

Fokus på investeringskostnad eller levetidskostnad i investeringsprosjekter?

Usikkerhetsanalyse av kostnader

Andreas Fossdal Markussen

Veileder

Øystein Husefest Meland

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Universitetet i Agder, 2016
Fakultet for Handelshøyskolen ved UIA
Institutt for økonomi

Forord

Masterstudiet er gjennomført ved Institutt for økonomi, ved Universitetet i Agder. Som avslutning på masterutdannelsen i økonomi og administrasjon med fordypning i økonomisk styring og prosjektledelse, skal det skrives en masteroppgave tilsvarende 30 studiepoeng. Gjennom masterutdannelsen fikk jeg stor interesse for prosjektfaget, og bestemte meg fort for at dette var noe jeg ville tilegne meg mer kunnskap om. Under utredningen av tema for masteroppgaven var jeg så heldig å ble introdusert til prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter. Her fikk jeg sett hvordan det arbeides i praksis. Arbeidsmengden har vært betydelig, men svært interessant og lærerikt.

I forbindelse med masteroppgaven ønsker jeg å takke personene som har bidratt til at oppgaven har blitt ferdigstilt. Jeg vil rette en takk til Kruse Smiths Yngve Arntzen og Egil Lunden, som har vært mine kontaktpersoner i Kruse Smith. De har vært veldig samarbeidsvillige og en viktig ressurs for min oppgave.

Jeg vil også benytte anledningen til å rette en spesiell takk til Dr. Ingeniør Øystein Husefest Meland som har vært min veileder gjennom hele prosessen. Godt samarbeid og gode tilbakemeldinger har for meg vært til svært god hjelp.

Kristiansand 1. juni 2016

Andreas Fossdal Markussen

Sammendrag

Bygg- og eiendomsbransjen har gjennom årene lagt stort fokus på investeringskostnaden ved ulike investeringsprosjekter. Det ble allerede på 70-tallet utviklet metoder for beregning av levetidskostnader. Analysen for levetidskostnadene har gjennom årene blitt revidert og forbedret. Det er også utarbeidet ulike dataverktøy for LCC analyse. Likevel ligger ofte fokuset i bygge- og eiendomsbransjen på investeringskostnaden.

Denne oppgaven vil dermed prøve å belyse om fokuset bør ligge på investeringskostnaden eller levetidskostnaden i investeringsprosjekter. Det vil bli gjennomgått både en teoretisk tilnærming og en empirisk forskning (casestudie).

Oppgaven omhandler usikkerhetsanalyse av kostnader, og det ble brukt et reelt byggeprosjekt fra Lyngdal kommune som casestudie for den empiriske forskningen. Dette casestudiet var prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter. Det ble sammenlignet ulike konsepter for prosjektet. Det ble også sett på investeringskostnaden og levetidskostnaden, og gjort en sammenligning av dem.

Resultatene i oppgaven viste hvilket av konseptene som vil være mest gunstig å velge for Lyngdal kommune. Resultatene viste også om mesteparten av de totale kostnadene i et investeringsprosjekt ved en gitt levetid, var FDVU-kostnadene samt eventuelle tilleggsposter som velges å inkluderes i levetidskostnaden, eller investeringskostnaden. Oppgaven viste videre hvor mye de forskjellige kostnadspostene utgjør av de totale prosjektkostnadene. Avrunding av oppgaven ble gjort ved å svare på problemstillingen ut ifra den teoretiske tilnærmingen og den empiriske forskningen som ble gjort.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	II
Sammendrag	III
Figurliste	VI
Tabelliste	VI
Formelliste	VII
1. Innledning	1
1.1 Problemstilling.....	1
1.2 Oppgavens avgrensning.....	1
1.3 Oppgavens struktur	1
2. Prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter	3
2.1 Lyngdalsmodellen.....	4
3 Teori	5
3.1 Hva er et prosjekt?	5
3.2 Usikkerhet i prosjekter	7
3.3 Prosjektnedbrytning	10
3.4 Livssyklus kostnader	13
3.5 Metoder for usikkerhetsstyring	24
3.5.1 Trinnvis kalkulasjon	27
3.5.2 SWOT-analyse	32
4. Metodisk tilnærming	33
4.1 Problemstilling.....	33
4.2 Forskningsdesign	33
4.3 Forskningsmetode	35
4.4 Validitet og reliabilitet	36
4.5 Trinnvisprosessen	37
4.6 Analyse- og kalkulasjonsverktøyet TRIKALK	46
4.7 Analyse- og kalkulasjonsverktøyet LCCWeb	46
5. Modelltesting og analyse av prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter	47
5.1 Formålet med usikkerhetsanalysen	47
5.2 Formålet med LCC-analysen	47
5.3 Ressursgruppen	48
5.4 Situasjonsskart for prosjektet.....	48
5.5 Forutsetninger for analysene.....	50

5.6 Prosjektets konsepter	51
5.7 Nedbrytningsstrukturen i prosjektet Lyngdal bo og servicesenter	52
5.8 Investeringskostnaden av de ulike konseptene	53
5.9 LCC-analyse av de ulike konseptene i prosjektet	58
5.10 SWOT analyse av de ulike konseptene.....	68
6 Oppsummering, evaluering og anbefalinger.....	72
6.1 Oppsummering av resultatene	72
6.2 Evaluering av ressursgruppen og situasjonskartet	73
6.3 Evaluering av nedbrytningsstrukturen	74
6.4 Evaluering av tripplestimatene	75
6.5 Anbefalinger for prosjektet	76
7. Konklusjon.....	77
8. Litteraturliste.....	80
9. Vedlegg.....	82

Figurliste

FIGUR 1.1 OPPGAVENS STRUKTUR.....	2
FIGUR 3.1 PROSJEKTETS LIVSSYKLUS (GRAY & LARSON, 2008).....	6
FIGUR 3.2 USIKKERHET ER ET SAMLEBEGREP FOR MULIGHET OG RISIKO. USIKKERHET KAN IGJEN DELES OPP I ESTIMATUSIKKERHET OG HENDELSESUSIKKERHET (AUSTENG, TORP ET AL, 2005).....	9
FIGUR 3.3 KOSTNADSBEGREPER (BYGGFORSKSERIEN 624.010, 2002).....	14
FIGUR 3.4 SANNSYNLIGHETSFORDELINGER KAN VÆRE HØYRE- VENSTRESKJEVE ELLER SYMMETRISKE (DREVLAND, 2015).....	29
FIGUR 3.5 KUMMULATIV KOSTNADSDIAGRAM (S-KURVE) MED SANNSYNLIGHETS FOR AT KOSTNADEN IKKE OVERSKRIDER KOSTNAD (K) (AUSTENG, TORP ET AL., 2005).....	30
FIGUR 3.6 EKSEMPEL PÅ ANBEFALT TORNADODIAGRAM (AUSTENG, TORP ET AL., 2005).....	31
FIGUR 3.7 SWOT-MATRISJE (SAMSET, 2008).....	32
FIGUR 4.1 PRINSIPIELL FORSKJELL MELLOM TRADISJONELL- OG TRINNVIS "TOP-DOWN"- METODE FOR ESTIMERING (AUSTENG, TORP ET AL., 2005).....	38
FIGUR 4.2 TRINNVISPROSESSEN (AUSTENG, TORP ET AL., 2005).....	39
FIGUR 4.3 EKSEMPEL PÅ SITUASJONSKART (AUSTENG, TORP ET AL., 2005).....	40
FIGUR 5.1 SITUASJONSKART FOR LYNGDAL BO- OG SERVICESENTER (TRIKALK).....	48
FIGUR 5.2 PRIORITERINGSMATRISJE FOR NYBYGG (TRIKALK).....	52
FIGUR 5.3 LEVETIDSKOSTNADER FOR KONSEPT B OG C (LCCWEB).....	62
FIGUR 5.4 ÅRSKOSTNADER FOR KONSEPT B OG C (LCCWEB).....	65
FIGUR 5.5 FØLSOMHETSANALYSE AV NÅVERDI I KONSEPT C VED ØKNING AV POST 7 (LCCWEB)	66
FIGUR 5.6 FØLSOMHETSANALYSE AV ÅRSKOSTNADER I KONSEPT C VED ØKNING AV POST 7 (LCCWEB).....	67
FIGUR 5.7 FØLSOMHETSANALYSE AV KONSEPT B VED KAPITALKOSTNAD LIK NULL (LCCWEB).....	68

Tabelliste

TABELL 3.1 BOKSTAVSYMBOLENE BENYTTET I NS 3454 (NS 3454).....	19
TABELL 3.2 KOSTNADSKLASSIFIKASJONER (NS 3454, 2000).....	22
TABELL 5.1 INVESTERINGSKOSTNAD KONSEPT A (EXCEL).....	55
TABELL 5.2 INVESTERINGSKOSTNAD KONSEPT B (EXCEL).....	55
TABELL 5.3 INVESTERINGSKOSTNAD KONSEPT C (EXCEL).....	56
TABELL 5.4 NETTO INVESTERINGSKOSTNAD VED OMBYGGING/REHABILITERING (TRIKALK).....	57
TABELL 5.5 NETTO INVESTERINGSKOSTNAD VED TILBYGG (TRIKALK).....	57
TABELL 5.6 NETTO INVESTERINGSKOSTNAD VED NYBYGG (TRIKALK).....	57
TABELL 5.7 DEN ENDELIGE INVESTERINGSKOSTNADEN PÅ FUNKSJONSDELENE OG KONSEPTENE (EXCEL).....	58
TABELL 5.8 ÅRLIGE LEVETIDSKOSTNADER VED OMBYGGING/REHABILITERING (TRIKALK).....	59
TABELL 5.9 ÅRLIGE LEVETIDSKOSTNADER VED TILBYGG AV EKSISTERENDE BYGG (TRIKALK).....	60
TABELL 5.10 ÅRLIGE LEVETIDSKOSTNADER VED NYBYGG PÅ NY TOMT (TRIKALK).....	61
TABELL 5.11 LEVETIDSKOSTNAD PER BRUKER (EXCEL).....	63
TABELL 5.12 PROSENTANDEL VED DE ULIKE KOSTNADSPOSTENE (EXCEL).....	64
TABELL 5.13 ÅRSKOSTNAD PER BRUKER (EXCEL).....	65

Formelliste

FORMEL 3.1 LEVETIDSKOSTNAD (NS 3454).....	19
FORMEL 3.2 ÅRSKOSTNAD (NS 3454).....	19
FORMEL 3.3 ÅRSKOSTNADSFAKTOR (NS 3454).....	19
FORMEL 3.4 ÅRSKOSTNAD, UTVIDET FORM (NS 3454).....	19
FORMEL 3.5 TRINNVIS FORMLER (DREVLAND, AUSTENG ET AL., 2005).....	28
FORMEL 3.6 ERLANGFUNKSJONEN (AUSTENG, TORP ET AL., 2005).....	29
FORMEL 3.7 SKJEVHETSFORHOLD (DREVLAND, AUSTENG ET AL., 2005).....	29

1. Innledning

1.1 Problemstilling

Problemstillingen tar for seg det viktigste i oppgaven, og danner grunnlaget for det som skal forskes på. Problemstillingen for oppgaven er:

Fokus på investeringskostnad eller levetidskostnad i investeringsprosjekter?

