000 kr/m2. Tiltak for vanntetting av fundament samt forankring gitt høy grunnvannstand kan gi påslag på 15 MNOK.
38 000 000	50 000 000	60 000 000
<b>Forventet kostnad denne post</b>		49 176 334

Post		B2 Generelle kostnader
<b>Beskrivelse</b>		
Etter nøkkeltall fra Sandnes kommune. Kan reduseres betydelig pga. synergier med skolen.		
<b>Basisestimat</b>		8 400 000
<b>Justert til (i analysesamling)</b>		7 000 000
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>
Synergier	Som planlagt	Manglende synergieffekt
5 000 000	7 000 000	9 000 000
<b>Forventet kostnad denne post</b>		7 000 000

Post	B3 Spesielle kostnader
------	------------------------

Beskrivelse		
Usikkerhet knyttet til inventar og utstyr.		
<b>Basisestimat</b>		<b>3 168 000</b>
<b>Justert til (i analysesamling)</b>		<b>3 168 000</b>
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>
600 000 til inventar og utstyr	Som planlagt	Som planlagt
600 000	3 168 000	5 000 000
<b>Forventet kostnad denne post</b>		<b>2 864 866</b>

## C Usikkerhetsdrivere

Post	C1 Prosjektmodenhet/løsninger	
Beskrivelse		
<p>Tiltak for tett kjellergulv evt. flytting av garderober og flomsikring av kjørerampe til flerbrukshall:</p> <p>Tak: 500 000</p> <p>Drenering: Svellebånd . Tilstrekkelig løsning er ikke identifisert. Takvannedløp kan flyttes til utvendig.</p> <p>Finnes løsninger for å støpe den vanntett.</p> <p>Alternativ flytte opp i 1.etasje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mindre vanntett betong</li> <li>- Mindre masser som må fraktes vekk</li> <li>- Mindre utgraving</li> <li>- Koster 500 k ekstra - tegningsmessig</li> <li>- Koster tid</li> <li>- Verste fall - må sikre hele bygget</li> </ul> <p>Regner med at garderobeanlegget blir flyttet opp med kostnadspåslag på 1,5 MNOK.</p> <p>Flomsikring av kjørerampe gir et kostnadspåslag på 0,5 MNOK</p>		
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>
Bygge som planlagt uten risiko for vanninntrengning		Store kostnader til sikring mot vanninntrengning av grunnvann gjennom vannsikker støp ved innføring av avløpsledninger
1,001	1,002	1,007

<b>Forventet kostnad denne post</b>	325 248
-------------------------------------	---------

Post		C2 Prosjektgjennomføring
Beskrivelse		
Kontraktsutfordringer		
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>
Gjennomfører som planlagt	Som planlagt	Betydelige avvik mellom bestilling/kontrakt og leveranse
1,000	1,002	1,005
<b>Forventet kostnad denne post</b>		215 720

Post		C3 Marked
Beskrivelse		
Markedet er godt.		
<b>Håper</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Frykter</b>
Gjennomført i en bedre markedssituasjon enn antatt		Markedet er dårligere enn antatt
0,800	0,950	1,200
<b>Forventet kostnad denne post</b>		- 2 119 895

## Vedlegg 6 – Agenda og kjøreregler for usikkerhetssamlingen

Tid	Aktivitet	Ansvar
09:00	Introduksjon av usikkerhetsanalyse	Prosessleder
09:20	Presentasjon av deltakerne	Prosessleder
09:30	Beskrivelse av prosjektet	Prosjektleder/eier
10:00	Situasjonskart og kreativ prosess	Prosessledere
10:30	Identifikasjon av usikkerheter	
11:30	Lunsj	Alle
	- Gruppering av usikkerheter	Prosessledere
12:00	Kritikalitet (sannsynlighet * konsekvens)	Prosessledere
13:00	Forslag til tiltak	Prosessledere
14:00	Trippelanslag på kalkyleposter og usikkerhetsdrivere	Prosjekt-/prosessledere
15:45	Oppsummering	Prosessledere
16:00	<b>Slutt</b>	

Kjøreregler:

Realistiske anslag på fremtidige verdier krever:

1. Felles vurdering av en balansert og kompetent analysegruppe
2. At analysegruppen kan kommunisere åpent og ærlig
3. At alle relevante forhold skal vurderes
4. Alle usikkerheter er velkomne, ingen innspill er for dumme