1.2 Oppgavens avgrensning

Oppgaven omhandler om fokuseringen skal være på investeringskostnaden eller levetidskostnaden i investeringsprosjekter. Det skal belyses ulike metoder og prosesser for usikkerhetsanalyse av kostnader, samt hvor kostnadsfokuset bør ligge. Dette blir gjennomgått både teoretisk og empirisk ved casestudie.

Det blir ikke gjort mange avgrensninger i oppgaven. Det er de tre konseptene som er hovedfokuset, og sammenligning av disse konseptene som danner det empiriske grunnlaget for oppgaven.

1.3 Oppgavens struktur

Oppgavens struktur vil nå bli presentert for å gi god oversikt og forståelse av hvordan oppgaven er blitt strukturert. I Figur 1.1 blir hvert kapittel presentert med navn og en kort beskrivelse av hva som inngår i kapittelet. Oppgaven består av syv hovedkapitler, samt litteraturliste og vedlegg.



Figur 1.1 Oppgavens struktur

2. Prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter

Orientering om oppdragsgiver

"Vi vil – Vi våger" er Lyngdal kommune sin visjon, og mener videre at dette viser at de har sterk vilje og engasjement for utvikling. Lyngdal kommune er i stadig vekst og har litt over 8000 innbyggere. Kommunen er Norges tredje sydligste. Kommunen har et areal på 391 km² og en kystlinje på rundt 75 kilometer. Kommunen har også tre store fjorder som inneholder variert natur med åser, vidder, dyrkbar mark, samt elven Lygna som er populær blant laksefiskere fra hele Europa.

Orientering om prosjektet

Europa står ovenfor endret demografi med en stor økning av andel eldre innbyggere. EU har satt denne utfordringen på dagsordenen. Falun kommune i Sverige og Lyngdal kommune i Norge er blitt med i et EU prosjekt for å imøtekomme disse utfordringene. Målet med dette EU prosjektet er å gjennomføre to byggeprosjekter med felles utgangspunkt og felles kriterier for å bygge fremtidens omsorgsboliger. Fokuset vil være å oppnå god arkitektur og byggeform for å finne bærekraftige løsninger som kan takle kommunenes utfordringer.

I denne oppgaven skal vi kun se på prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter.

Prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter skal bygges i henhold til lov og forskrifter med fokus på materialvalg, energi, miljø, drift og vedlikehold, arealeffektive levekostnader per bruker og brukervennlighet for både personell, beboere og deres pårørende.

Det ble ut ifra disse kriteriene valgt å benytte lyngdalsmodellen som gjennomføringsmodell i prosjektet. Lyngdalsmodellen blir kort beskrevet i kapittel 2.1.

Hele prosessen før, under og etter anskaffelse og bygging følges av EU og det vil bli gjort målinger som skal danne grunnlaget for en rapport til EU. Det er ønskelig at gode sider av prosessen vil bli vist i rapporten og kan brukes videre av andre rundt om i Europa.

Status på prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter

Det ble sendt ut en lukket anbuds konkurranse og Kruse Smith med samarbeidspartnere ble valgt som entreprenør. Det er per dags dato (Mai 2016) ikke kommet så langt i prosjektet. Prosjektet er fortsatt i tidligfasen/prosjekteringsfasen og planlegging, estimering og evaluering blir gjort på grovt nivå.

2.1 Lyngdalsmodellen

Lyngdalsmodellen er en brukerfokusert, samspillorientert OPS-modell for byggeprosjekter. Modellen fokuserer på helhet i prosjektering, bygging og bruk. Det skal være med på å gi utslag gjennom minimering av levetidskostnadene per bruker. Dette skal gjøres ved gjennomtenkt utforming av optimal forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygget. Det skal også legges til rette for kvalitet og funksjonalitet i løsningene. Med dette menes byggets fleksibilitet, generalitet og elastisitet (Meland, 2014).

Modellen har også flere fordeler sammenlignet med tradisjonelle modeller. Modellen gir oppdragsgiver et bredere beslutningsgrunnlag i forhold til å (Meland, 2014):

- Påvirke levetidskostnadene
- Redusere risiko for endringer
- Ivareta fleksibilitet

I lyngdalsmodellen involveres de sentrale aktørene mye tidligere enn det gjøres i de tradisjonelle modellene. På denne måten blir entreprenørens løsningskompetanse utnyttet mye tidligere i prosjektet. Aktørene blir også værende lengre i prosjektet, som sikrer tilgang til kompetanse til enhver tid (Meland, 2014).

Det er Lyngdal kommune som er oppdragsgiver i dette prosjektet, og Kruse Smith som er blitt valgt ut til entreprenør. I Prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter så er lyngdalsmodellen blitt valgt som gjennomføringsmodell. Dette legger opp til ett tett samarbeid mellom Lyngdal kommune og Kruse Smith på et veldig tidlig stadiet i prosjektet. Dette vil være med på å gi Lyngdal kommune et bredere beslutningsgrunnlag i forhold til å påvirke levetidskostnadene, redusere risiko for endring, og ivareta fleksibilitet når valg av for eksempel ulike konsepter skal tas.

3 Teori

Det vil i dette kapittelet bli gjennomgått teori som er relevant og som kan brukes videre utover i oppgaven.

3.1 Hva er et prosjekt?

Menneskene har alltid utført engangsoppgaver eller oppgaver med lav frekvens. Men gradvis med tiden ble oppgavene mer og mer utfordrende slik som for eksempel de egyptiske pyramider, den kinesiske mur, langvarige oppdagelsesreiser osv.

Dette er oppgaver som må organiseres som engangsoppgaver, og det er slike oppgaver som man gir betegnelsen prosjekt. Det finnes to hovedgrupper av oppgaver: oppgaver som stadig vender tilbake og oppgaver som bare gjennomføres en gang eller svært sjeldent (Kolltveit & Reve, 1998).

Det finnes en rekke ulike definisjoner av begrepet prosjekt. Project management institute (PMI) har valgt å definere begrepet prosjekt på følgende måte:

A project is a temporary endeavor undertaken to create a unique product, service or result. (PMI, 2004).

Et prosjekt har altså en definert start og slutt, og gjennomføres av en temporær organisasjon som skal skape noe unikt, altså noe som ikke er blitt gjort tidligere (Kilde, Husby et al., 1999).

Karakteristiske trekk ved et prosjekt

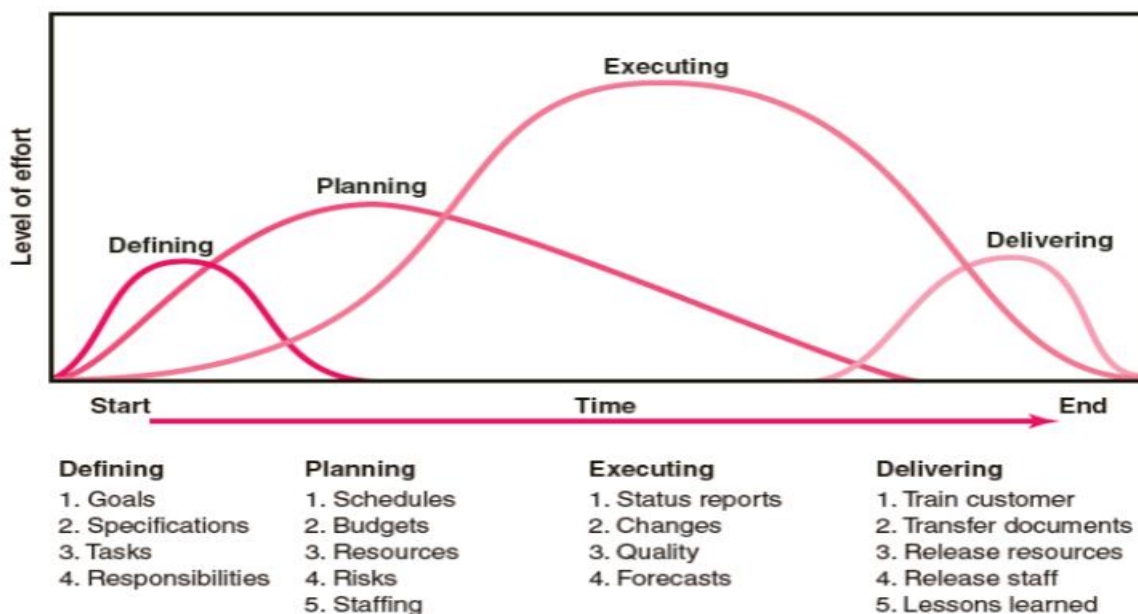
Ulike prosjekter varierer i både størrelse, kompleksitet, ressursforbruk osv. De har likevel en del felles karakteristiske trekk som gjør at man kan gi dem fellesbetegnelsen prosjekt (Karlsen, 2013). Hovedmålet til et prosjekt er å oppfylle kundens behov, og de karakteristiske trekkene til et prosjekt hjelper til med å skille et prosjekt fra andre gjentakende oppgaver som organisasjonen har. De viktigste karakteristiske trekkene ved et prosjekt er (Gray & Larson, 2008):

1. Et etablert mål.
2. Er tidsbegrenset med en start- og sluttdato.
3. Er ofte tverrfaglig med flere involverte avdelinger og fagfolk.
4. Er unik, noe som ikke er blitt gjort tidligere.
5. Har spesifikke tids-, kostnads- og utførelseskrav.

Et prosjekt bør altså ikke bli forvekslet med daglige oppgaver. Et prosjekt er ikke en rutine eller repeterende oppgave, men noe som blir gjennomført kun en gang (ibid). Det finnes mange forskjellige typer prosjekter. Noen er byggeprosjekter, utviklingsprosjekter, endringsprosjekter osv. Dette er bare noen av de mange ulike prosjektene man har, og det finnes ikke en type gjennomføringsmodell som passer for alle prosjekter, siden hvert prosjekt er unikt (Esnault, 2005).

Prosjektets livssyklus

En måte å illustrere det unike med prosjektarbeid på er å se på et prosjekts livssyklus. En livssyklus viser at prosjektet har en begrenset levetid, og at det er forutsigbare endringer i nivået av innsats over levetiden av prosjektet (Gray & Larson, 2008).



Figur 3.1: Prosjektets livssyklus (Gray & Larson, 2008)

Prosjektets livssyklus kan deles inn i fire faser (ibid):

1. *Defineringsfasen* (eng: *Defining*):

Prosjektets mål og spesifikasjoner blir definert, og oppgaver og ansvar blir fordelt.

2. *Planleggingsfasen* (eng: *Planning*):

Prosjektets tidsrammer og budsjett settes opp, og det blir også utviklet planer på ressursbruk, risiko og bemanning.

3. *Gjennomføringsfasen* (eng: *Executing*):

Prosjektet blir gjennomført og det blir gjort statusrapporter på om prosjektet ligger innenfor de gitte tids-, kostnads- og kvalitetsrammene som er satt for prosjektet.

4. Overleveringsfasen (eng: *Delivering*):

Prosjektproduktet blir overlevert til kunden, og prosjektets ressurser blir omplassert.

3.2 Usikkerhet i prosjekter

Det vil alltid være usikkerhet knyttet til prosjekter. Dette er fordi prosjekter er unike og utvikler seg kontinuerlig. Dette gjør at innhold, tidsplaner og kostnadsestimater ofte endres utover i prosjektet. Det finnes flere definisjoner på prosjektusikkerhet. Ordene usikkerhet og risiko blir ofte brukt om hverandre (Kilde, Husby et al., 1999).

Usikkerhet kan defineres som: *Usikkerhet er gitt ved differansen mellom den informasjonen som er nødvendig for å ta en sikker beslutning og den tilgjengelige informasjonen.* (ibid).

For en beslutningstaker er det viktig å kunne skille mellom den usikkerheten som skyldes mangel på kunnskap, viten og oversikt, altså usikkerheten som er knyttet til planleggingen, og den usikkerheten som skyldes omgivelsene og at verden er i forandring. Den første kan man påvirke ved å analysere og eventuelt bryte ned problemet i mer håndterbare størrelser.

Usikkerheten knyttet til omgivelsene er derimot mye vanskeligere å påvirke (Austeng, Midtbø et al., 2005).

Det finnes flere grunner til usikkerhet, og noen av hovedgruppene kan være (ibid):

- Verden forandrer seg
- Framtiden er ny
- Naturen er uforutsigbar
- Mangel på eller feilaktig tolkning av fakta
- Probabilistisk vs. possibilistisk tenkemåte
- Grunnforutsetningene er beheftet med feil

Noen forutsetninger som bør klargjøres for arbeid med usikkerhet er at usikkerheten kan ikke fjernes eller reduseres ved å innføre forbehold eller urealistiske forutsetninger. Alle analyser bør ha som grunnlag det mest mulig realistiske virkelighetsbilde og ikke forutsetninger som er urealistiske og ofte ønsketenkning. En annen forutsetning ved usikkerhet er at sikkerhet kan til en viss grad kjøpes. Dette kan være å få andre til å overta noe av usikkerheten i form av forsikring eller andre former for risikospredning. Investere i undersøkelser, analyser og forebyggende tiltak kan også være et alternativ. En siste forutsetning er at det vil alltid være en restusikkerhet. Man kan aldri sikre seg 100% mot all usikkerhet, og det vil alltid være noe usikkerhet igjen, uansett hvor bra usikkerhetsanalyser man har foretatt (ibid).

Typer av usikkerhet: Muligheter vs. risiko

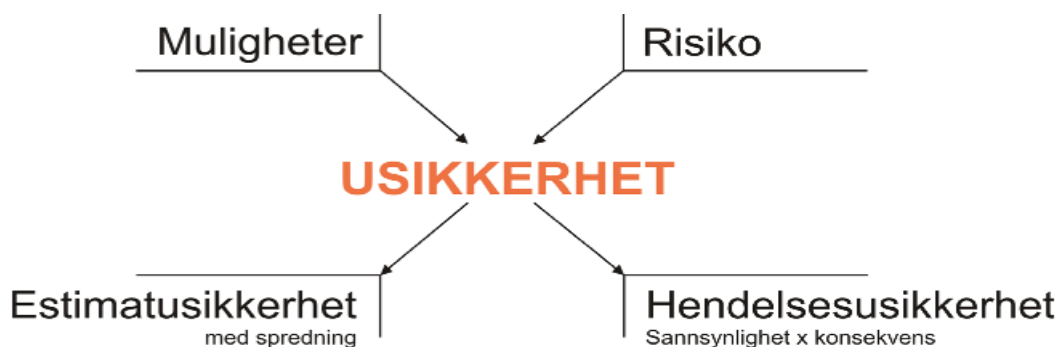
Usikkerhet er ofte noe som blir forbundet med noe negativt, men har i de siste årene blitt mer fokus på at usikkerhet også gir muligheter. Det finnes usikkerhet i alle prosjekter, og hvis alt kunne vært forutsett så ville alle resultater vært gitt, noe som det aldri er. Med bakgrunn i dette så kan man dele usikkerheten i to: en oppside som blir betegnet som mulighet og en nedside som blir betegnet som risiko. Måling på dette er ofte en sammensetning av sannsynligheten for at det inntreffer og konsekvensen det skaper. Risiko er den faren for uønskede hendelser knyttet til potensielle tap, mens muligheter er positive virkninger fra ønskede hendelser (Austeng, Midtbø et al., 2005).

Estimatusikkerhet vs. hendelsesusikkerhet

En typisk kostnadskalkyle inneholder en vurdering av usikkerheten til kostnadselementene i tillegg til en effekt av påvirkninger (indre og ytre). Dette er det vi kaller estimatusikkerhet. Estimatusikkerheten er variabiliteten i tid eller kostnader for de ulike aktivitetene som skal utføres, samt forhold som kan påvirke. I en kostnadskalkyle kan også en forventet effekt av en hendelsesusikkerhet inkluderes. Hendelsesusikkerhet uttrykkes som sannsynligheten for at en hendelse skjer, og konsekvensen av hendelsen (Austeng, Midtbø et al., 2005).

Hendelsesusikkerhet er ofte ytre forhold utenfor selve prosjektet, som man har begrenset eller ingen kontroll over. Prosjektet må likevel ta konsekvensene av hendelsene og utfordringen blir å finne frem og iverksette tiltak for å motvirke risikoen eller øke mulighetene (Austeng, Torp et al., 2005). Det er viktig at det blir gjort en stor nok avsetning for å dekke konsekvensene av ulike hendelser som kan inntreffe. Hvis hendelsen ikke inntreffer så skal ikke disse avsetningene brukes opp. Størrelsen på avsetningene til de ulike usikkerhetene varierer med type hendelse (Austeng, Midtbø et al., 2005).

Figur 3.2 illustrerer hvordan usikkerhet kan betraktes som både muligheter og risiko, samt hvordan usikkerhet kan klassifiseres i estimatusikkerhet og hendelsesusikkerhet.



Figur 3.2 Usikkerhet er et samlebegrep for muligheter og risiko. Usikkerhet kan igjen deles opp i estimatusikkerhet og hendelsesusikkerhet (Austeng, Torp et al., 2005).

Usikkerhetsanalyse

Usikkerhetsanalyse kan defineres som *en systematisk fremgangsmåte for å identifisere, beskrive og beregne usikkerhet* (Austeng, Torp et al., 2005).

En usikkerhetsanalyse utføres gjerne med bakgrunn i en eller flere av disse fire formål (Austeng, Midtbø et al., 2005):

- En del av beslutningsgrunnlaget for om prosjektet skal gå over til neste fase.
- Fremheve mulige forhold i prosjektets framtid som krever forhåndstiltak for å avverge eller begrense.
- Støtte under fastsettelse av styringsregimet, særlig med tanke på å dimensjonere avsetninger og betingelser for bruk av avsetninger.
- Støtte styringen av prosjektet ved å synliggjøre risiko og muligheter i prosjektet.

De viktigste elementene i en analyse er gode og veldefinerte prosesser, gode metoder for sikring av valide og pålitelige resultater (korrekt kvalitativ og kvantitativ input), og fremstilling av resultatene (Austeng, Midtbø et al., 2005). Omfanget av usikkerhetsanalysen avhenger av prosjektets størrelse, prosjektets usikkerhet og formålet med analysen (Austeng, Torp et al., 2005). Omfattende analyser bruker ofte gruppesamlinger hvor det settes sammen ressursgrupper som kan dekke et vidt faglig spekter som trengs for å utføre analysen til prosjektet. Usikkerhetsanalysen kan deles i en kvalitativ og en kvantitativ del. Den kvalitative delen består i å synliggjøre usikkerheten, beskrive usikkerhetselementene, årsaken til usikkerhetene, hvor de antas å påvirke og mulige påvirkningsmuligheter. Den kvalitative delen er også viktig på grunnlag av den kvantitative delen ved å få oversikt og bevisstgjøring når den kvantitative delen skal gjennomføres. Den kvantitative delen går ut på å sette tall på sannsynligheter, utfallsrom og eventuell påvirkningsandel. I de svært tidlige fasene i

prosjektet, og på et overordnet nivå så brukes ofte bare den kvalitative delen i analysene (Austeng, Midtbø et al., 2005).

Proessen for å gjennomføre en usikkerhetsanalyse varierer etter omfanget på analysen, formålet med analysen og hvilke kilder for input (kvalitativ og kvantitativ) som foreligger. Den finnes mange forskjellige usikkerhetsanalyser som er utarbeidet og gjerne spesialisert seg mot bestemte analyseformål og bransjer. Det er likevel en del likhetstrekk som går igjen i alle analysene som er viktig å få klargjort for å få en god analyse (ibid):

- Formålet med analysen: Hva analysen skal brukes til.
- Identifisering: Usikkerhetselementene identifiseres og beskrives (kvalitativ del av usikkerhetsanalysen).
- Kvantifisering: Usikkerhetselementene som er gjort i den kvalitative delen ovenfor blir kvantifisert. Det vil si å sette tall på sannsynligheten og konsekvenskostnaden av de ulike elementene (Kvantitativ del av analysen)
- Beregning: De kvantifiserte størrelsene ovenfor blir behandlet til totaltall for prosjektet. Dette kan gjøres ved å benytte simuleringsmetoder eller matematisk-statistiske regneregler som trinnvis kalkulasjon.
- Fremstilling av resultater: Resultatene blir fremstilt på en oversiktlig måte slik at de er til hjelp for beslutningstakeren til å ta den rette beslutningen.
- Utvikle forslag til tiltak: Her blir tiltak utviklet for å påvirke sannsynligheten for at hendelsene inntreffer eller å påvirke konsekvensen av hendelsesutfallene.

3.3 Prosjektnedbrytning

Det finnes utallig mange skrifter som poengterer at første steg i å definere et prosjekt er å utarbeide en prosjektnedbrytning som insisterer på at desto mer tydelig omfanget av prosjektet er før selve arbeidet starter, desto mer sannsynlig at prosjektet blir en suksess. Erfarne prosjektledere vet at det er mange ting som kan gå galt i prosjekter, og man kan ofte spore det tilbake til en dårlig utarbeidet eller ikke eksisterende prosjektnedbrytningsstruktur (Norman, 2011). En prosjektnedbrytning er en måte å strukturere prosjektets oppgaver og ressurser på i et hierarki (Rolstadås, 2014) Hensikten med en prosjektnedbrytning er å gi en oversikt over prosjektet og forutsetninger for å konkretisere delmål, i tillegg til et utgangspunkt og rammer for planene (Westhagen, 2008).