5. Vi rydder senere i prosessen
6. Prosesslederen leder

## Vedlegg 7 – OPAKs metode for usikkerhetsanalyse

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

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

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

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

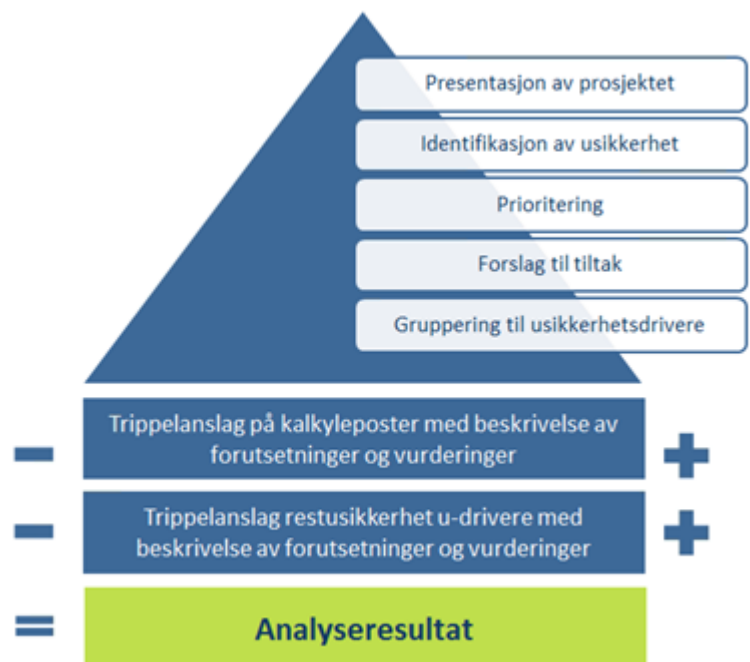
Prosessen er strukturert slik at det suksessivt bygges opp kunnskap om analyseobjektet i analysegruppen. Dette gjøres ved å identifisere usikkerhet fritt.

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

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

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

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





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

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

### Beregningsmetodikk

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

- Mest sannsynlig
- Lav verdi med 10 % sannsynlighet
- Høy verdi med 90 % sannsynlighet

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

Kvantifiseringen kan gjøres på ulike måter:

- Ved hjelp av tilnærmingsformler
- Ved Monte Carlo simulering

Vi bruker dataverktøy som anvender begge disse beregningsmetodene. I hovedsak benyttes Monte Carlo simulering, fordi metoden er best egnet til å beskrive komplekse problemstillinger og modeller. I tillegg kan det i en simuleringsmodell inkluderes korrelasjoner.

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

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

#### Tilnærmingsformler \*:

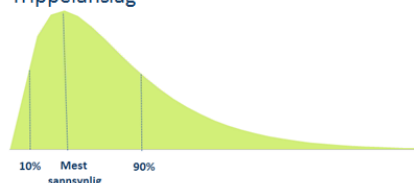
$$\text{Middelverdi} = \frac{(\text{Min} + 0,42 \times \text{Most likely} + \text{Max})}{2,42}$$

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

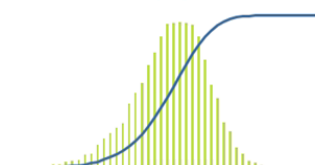
#### Monte Carlo simulering:

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

Trippelanslag



Sannsynlighetskurve

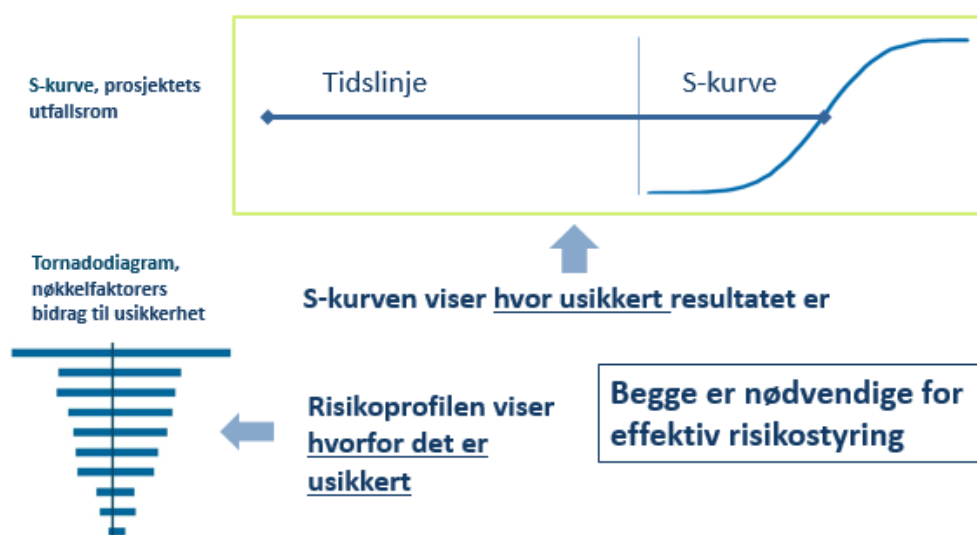


## Verktøy

Verktøy	Anvendelse
Usikkerhetsregister Excel regneark	Brukes til å registrere all usikkerhet i den kreative prosessen, inklusive kritikalitet og foreslåtte tiltak.
Anslag 4.0 Vianova systems AS	Brukes til den kvantitative modelleringen og beregningen av usikkerhet. Kalkyletre, trippelanslag, dokumentasjon av lav, høy og mest sannsynlig verdi.
Skreddersydde modeller Excel @Risk	Brukes til kvantitativ modellering og beregning av usikkerhet i tilfeller der det er best egnet. Kan modellere basert på et utall ulike definisjoner av sannsynlighetskurver. Kan modellere korrelasjon dersom ønskelig. Kan modellere binære fordelinger.

## Analyserapport

Analyserapporten vil inneholde dokumentasjon på den kartlagte usikkerheten, i form av analysemodell, usikkerhetsregister, prioriterte usikkerheter og beskrivelser knyttet til tripplestimatene. Den inneholder også analyseresultatene, presentert ved sannsynlighetskurver og tornadograf, forventet verdi og standardavvik.



Usikkerhetsregisteret overleveres prosjektet i Excel-format, slik at det kan brukes i den videre usikkerhetsstyringen.

Nr.	Usikkerhet	Usikkerhetsdriver	Beskrivelser av mulige hendelser	Mål	Sannsynlighet	Konsekvens	Kritikalitet	Tiltak
1								
2								

## Gjennomføring

### Identifikasjon av usikkerheter

Målet for usikkerhetssamlingen er å identifisere og beskrive usikkerhet knyttet til prosjektet så fullstendig som mulig. Gruppesamlingen er en kreativ prosess, der alle deltakere får 5 - 10 minutter til å notere de viktigste usikkerhetene hver for seg. I denne delen av prosessen bør deltakerne stille seg spørsmål som:

- Hva kan gå galt (trusler)?
- Hva kan gå bedre (muligheter)?
- Hvilke endringer kan forekomme?
- Hva er det verste som kan skje?

Etter at alle har identifisert usikkerhet hver for seg, går prosessleder rundt bordet og hver deltaker fremlegger én usikkerhet hver. Den som identifiserer en usikkerhet «eier» usikkerheten, men gruppen kan stille spørsmål for å sikre at alle forstår hva usikkerheten innebærer. Runden rundt bordet gjør det mulig å identifisere flere usikkerheter i fellesskap enn hva hver enkelt deltaker ville gjøre alene. Identifikasjon av usikkerheter fortsetter inntil gruppen ikke har flere usikkerheter.

Prosessledelsen sikrer at det også identifiseres potensielle muligheter, ikke bare trusler.

### Kritikalitet

Målet er å bidra til at gruppen fokuserer på de viktigste usikkerhetene.

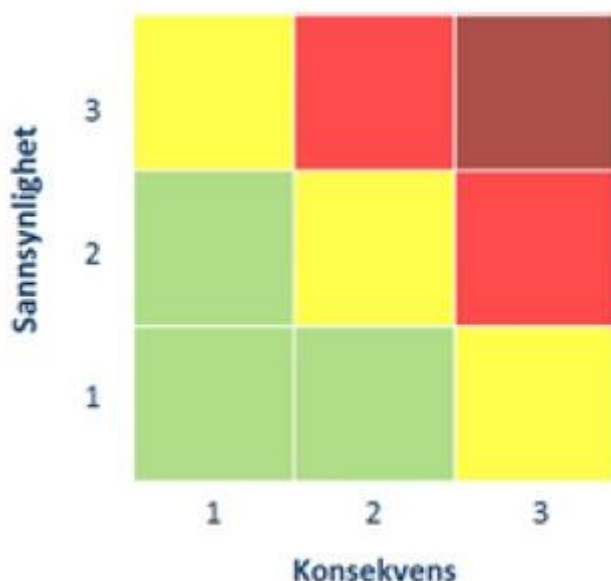
Fastsettelse av de identifiserte usikkerhetenes kritikalitet (sannsynlighet \* konsekvens) gjør det mulig å rangere usikkerhetene etter potensiell påvirkning på prosjektet. Usikkerhet rangeres ved at gruppen vurderer:

- Hvor sannsynlig det er at usikkerheten inntreffer
- Hva konsekvensen blir dersom den inntreffer

Dette er kvalitative vurderinger som ikke må forveksles med trippelanslag på hendelser og kalkyleposter.

Før gruppesamlingen blir prosessledelsen og prosjektet enige om definisjonene på konsekvens i skalaen 1-3 som vist i figuren til høyre.

En usikkerhet med større sannsynlighet enn 50 % skal alltid inkluderes i kostnadsoverslaget.



#### Eksempel - målt mot kostnad (økning eller reduksjon)

Vurdering	Konsekvens i kroner	Sannsynlighet	
<b>Høy</b>	> 1 000 000	Ofte	30-50 %
<b>Middels</b>	100 000 – 1 000 000	En gang i blant	15-30 %
<b>Lav</b>	< 100 000	Sjelden	< 15 %
		Inkluderes i kostnadsoverslaget	> 50 %

#### Forslag til tiltak

Målet er å identifisere tiltak som kan iverksettes for å redusere risiko og sikre muligheter.

Etter at de viktigste usikkerhetene er rangert foreslås det tiltak rettet mot de høyest prioriterte usikkerhetene, både trusler og muligheter:

- Hva kan gjøres for å redusere risiko?
- Hva kan gjøres for å sikre realisering av identifiserte muligheter?

Prosjektet mottar usikkerhetsregisteret til risikostyring i etterkant av samlingen, og foreslår tiltak på øvrige usikkerheter. Disse inkluderes i rapporten fra analysesamlingen.

Nr.	Usikkerhet	Usikkerhetsdriver	Oppside	Beskrivelser av mulige hendelser	Mål	Sannsynlighet	Konsekvens
1							
2							

Nr.	Usikkerhet	Usikkerhetsdriver	Oppside	Beskrivelser av mulige hendelser	Mål	Sannsynlighet	Konsekvens	Kritikalitet	Tiltak
1									
2									

### Gruppering av usikkerheter

Målet er å samle like usikkerheter i grupper som ikke samvarierer.

Alle usikkerhetene grupperes sammen med like usikkerheter, slik at usikkerhetsdriverne er uavhengige av hverandre. Hver enkelt usikkerhet skal henføres til en og bare én gruppe eller usikkerhetsdriver.

### Trippelanslag på kalkyleposter og usikkerhetsdrivere

Målet er å tallfeste utfallsrom på usikkerhet.

Gruppen har opparbeidet seg kunnskap om analyseobjektet slik at det nå er mulig å sette trippelanslag på kalkyleposter og usikkerhetsdrivere:

- Lav verdi representerer hvor galt det kan gå i 1 av 10 prosjekter
- Høy verdi representerer hvor bra det kan gå i 1 av 10 prosjekter
- Mest sannsynlig representerer hva gruppen tror mest på, og kan avvike fra opprinnelig kalkyleverdi

	Lav verdi	Mest sannsynlig	Høy verdi
	3 000 000	5 000 000	9 000 000
Kalkyle		4 500 000	
Forventet kostnad		5 826 446	

## Presentasjon av foreløpige resultater

Etter at gruppeprosessen er ferdig presenteres de foreløpige resultatene av analysen.

- P50 styringsramme (median) er det punktet på s-kurven der det er like stor sannsynlighet for at prosjektets kostnad vil bli høyere som lavere
- P85 kostnadsramme er det punktet på sannsynlighetskurven der det er 85 % sannsynlig at kostnaden blir lavere og 15 % sannsynlighet for at kostnaden blir høyere.
- Forventet kostnad er gjennomsnittet av alle verdier langs hele sannsynlighetskurven. Denne er ikke identisk med P50
- Standardavviket gir et mål på usikkerheten i kroner
- Tornadografen/usikkerhetsprofilen viser hva usikkerheten i hovedsak skyldes.