Nedbrytningsstrukturer

Det finnes en rekke ulike nedbrytningsstrukturer, men jeg vil her kun gå inn på de to som er mest relevant i forhold til min oppgave. Disse er da “Work breakdown structure“(WBS) og cost breakdown structure (CBS).

En prosjektnedbrytningsstruktur kan bli brukt til å få en oversikt over følgende (Kerzner, 2009):

- Ansvarsfordeling
- Nettverksplanlegging
- Kostnadsestimering
- Risikoanalyser
- Organisasjonsstruktur
- Koordinering av målsettinger
- Kontroll

Forhold som har betydning for nedbrytningsstrukturen

Siden alle prosjekter er unike, finnes det ikke en mal som passer for alle prosjekter når det kommer til prosjektets nedbrytningsstruktur. Det er derfor flere ulike forhold som kan ha betydning for valg av nedbrytningsstruktur. For det første kan prosjektets karakteristika spille en stor rolle. Herunder kommer prosjektets usikkerhet, frekvens, størrelse og unikhet. Videre så kan prosjekttype spille en viktig rolle. Det finnes en rekke ulike prosjekttyper, og de ulike prosjekttypene har ulike krav til nedbrytning. Valg av gjennomføringsmodell vil også spille inn, fordi det er ulik risiko involvert ut ifra de ulike valgene man har å velge i.

Det kan nevnes tre hovedkarakteristikker for en vel gjennomført prosjektnedbrytningsstruktur (Norman, 2011):

- *Leveranseorientert.*
Det vil si at det må være fokus på selve prosjektet, og at prosjektnedbrytningsstrukturen gjenspeiler selve prosjektet.
- *Hierarkisk dekomponering av arbeidet.*
Det vil si at man gjennomfører en planleggingsteknikk hvor man deler opp prosjektets omfang og leveranser i mindre, mer håndterbare komponenter, helt til prosjektets arbeid med å nå prosjektets omfang og leveranser er definert i tilstrekkelig detalj for å støtte utførelse, overvåkning og kontroll.
- *100% regelen.*
Dette er en av de viktigste prinsippene angående prosjektnedbrytning. Regelen går ut på at

en prosjektnedbrytningsstruktur skal inneholde 100% av arbeidet som prosjektomfanget definerer på det overliggende nivået. Dette vil si at man inkluderer alt arbeid, både internt, eksternt og midlertidig samt prosjektorganiseringen. Regelen sier at alle nivåene i prosjektnedbrytningsstrukturen skal være lik 100%. Det vil si at man ikke skal inkludere arbeid som faller utenfor det faktiske prosjektomfanget, altså at det ikke skal inkludere mer enn 100% av arbeidet.

Work breakdown structure (WBS)

Norman (2011) definerer Work Breakdown Structure som *a deliverable-oriented hierarchical decomposition of the work to be executed by the project team to accomplish the project objectives and create the required deliverables. It organizes and defines the total scope of the project. Each descending level represents an increasingly detailed definition of the project work. (Norman, 2011).*

Work breakdown structure er et hjelpeverktøy som hjelper til med å få en oversikt over prosjektet. Det går ut på å bryte ned prosjektet i flere mindre elementer, slik at det gir en større sannsynlighet for at hver aktivitet blir regnet med, uavhengig av størrelse (Kerzner, 2009). Å foreta en slik nedbrytning er av avgjørende betydning for mulighetene for en effektiv oppfølging av prosjektgjennomføringen (Rolstadås, 2014).

Nedbrytningsnivåer

En "Work Breakdown Structure" er en fundamental prosjektprosess som gir en oversikt over prosjektet som helhet, og som kan deles opp ytterligere i flere elementer (Norman, 2011). Det er vanlig å bryte ned prosjektet i flere ulike nivåer, og antall nivåer kan være avhengig av blant annet prosjektets størrelse. Ved en typisk nedbrytningsstruktur for et stort prosjekt kan man dele opp prosjektet i 6 nivåer: Prosjekt, Delprosjekt, Kontrollsenter, Kontraktspakke, arbeidspakke og aktiviteter (Rolstadås, 2014). De øverste nivåene i nedbrytningsstrukturen reflekterer de store leverbare områdene i prosjektet, komponert inn i logiske hovedgrupper. Innholdet av de øverste nivåene kan variere ut ifra type prosjekt og hvilken industri det gjelder. De nederste nivåene gir en mer detaljert oversikt over ulike prosesser som tid- og kostnadsestimater, ressursfordeling, risiko osv. Arbeidspakke som er det nederste nivået i prosjektnedbrytningsstrukturen, inkluderer arbeidsaktiviteter som senere kan bli brukt til å beregne tids- og kostnadsestimater samt kontroll (Norman, 2011).

Kostnadsnedbrytning (CBS)

Det første man må gjøre i en kostnadsnedbrytning er å prøve å estimere de ulike kostnadene knyttet til hver arbeidspakke i work breakdown structure, inkludert alle kostnader som trengs for å få arbeidspakken gjennomført (Norman, 2011).

Når man nå har fått kostnadsestimeringene på plass for hver arbeidspakke, kan man bruke et kostnadsbudsjett til å summere hver individuell arbeidspakke sine kostnader å sette opp et totalt kostnadsbudsjett for hele prosjektet, for å etablere en total kostnad som prosjektet vil komme til å koste (ibid).

En kostnadsnedbrytning er en hierarkisk nedbrytning av kostnadene i et prosjekt. Dette blir gjort på en hierarkisk måte akkurat som man gjør i en work breakdown structure. Når man nå har en komplett work breakdown structure (WBS), ett prosjekt budsjett og en cost breakdown structure(CBS), vil det nå være mulig å integrere disse å få en oversikt over kostnadene som hver arbeidspakke i prosjektet inneholder. En integrasjon av disse gir ikke bare en oversikt over prosjektets omfang, men også over kostnadene som oppstår i de ulike arbeidspakkene i prosjektet. Dette gjør at man har en ferdig nedbrytning av alle kostnadene sammen med arbeidet på hvert enkelt nivå, og man kan legge sammen alle kostnadene i de enkelte arbeidspakkene for å få den totale kostnaden til prosjektet som er synkronisert med prosjektets work breakdown structure hierarki (ibid).

3.4 Livssyklus-kostnader

LCC er en forkortelse på det engelske begrepet «Life Cycle Cost», som på norsk kalles livssyklus-kostnader. Livssyklus-kostnader er en matematisk metode som brukes for å forme eller hjelpe til med å ta riktige valg, og blir ofte brukt når man står ovenfor flere mulige valgmuligheter. Hovedformålet med LCC er å hjelpe til med å komme frem til det mest gunstige kapitalinvesteringsalternativet ved å vise en oversikt over prosjektets kostnader i et lengre perspektiv. Det vil si både byggefasen, men også levetiden av bygningen (Boussabaine & Kirkham, 2008). Begrepet kan defineres som "Kapitalkostnader pluss årlige kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU)". LCC er et nyttig verktøy som kan brukes ved planlegging, programmering og prosjektering av byggeprosjekter og benyttes ved vurderinger av (Standard Norge, 2000):

- Valg mellom ulike konsepter og utforminger
- Detaljutforminger, inkludert valg av materialer, komponenter og systemer
- Ombygging, tilbygg og påbygg

Kostnadsbegreper

For å få en litt bedre forståelse av livssyklus kostnader, illustreres det i figur 3.3 sammenhengen mellom de ulike kostnadsbegrepene som inngår i en beregning av livssyklus kostnader (Byggforskserien 624.010, 2002). Figuren viser at livssyklus kostnadene består av prosjektkostnader (kapitalkostnader), investeringer, periodiske kostnader, årlige kostnader og restkostnad.

Levetidskostnaden er nåverdien av alle livssyklus kostnadene i prosjektet slik som figuren viser, og årskostnader er en annuitet av levetidskostnadene.

Levetidskostnad og årskostnad er basert på grunnleggende økonomiske beregninger som vil bli nærmere illustrert senere i oppgaven. Selve analysen av livssyklus kostnadene er mer omfattende og komplisert på grunn av flere faktorer slik som nøkkeltall, levetidsdata, kalkulasjonsrente osv.

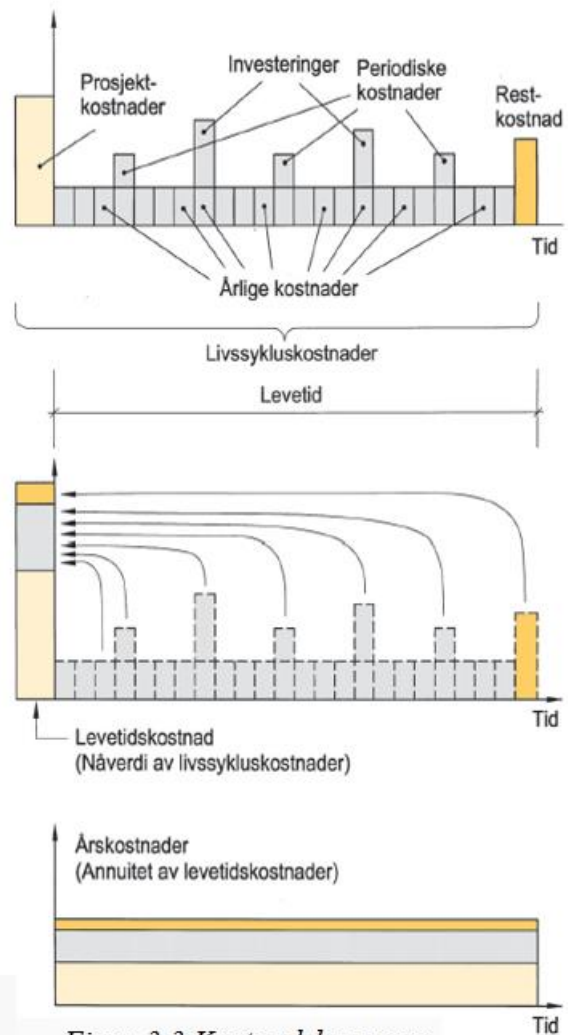
Her kommer en kort oversikt over de ulike kostnadsbegrepene. Alle definisjonene er hentet fra byggforskserien 624.010, 2002:

Prosjektkostnad er summen av samtlige kostnader ved prosjektets ferdigstillelse. Merk at dette omfatter entreprisestkostnader, generelle kostnader og spesielle kostnader i henhold til NS 3453. Ved festeavgift legges nåverdien av festeavgiften til.

Årlige kostnader er beregnede eller registrerte kostnader for de enkelte årene.

Restkostnad er avhendingskostnad ved utgangen av brukstiden for å rive/fjerne bygget.

Levetidskostnad er summen av prosjektkostnad og nåverdien av alle utgifter til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling(FDVU) i brukstiden, samt restkostnaden. Det vil si nåverdien av livssyklus kostnadene.



Figur 3.3 Kostnadsbegreper
(Byggforskserien 624.010,
2002)

Årskostnaden er annuiteten av levetidskostnaden. Merk at årskostnader ikke er det samme som årlige kostnader.

Nåverdi er den summen som må settes til forrenting for at man på et nærmere angitt tidspunkt skal disponere beløpet som forfaller til betaling.

Livssyklus kostnader er et samlebegrep på alle bygningsrelaterte kostnader som forekommer i bygningens livsløp. Det vil si prosjektkostnader, restkostnader, og årlige kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU). Service-/støttekostnader til kjernevirksomheten (konto 7 i NS 3454), som for eksempel sentralbord og kantinedrift, inngår ikke i livssyklus kostnadene men kan velges å inkluderes etter behov.

Annuitet. Ved beregning av annuitet fordeles nåverdien ut på like store utbetalinger hvert år.

Nøkkeltall er registrerte kostnader, forbrukstall o.l. per enhet (f.eks. pr. m²) over tid eller samtidig registrerte kostnader, forbrukstall o.l. for like enheter.

Norsk standard 3454

Norsk standard er i hovedsak beregnet for bygninger eller bygningsdeler, men kan også benyttes for andre typer byggverk. I standarden står det at den har 2 hovedbruksområder, og disse er (NS 3454:2013):

- 1. Analyser i forbindelse med prosjektutvikling, programmering, prosjektering og bygging/ombygging.*

Dette går ut på å lage en kalkulasjon av prosjektets totale kostnader, og gjennom disse kalkulasjonene synliggjøre de totale økonomiske konsekvensene ved de ulike valgene av løsning. Det går også ut på å sammenligne og vurdere ulike alternativer på ulike nivåer. Dette kan da være alternative konsepter (nybygg, ombygging, påbygging), alternative materialer/komponenter/systemer eller alternative detaljutforminger.

- 2. Kostnadsføring i bruksfasen.*

Dette går ut på at man bygger opp en liste over erfaringstall for nye prosjekter og til budsjettering av kostnader i bruksfasen. Disse nøkkeltallene på kostnader blir viktig input i forbindelse med benchmarking. Standarden skal dermed bidra til å få en forståelse av innholdet i de ulike kostnadspostene slik at riktig nøkkeltall blir brukt for et best mulig sammenlikningsgrunnlag.

Nøkkeltall

Norsk standard har valgt å definere nøkkeltall på følgende måte (NS 3454:2000):

Reristrerte kostnader, forbrukstall o.l per enhet over tid eller samtidig registrerte kostnader, forbrukstall o.l for like enheter.

Nøkkeltall er svært viktig når man skal utarbeide estimeringer av kostnader i prosjektet.

Hovedformålet med nøkkeltallene er å sammenligne kostnader i hele prosjektets livsløp, som da også inkluderer FDVU kostnader og eventuelt rivekostnader. Dette kan gjøres gjennom å se på NS 3454 livssyklus-kostnader, som er en fastsatt kontostruktur. Utformingen av selve kostnadsstrukturen er blant de viktigste delene i life cycle cost analysen (LCCA) fordi det danner en ramme for å registrere LCC og tilrettelegger et hjelpemiddel for å få en oversikt over kostnadsrapportering, analyser og optimalisert kostnadskontroll (Fabrycky & Blanchard, 1991).

Det kan være en utfordring å få tak i gode nøkkeltall. Det er også alltid en forskjell i tolkningen av de ulike kostnadstypene, som for eksempel definisjonene av drift, vedlikehold og utvikling. Dette kan skape usikkerhet i sammenligningen av nøkkeltall mellom forskjellige parter. LCCA er hovedsakelig for å vurdere kostnader over en lengre tidshorisont, mens bokføring av regnskapet ofte er kortsiktig (Ellingham & fawcett, 2006).

Pålitelige og gode nøkkeltall kan benyttes til (Haugen, 2008):

- Fremstille et raskt overblikk over virksomhetens situasjon (inntekter, kostnader, kvalitet osv. på overordnet nivå)
- Studere utviklingen over flere år for hele eiendomsmassen eller en enkel bygning
- Løpende kontroll, styring og optimalisering av drift og vedlikehold
- Måle seg opp mot andre virksomheter gjennom sammenligning av kostnads- og forbrukstall for eiendomsforvaltning (benchmarking)

Ved å bruke gode nøkkeltall i en LCC analyse, vil det være med på å sikre at man får en mest mulig realistisk vurdering av kostnadene i prosjektet forutsatt at levetidsdataen også er pålitelig og god.

Levetidsdata

Norges byggforskningsinstitutt har utgitt Byggforskserien 700.307 *Definisjoner, etablering og bruk av levetidsdata for bygg og bygningsdeler*. Bladet omhandler faktorer som påvirker levetidsdata og hvordan man kan beregne levetid på bygg og bygningsdeler gjennom byggets livsløp. Bladet har også lagt til grunn *ISO 15686* som omhandler systematikk og levetidsplanlegging der hvor de mener det er relevant. Levetidsdata er en viktig del ved beregning av verdifastsettelse og bruk av kostnader. Levetid blir definert som: *tiden som bygget eller dets deler oppfyller krav til (ønsket) funksjon*.

Man kan dele opp levetider i flere kategorier utfra hvilken hensikt de har (Byggforskserien 700.307, 2004):

- *Dimensjonerende levetid*
Ønsket eller forutsatt levetid.
- *Predikert levetid*
Fastsatt levetid etter spesifikke og definerte prøvemetoder for levetider.
- *Referanselevetid*
Antatt levetid under visse gitte bruksbetingelser eller referansebetingelser.
- *Estimert levetid*
Levetid for aktuelt bygg under spesifikke bruksbetingelser.
- *Restlevetid*
Antatt eller beregnet gjenstående levetid på et bestemt tidspunkt i livsløpet.

Hovedhensikten med levetidsdata er å bedømme og tilpasse levetiden for bygget og byggets komponenter slik at det holder ut i den levetiden som er satt. Ved å planlegge levetiden på bygget og dets komponenter så kan man beregne forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) av bygget ut hele levetiden (ibid).

Et annet hjelpemiddel som i tillegg kan benyttes er byggforskserien 700.320, *Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler*. Den bygger på *NS 3451 Bygningsdelstabell* og gir en oversikt over inndeling og forventede intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler som kan brukes i analysen av å beregne års- og livssykluskostnad.

Intervallene og nivået på FDVU varierer utfra kvalitet, eksponeringsmiljø og driftsbetingelser. Standardene er utarbeidet for å vise et anslag på levetidsdata på forskjellige komponenter.

Siden FDVU intervallene og nivåene blir påvirket av kvalitet, eksponeringsmiljø og driftsbetingelser må man avgjøre dette i hver enkel analyse (ibid).

En annen viktig faktor som er nødvendig å avklare, er å se på de forskjellige kvalitetsnivåene vedrørende prosjektet. Noen prosjekter krever veldig høy kvalitet slik som et sykehus, mens andre prosjekter ikke krever like høy grad av kvalitet. Kvalitetsnivåene kan for eksempel måles ut ifra tilstandsgradene i *NS 3424 Tilstandsanalyse av byggverk*. Her blir tilstanden gradert fra TG 0 – TG 3 ut ifra hvor mye avvik fra referansenivået. Referansenivået blir definert som: *forhåndsdefinerte krav (dagens/opprinnelige krav, funksjonskrav mm)*. (NS 3424;2012).

Det er ulik levetid på bygg og dets komponenter, og man må planlegge ut ifra dette. Innredning, installasjoner og planløsninger endres ofte flere ganger i løpet av byggets levetid, og man bør derfor bygge komponenter som har lang levetid på en slik måte at de ikke hindrer de komponentene med kort levetid når det kommer til utskifting, endring eller vedlikehold av disse korte levetidskomponentene. For at bygget skal tilfredsstillende krav, behov eller ønsket tilstand må det være tilpasningsdyktig. Dette vil si om de inneholder tilstrekkelig (Byggforskserien 700.307, 2004):

- Fleksibilitet (mulighet for endret planløsning)
- Generalitet (mulighet for endret funksjon)
- Elastisitet (mulighet for endret volum)

Ved planlegging bør man se på hva som er mest aktuelt med tanke på hva som er byggets hensikt. Deretter bør man sammenligne om byggets hensikt samsvarer med den tilfredsstillende tilpasningsdyktigheten som er valgt for de ulike konseptene.

Kalkulasjonsmetodikk

Her gis en liten innføring i hvordan kalkulasjonsmetodikken i NS 3454 livssyklus-kostnader for byggverk er bygd opp, slik at man kan få en liten forståelse av metoden.

Kalkulasjonsmetodikken i NS 3454 bygger på nåverdimetoden. Tabell 3.1 gir en oversikt over bokstavsymbolene som er benyttet i NS 3454:

Bokstavsymbol	Begrep/forklaring
K	Levetidskostnaden
K_0	Prosjektkostnaden, inkl eventuell tomtekostnad hvis tomten kjøpes eller eies
t	Antall år fra ferdigstillelsesdato
T	Den tidsperioden man foretar LCC-analysen
Fa_t	Festeavgiften, er null hvis tomten eies eller kjøpes
r	Realrente, kalkulasjonsrenten som blir benyttet i analysen
$FDVU_t$	FDVU-kostnadene for hvert enkelt år
R_T	Restkostnaden eller restverdien av bygget
ÅK	Årskostnad, annuitet av levetidskostnaden
b	Årskostnadsfaktoren

Tabell 3.1 Bokstavsymbolene benyttet i NS 3454 (NS 3454)

Levetidskostnad er nåverdien av livssyklus kostnadene og blir i NS 3454 uttrykt som:

Formel 3.1 Levetidskostnad (NS 3454)

$$K = K_0 + \sum_{t=1}^T Fa_t(1+r)^{-t} + \sum_{t=1}^T FDVU_t(1+r)^{-t} + R_T(1+r)^{-T}$$

Årskostnad er en annuitet av levetidskostnaden og blir i NS 3454 uttrykt som:

Formel 3.2 Årskostnad (NS 3454)

ÅK = K · b, der

Formel 3.3 Årskostnadsfaktor (NS 3454)

$$b = \frac{r}{1 - (1+r)^{-T}}, \text{ dette gir}$$

Formel 3.4 Årskostnad, utvidet formel (NS 3454)

$$\text{Årskostnad} = \left[K_0 + \sum_{t=1}^T Fa_t(1+r)^{-t} + \sum_{t=1}^T FDVU_t(1+r)^{-t} + R_T(1+r)^{-T} \right] \cdot \frac{r}{1 - (1+r)^{-T}}$$

Årskostnaden (\dot{K}) som er annuiteten av levetidskostnaden (K) over hele analyseperioden, blir kalkulert ved å multiplisere sammen den totale levetidskostnaden (K) med årskostnadsfaktoren (b), slik som i formel 3.2.

Beslutningsprosessen

Når man skal foreta en analyse av livssyklus kostnadene, må man se mulige løsninger som kan være aktuelle for å løse den problemstillingen som man har. Lov om offentlig anskaffelser krever at man tar hensyn til levetidskostnadene når man skal komme frem til en beslutning. Beslutningsprosessen kan deles opp i fire faser (Bjørberg, Larsen et al., 2007):

1. Oppgavebeskrivelse

Her blir følgende spørsmål besvart:

- Hva er oppgaven? Dette kan være vurdering av alternative totale prosjekter, bygningsdeler etc.
- Hvor stor er oppgaven? I forhold til andre oppgaver ved prosjektet.
- Hva vil man oppnå? Kan være synliggjøring av konsekvenser, beslutningsgrunnlag etc.
- Skal rådgiver kontaktes? Ved komplekse prosjekter kan eksterne rådgivere være påkrevd.
- Bør en langsiktig helhetsplan utarbeides? Kan være lurt for synliggjøring av FDVU-kostnader.
- Hva er maksimal budsjetttramme? Synliggjøring av hvor mye ressurser man har.

2. Alternativer

Det kan ofte være lurt å samarbeide med en ekstern rådgiver for å synliggjøre de ulike alternativene man har for å løse oppgaven man står ovenfor. Her skal man finne svar på:

- Hvilke materialer ønsker man? Kan ha stor betydning på kostnadene.
- Hva er tidshorisonten? Her tas stilling til hvilken tidshorisont man legger til grunn i kalkylen.
- Hvilke opplysninger foreligger om levetider, garantier, vedlikehold, miljøforhold, tilskuddsordninger og driftsdata? Dette er informasjon som må skaffes eller antas, og tas med i kalkylen.

3. Analyse av alternativer

Når all ønsket eller tilgjengelig data er fremkommet, kan selve analysen gjennomføres. Her

blir alternativene analysert og tekniske og kostnadmessige konsekvenser vurdert. Prosjektkostnadene analyseres og sammenlignes med de fremtidige kostnadene som prosjektkostnadene følges av. Hvert konsept skal analyseres og sammenlignes med tanke på følgende:

- Investeringskostnad: Blir kalkulert på vanlig måte og med den nøyaktigheten som formålet tilsier.
- FDVU-kostnad: Nøkkeltall og levetidsdata samt kalkylerente.
- Konsekvenser for totale kostnader: De totale årskostnader vil gjenspeile kostnadsdekkende husleie som må inn for å benytte arealene.
- Anvendt driftsdata i beregningene: Data omkring ressursbruken (energi, vann, søppel, driftspersonale)
- Risiko og eventuelle garantier: Følsomhetsanalyse av inngangsdata for bedømming av risiko i kalkylen.

4. Beslutningstagernes diskusjon

Dette er siste steg i beslutningsprosessen. Her diskuteres de forskjellige alternativene og konsekvensen for den samlede kostnaden. Resultatet av diskusjonen vil føre til at man kommer frem til et valg som sett fra et samlet synspunkt utgjør den beste løsningen. Noen forhold kan være vanskelig å vurdere den økonomiske konsekvensen av, men gjennom diskusjon kan man synliggjøre disse forholdene for de forskjellige konseptene.

Kostnadsoppstilling, NS 3454, Kontoplanen

Her vil kostnadsoppstillingen i NS 3454;2000 bli vist, og ikke den nyeste NS 3454;2013. Grunnen til dette er at senere i oppgaven vil verktøyet LCCWeb bli benyttet, og dette verktøyet bygger på kostnadsoppstillingen fra NS 3454;2000. Hvis man ønsker å se på hvilke endringer som er blitt gjort fra NS 3454;2000 til NS 3454;2013, er kostnadsoppstillingen fra NS 3454;2013 illustrert i vedlegg 1 og endringene er illustrert i vedlegg 2. Kostnadsoppstillingen fra NS 3454;2000 er som følgende (NS 3454;2000):

STANDARDPOSTER						TILLEGGSPOSTER		
BYGG- OG EIENDOMSFORVALTNING								
FM - Facilities Management								
FDVU								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kapital- kostnader	Forvaltnings- kostnader	Drifts- kostnader	Vedlikeholds- kostnader	Utviklings- kostnader	Ledig	Service-/støttekostnad til kjernevirksomheten	Potensiale i eiendom	Ledig
10 (Ledig)	20 (Ledig)	30 (Ledig)	40 (Ledig)	50 (Ledig)	60 (Ledig)	70 (Ledig)	80 (Ledig)	90 (Ledig)
11 Prosjektkostnader	21 Skatter og avgifter	31 Løpende drift	41 Planlagt vedlikehold	51 Løpende ombygging	61	71 Administrativ kontorledelse	81 Ombygging	91
12 Restkostnad	22 Forsikringer	32 Renhold	42 Utskiftninger	52 Offentlige krav og pålegg	62	72 Sentralbord- og resepsjonstjeneste	82 Påbygg/tilbygg	92
13	23 Administrasjon	33 Energi	43	53 Oppgradering	63	73 Kantine-/cateringstjeneste	83	93
14	24	34 Vann og avløp	44	54	64	74 Møbler og inventar	84	94
15	25	35 Avfallshåndtering	45	55	65	75 Flytting/rokking arbeidsplasser	85	95
16	26	36 Vakt og sikring	46	56	66	76 Tele- og IT-tjenester	86	96
17	27	37 Utendørs	47 Utendørs	57 Utendørs	67	77 Post- og budtjeneste	87 Utendørs	97
18	28	38	48	58	68	78 Rekvista- og kopieringstjeneste	88	98
19 Diverse	29 Diverse	39 Diverse	49 Diverse	59 Diverse	69	79 Diverse	89 Diverse	99

Tabell 3.2 Kostnadsklassifikasjoner (NS 3454;2000)

Kostnadsklassifikasjonen er satt sammen av standardposter og tilleggsposter.

Kostnadsklassifikasjonen på standardposter er bygd opp med to nivåer. 1-sifret nivå som er hovedpostene, og 2-sifret nivå som er underpostene. Kostnadspostene er definert som aktiviteter og ikke innsatsfaktorer, slik at de er uavhengige om de utføres selv eller kjøpes eksternt. Ved utførelse av aktivitetene selv, så inngår alle direkte og indirekte kostnader ved å gjennomføre aktiviteten. Hovedpostene 6 (ledig) og 9 (ledig) er hovedposter som man selv står fritt til å bestemme hva skal være. (ibid).

Aktuelle tilleggsposter er bygd opp med to nivåer. 1-sifret nivå som er hovedpostene, og 2-sifret nivå som er underpostene, på samme måte som postene i standardposter.

Tilleggspostene som ikke inngår i livssyklus-kostnadene for selve bygget, er valgt å inkluderes fordi man skal ha muligheten til å ta hensyn til dem i analysen hvis man har behov for det.

Tilleggspost 7 (service-/støttekostnad til kjernevirksomhet) vil sammen med standardpostene (1-6) gi en helhet med hensyn på fasilitetsstyring (ibid). Det er også illustrert mer detaljert i standarden NS 3454;2000 og NS 3454;2013 hva som de forskjellige underpostene omfatter og ikke omfatter.

Kalkyleanvisning

Kalkyler utarbeides på flere nivåer i prosjektet avhengig av hvilken fase i prosjektet man befinner seg i. Detaljeringsgraden på kalkylene og tilgjengelig informasjon vil være bestemmende for hvilket nivå kalkylen blir utarbeidet på. Hovedprinsippet for nivå på beregning av årskostnader er samme detaljeringsgrad som blir benyttet ved beregning av prosjektkostnaden (Bjørberg, Larsen et al., 2007).

Vi kan skille mellom tre nivåer av detaljeringsgrad i kalkyler (ibid):

Nivå 1: Grovtallsnivå

Dette nivået brukes helt i begynnelsen av prosjektet. Her vet man stort sett bare hva som skal bygges, brutto arealet etc. Dette nivået blir lite brukt fordi man ofte kan finne nøkkeltall og levetidsdata på to-siffer nivå med hensyn på kontooppstillingen i NS 3454. For å finne antatt levetidskostnad så blir investeringsanslaget og FDVU anslaget summert sammen.

Årskostnaden kan deretter bli regnet ut ved å sette levetidskostnaden som en annuitet med vedtatt tidshorisont og kalkylerente.

Nivå 2: Nøkkeltallsnivå

Dette nivået brukes også i begynnelsen, men man vet litt mer om kvalitet, materialbruk, omfang etc. Dette gir grunnlag for utarbeidelse av kalkyler på to-siffernivå på FDVU-kostnadene. Nivå 2 gir en god fremstilling av FDVU-kostnadene. Man kan finne gode nøkkeltall og levetidsdata fra flere ulike tilgjengelige kilder, mens andre byggforvaltere opererer med egne tall. Prosjektkostnaden sammen med FDVU-kostnadene samt vedtatt tidshorisont og kalkylerente gir oss den totale årskostnaden.

Nivå 3: Bygningsdelsnivå

Dette nivået er det mest detaljerte, hvor alle mengder osv. er kjent. Benyttes både i prosjektering, bygging og drift. Her setter man som en forutsetning at hver bygningsdel har kjent investering, levetid og vedlikeholdskostnader. Nivå 3 gir et enda mer detaljert bilde av både projektkostnaden og FDVU-kostnadene til hver enkelt bygningsdel. Når mengdeberegningene er delt opp på en driftsmessig god måte, får man et forventet kostnadsbilde over kostnadene over tidshorisonten som er satt. Dette kan med andre ord kalles for et FDVU-budsjett.

Lov om offentlig anskaffelser

Når det kommer til offentlige anskaffelser står det i §6 at *statlige, kommunale og fylkeskommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal under planleggingen av den enkelte anskaffelse ta hensyn til livssyklus-kostnader, universell utforming og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen.* (Lovdata, 1999).

At livssyklus-kostnadene skal tas hensyn til, er en forpliktelse til oppdragsgiver om å ikke bare se på anskaffelseskostnaden, men også hva det vil koste gjennom hele bruksperioden. Dette innebærer alle kostnader som oppdragsgiver kan tenkes å belastes med på grunn av anskaffelsen. Formålet med loven om offentlig anskaffelser skal bidra til økt verdiskapning i samfunnet ved å sikre mest mulig effektiv ressursbruk ved offentlige anskaffelser (ibid).

I den innledende fasen i et prosjekt skal prosjektkostnaden estimeres. Det vil si at man kan estimere FDVU-kostnadene med samme nøyaktighet som prosjektkostnaden. For å synliggjøre livssyklus-kostnaden for prosjektet, må man ta stilling til både prosjektkostnaden og levetidskostnadene. Målet er å vise konsekvensene av investeringen og de kostnader som følger. På denne måten kan politikerne og andre interessenter se hva prosjektet forplikter seg til av FDVU-kostnader (ibid).

Litt videre ut i prosjekteringsfasen, blir mer detaljerte kalkyler gjennomført. Det gjennomføres alternativkalkyler for material- og komponentvalg i det omfang det er naturlig å vurdere. I byggefasen har prosjektleder ansvaret for å se til at det leveres FDVU-dokumentasjon fra de utførende entreprenører og leverandører, samt sin egen dokumentasjon. Når valg av alternativene skal tas, er det viktig at det medfølger levetidskalkyler som kan gi grunnlag for valg av alternativ (ibid).

Ved overlevering av bygget skal livsløpskalkylene forklares i forhold til hva som er bygget. På denne måten vil byggherre få et forventet FDVU-budsjett over byggets levetidskostnader. Oppfølging av budsjettet kan også være en oppfordring slik at de kan etablere egne nøkkeltall for bygget over levetiden (ibid).

3.5 Metoder for usikkerhetsstyring

Man skiller gjerne mellom to forskjellige hovedmåter å beregne kostnadsoverslag. Den ene er ved bruk av analytiske metoder som for eksempel trinnvisprosessen, mens den andre er ved bruk av simuleringsmetoder som for eksempel Monte Carlo simulering.

Analytiske metoder benytter seg av matematiske uttrykk hvor kostnadene blir beskrevet for hvert element. Kostnadene blir deretter regnet sammen, og gir uttrykk for fordelingen av mulige utfall. Dette kan være tidskrevende, og man kan dermed heller benytte seg av regneverktøy som benytter lineære tilnærmingsformler og gir oss et nokså nøyaktig resultat. En typisk analytisk metode er trinnvisprosessen (Drevland, Austeng et al., 2005).

Simuleringsmetoder benytter en annen måte å regne på. I forhold til analytiske metoder som kun regner gjennom kalkylene en gang, blir de her regnet gjennom fra noen hundre ganger til flere tusen ganger. Her brukes en datamaskin som gjør simuleringene for deg. En typisk simuleringsmetode er Monte Carlo simulering. Begge metodene skal i prinsippet gi oss de samme resultatene, så lenge innputten i begge metodene er lik (ibid).

Estimering av inngangsdata til usikkerhetsanalyser i prosjekter

For å få til en god og pålitelig usikkerhetsanalyse som gir oss et riktig bilde av usikkerheten i prosjektet, så er man avhengig av god input. Det finnes flere ulike tilnærminger for å få frem slik input. Det brukes gruppeprosesser, intervjuer med eksperter osv. Dette kan man velge å kalle for ekspertvurderinger. En gruppeprosess som innhenter slike ekspertvurderinger blir videre i oppgaven betegnet som en ressursgruppe. Som nevnt tidligere i delkapittel 3.1 definerte PMI at et prosjekt kan defineres blant annet som unikt. Det er da ofte begrenset hvilket statistisk grunnlag man har som input i usikkerhetsanalysene. Det bygges likevel mange kvadratmeter bygg hvert år, så innen bygg og anleggsbransjen finnes det erfaringsdata fra flere av disse prosjektene som kan brukes i estimeringen av inngangsdata (Drevland, Austeng et al., 2005).

Subjektive vurderinger i usikkerhetsanalyser

Usikkerhetsanalyser benytter i stor grad subjektive vurderinger som input i estimeringsprosessen. Subjektive vurderinger kan beskrives som (Drevland, Austeng et al., 2005):

Kvalifisert gjetning basert på kompetente personers fagkunnskap, erfaringer, intuisjon og beste skjønn.

Trinnvisprosessen (Klakegg 1993) er et eksempel på en slik usikkerhetsanalyse hvor estimeringene baseres på subjektive vurderinger fra en gruppe personer. I trinnvis prosessen vil de subjektive estimeringene være basert på erfaringstall fra tidligere gjennomførte prosjekter, og erfaringer som ekspertene har med seg inn i estimeringen. Subjektive vurderinger utført av kompetente mennesker (eksperter) er blitt benyttet som tilnærming i usikkerhetsanalyser i mange år (Lichtenberg 2000 I: Drevland, Austeng et al., 2005). Forskning har vist at de fleste er dårlige til å gjøre subjektive vurderinger, men at vi blir betydelig bedre gjennom læring og trening. Det anbefales derfor at de subjektive vurderingene

bør gjøres i grupper av eksperter (Drevland, Austeng et al., 2005). Dette kan også være med på å få frem et mer objektivt resultat (Klakegg 1993).

En ressursgruppe bør bestå av fire til femten eksperter. Personene innad i prosjektet er ofte positive til prosjektet og kan ha vanskelig for å se mulige usikkerheter. Det kan derfor være smart å også ha med personer (minst en) som kommer utenfra prosjektet. Før estimeringen begynner er det viktig at de enkelte elementene som skal estimeres er beskrevet, slik at ressursgruppen har lik oppfatning av elementene som skal estimeres. Input er i stor grad basert på subjektive vurderinger, uavhengig om det er samlet inn ved ekspertintervjuer eller ved hjelp av en ressursgruppe (Drevland, Austeng et al., 2005).

Grad av detaljering

Når man skal utføre en usikkerhetsanalyse er et av målene at alt skal være med, og man skal rette fokuset mot de viktigste tingene. Ved en veldig detaljert struktur kan man fort bruke like mye tid på de små kostnadene som de store kostnadsbærerne. Dette kan medføre at små uviktige kostnader får samme type fokus som de store viktige tingene. Dette kan unngås ved at man velger en tilpassende nedbrytningsstruktur og at ressursgruppen sørger for riktig prioritering av tiden. Nedbrytningen skal være mest mulig hensiktsmessig i forhold til formålet. Det bør også være en viss sammenheng mellom hvilken nedbrytningsstruktur som velges og hva ressursgruppen har erfaring med (Torp, Drevland et al., 2013).

En fallgrube ved en for detaljert nedbrytning kan være at ressursgruppen mister oversikten over total kostnadene, og at usikkerheten forsvinner ved at den blir spredd utover for mange elementer. En veldig detaljert nedbrytning vil også være veldig tidskrevende for ressursgruppen. For grov nedbrytning forekommer sjeldnere, men det er også noen ganger tilfelle. Det er da poster som er for store eller for sammensatte slik at estimatene er lite sporbare, og usikkerheten blir så upresist at det har liten verdi for tiltaksplanleggingen. Målet er da å finne en balanse mellom disse som best mulig samsvarer med hva analysen skal brukes til (ibid).

3.5.1 Trinnvis kalkulasjon

Trinnvis kalkulasjon benytter matematiske formler basert på å regne med forventningsverdi og standardavvik. Beregningene blir gjort ved at man bruker tripplestimater på kostnadene som input når man skal beregne de ulike kostnadspostenes forventningsverdi og standardavvik.

Tripplestimat

I Norge blir tripplestimat benyttet veldig ofte som inngangsdata når usikkerhetsanalyser skal gjennomføres (Drevland, Austeng et al., 2005). Ett tripplestimat består av tre estimater og deles vanligvis inn i (Austeng, Torp et al., 2005):

1. *Minimumsverdien*: den laveste verdi for posten eller korreksjonsfaktoren innenfor valgt konfidensintervall
2. *Maksimumsverdien*: den høyeste verdien for posten eller korreksjonsfaktoren innenfor samme konfidensintervall
3. *Mest sannsynlig verdi*: den verdien som ressursgruppen mener er det beste anslaget av verdien.

Rekkefølgen som estimeringene skal gjøres i, er anbefalt å gjøres i samme rekkefølge som ovenfor. Dette er for å sikre at man ikke kun skal fokusere på mest sannsynlig verdi.

Vektingen av de tre verdiene er vektet slik at den mest sannsynlige verdien teller mer enn yttergrensene. Det er også viktig å sette yttergrensene ett stykke ifra den mest sannsynlige verdien, som vil være med å bidra til at utfallsrommet for anslaget rommer den virkelige verdien, selv om den skulle avvike fra den mest sannsynlige verdien. Det vil også være med på å sikre mot skjulte usikkerheter (Klakegg, 1993).

Kvantiler

Det skilles ofte mellom to ulike kvantiler som benyttes i en usikkerhetsanalyse. Det er 1/99 og 10/90 kvantiler. Hva som er mest gunstig å benytte avhenger av besittelse av erfaringstall og hva ekspertene mener er best å forholde seg til. En 1/99 kvantil vil si at det er 1 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke havner innenfor utfallsrommet som da er mellom minimumsverdien og maksimumsverdien. Ved en 10/90 kvantil så er det samme måte, bare at her er det 10 prosent sannsynlighet (Drevland, Austeng et al., 2005). 1/99 kvantiler klarer man

som regel ikke å hente frem og det vil være svært vanskelig å få ytterpunktene helt ut. Det blir derfor ofte benyttet 10/90 kvantiler.

Formler

De opprinnelige formlene for trinnvis kalkulasjon ble først utarbeidet av Steen Lichtenberg på 70-tallet. De tok utgangspunkt i 1/99 kvantiler, men det har senere blitt reviderte versjoner av formlene som også skal dekke 10/90 kvantiler (Drevland, Austeng et al., 2005).

Trinnvis formler

Opprinnelige for 1/99	Revidert for 10/90	Generelle formler	Parametre
$E = \frac{n + 2,95s + \varnothing}{4,95}$	$E = \frac{n + 0,42s + \varnothing}{2,42}$	$E = \frac{n + \theta s + \varnothing}{\theta}$	E = forventningsverdi σ = standardavvik n = nedre anslag s = mest sannsynlige verdi \varnothing = øvre anslag
$\sigma = \frac{\varnothing - n}{4,6}$	$\sigma = \frac{\varnothing - n}{2,53}$	$\sigma = \frac{\varnothing - n}{\zeta}$	θ = Theta Vekting av sannsynlig verdi ved utregning av forventningsverdi ζ = Zeta Delingsfaktor ved utregning av standardavviket

Formel 3.5 Trinnvis formler (Drevland, Austeng et al., 2005)

Som formlene i formel 3.5 viser så ligger forskjellen i forventningsverdien mellom 1/99 og 10/90 kvantilene i hva som blir vektleggingen av mest sannsynlig verdi. Drevland og Austeng har valgt å gi denne vektingen av sannsynlig verdi navnet Theta, og tilsvarende navnet Zeta for standardavvikets delingsfaktor. Det er blitt gjort flere analyser på hva som vil være de beste verdiene for Theta og Zeta, og kommet frem til at de verdiene som er satt i den reviderte 10/90, er de verdiene som gir oss minst mulig feil (ibid).

Skjevhetsforhold

Kurvens skjevhetsforhold er også en viktig del av to grunner. For det første er formlene ovenfor som blir benyttet, lineære tilnæringsformler. Det vil si at formlene er tilpasset et gitt skjevhetsforhold, og jo mer skjevhetsforholdet avviker fra dette, jo større blir feilen i analysen. Den andre grunnen er at desto større skjevhetsforhold vi har, desto større blir konsekvensene av å anslå feil prosentkvantil (Drevland, Austeng et al., 2005).

Den mest brukte fordelingen er den høyreskjeve Erlang fordelingen. Den skjeve formen menes å være realistisk fordi det finnes en nedre grense for hvor lavt en kostnad kan komme, men det er som regel ikke en grense på hvor dyrt det kan bli hvis det først går galt (Austeng, Torp et al., 2005).

Erlangfunksjonen:

$$f(x) = \frac{(\mu \cdot k)^k}{(k-1)!} \cdot x^{k-1} \cdot e^{-k\mu x}$$

Formel 3.6 Erlangfunksjonen (Austeng, Torp et al., 2005)

Det finnes selvsagt også andre typer fordelinger som kan benyttes. Undersøkelser har indikert at valg av fordelingsfunksjon har liten påvirkning på sluttestimater. Usikkerheten ligger i de subjektive vurderingene og ikke i valg av fordelingsfunksjon.

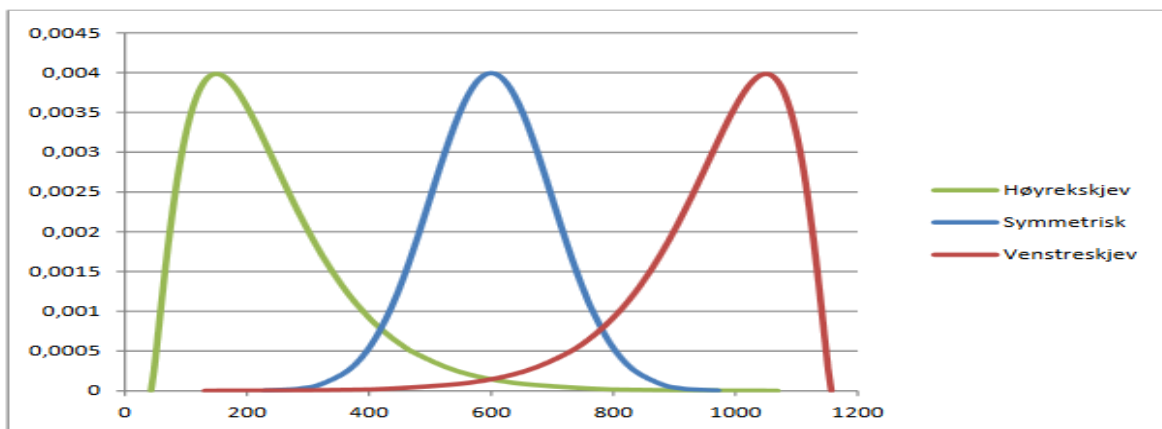
Skjevhetsforholdet blir definert til å være differansen mellom øvre verdi og mest sannsynlig verdi delt på differansen mellom nedre verdi og mest sannsynlig verdi (Drevland, Austeng et al., 2005):

$$Skjf = \frac{\bar{x} - s}{s - n}$$

Formel 3.7 Skjevhetsforhold (Drevland, Austeng et al., 2005)

Man kan regne med at omtrent 70-75% av alle trippelanslagene vil ha et skjevhetsforhold mellom 0,57 og 1,75. Dette er ikke veldig skjevt. Poster hvor skjevhetsforholdet er mye lavere eller høyere enn normalen (0,57-1,75), er når enten den øvre eller nedre verdi er veldig lik på mest sannsynlig verdi i forhold til den andre. Ligger derimot skjevhetsforholdet over 5, kan det være fare for feil i utregningene (Drevland, Austeng et al., 2005).

I figur 3.4 illustreres hvordan høyreskjevhetsforhold, venstreskjevhetsforhold og symmetrisk ser ut:

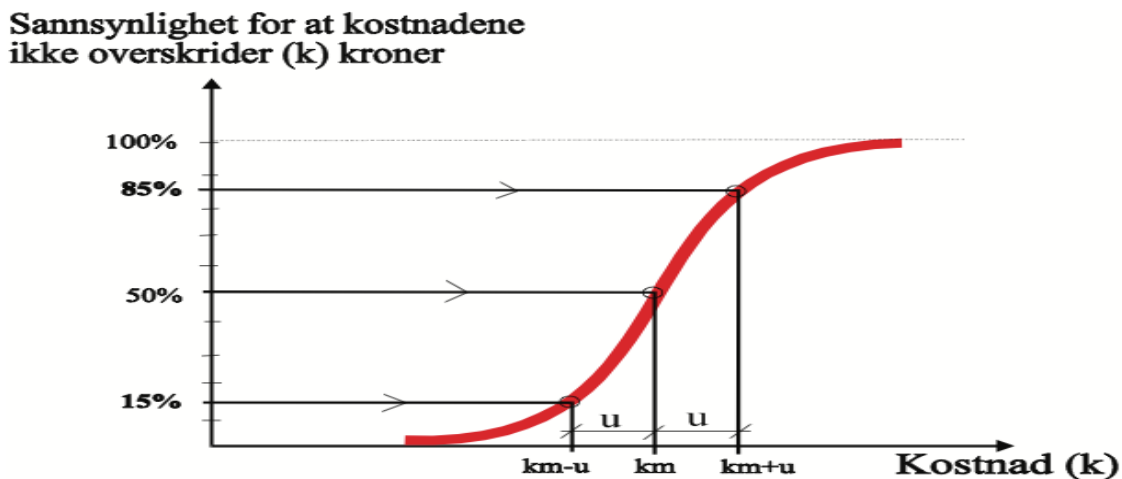


Figur 3.4 Sannsynlighetsfordelinger kan være høyre-, venstreskjeve eller symmetriske (Drevland, 2015).

Skjevhetsforhold som får verdiene mindre enn 1, vil være venstreskjeve slik som den røde grafen i figur 3.4 viser. Er skjevhetsforholdet høyere enn 1, vil det se ut som den grønne grafen. Er skjevhetsforholdet akkurat 1, vil det se ut som den blå grafen.

Resultat av beregninger

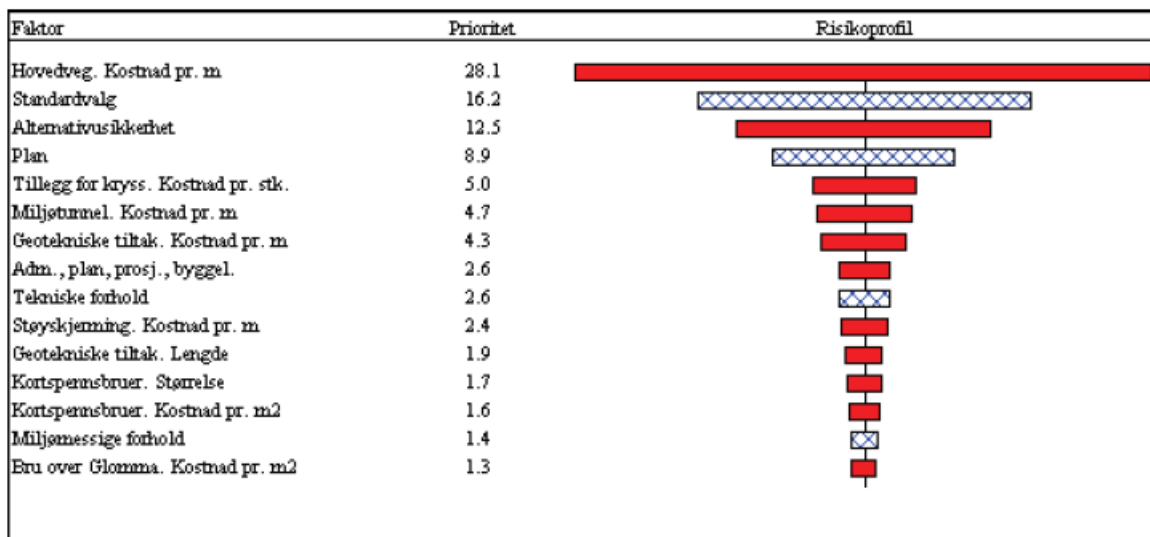
Når man skal fremstille kalkyleresultatene, vil det være å foretrekke en kumulativ sannsynlighetsfordeling. Den kumulative fordelingskurven har en karakteristisk s-form og blir derfor ofte referert til som en s-kurve (Drevland, 2015). Dette er også den vanligste formen å fremstille resultatet på fra en usikkerhetsberegning (Drevland, Austeng et al., 2005). Det vil videre i oppgaven bli referert til som s-kurver. Figur 3.5 illustrerer hvordan en s-kurve ser ut og viser forventet verdi med tilhørende usikkerhet (Austeng, Torp et al., 2005).



Figur 3.5 Kummulativ kostnadsdiagram (s-kurve) med sannsynlighet for at totalkostnaden ikke overskrider kostnad (k) (Austeng, Torp et al., 2005).

I figuren blir sikkerhetsnivåene 85%, 50% og 15% fremhevet som illustrasjon. Det er for eksempel 85% sannsynlighet for at kostnadene ikke overskrider km+u.

Tornadodiagram er en måte å fremstille usikkerheten på for hver enkelt post i kalkylen. Diagrammet har fått navnet tornadodiagram fordi formen kan ligne på en tornado. Ett eksempel på et tornadodiagram er illustrert i figur 3.6 (Austeng, Torp et al., 2005).



Figur 3.6 Eksempel på anbefalt tornadodiagram (Austeng, Torp et al., 2005).

Et tornadodiagram viser usikkerheten av postene, og hvilken usikkerhet de utgjør av det totale prosjektet. Å få med dette er viktig for å videre kunne arbeide med usikkerhetsanalysen og nedbrytningsstrukturen for å bryte ned de mest usikre postene ytterligere. Det bør prioriteres en nedbrytning av de postene som er øverst i tornadodiagrammet. Man kan for eksempel se at i figur 3.6 så står posten hovedveg for 28,1% av usikkerheten knyttet til prosjektet, og bør da ha første prioritet med hensyn på neste nedbrytning (ibid).

3.5.2 SWOT-analyse

En SWOT analyse er en enkel, kvalitativ metode som er anvendbar uavhengig av type problemstilling. SWOT står for Strength, Weaknesses, Opportunities og Threats. Metoden går ut på at man beskriver prosjektet i disse fire gjensidig utelukkende kategoriene, hvor man har interne og eksterne effekter på den ene siden, og positive og negative effekter på den andre siden og illustreres i figur 3.7 (Samset, 2008).

	Indre forhold	Ytre forhold
Positivt	Styrke	Muligheter
Negativt	Svakheter	Trusler

Figur 3.7 SWOT-matrise (Samset, 2008).

Formålet med en SWOT-analyse er å kartlegge muligheter og trusler (risiko) som prosjektet står ovenfor, samtidig som å vurdere prosjektets styrker og svakheter. Dette er med på å utnytte de mulighetene som finnes på bakgrunn av prosjektets styrke, og unngå trusler, samt ta høyde for prosjektets svakheter. Analysen har midlertidig et begrenset detaljombfang, og brukes hovedsakelig som et hjelpemiddel til å kartlegge forhold som er relevante for strategisk planlegging i tidligfasen. Dette kan for eksempel være en konseptvurdering, eller valg av taktiske eller strategiske virkemidler (ibid). Metoden er også sentral for identifisering av usikkerhet i prosjektet, og vil sørge for bredde i de usikkerhetene som legges til grunn i prosjektplanleggingen (PMI, 2000 I: Austeng, Torp et al., 2005).

Ved gjennomføringen av en SWOT-analyse bør dette gjøres i en ressursgruppe satt sammen av flere personer som representerer ulike kompetanser og bakgrunn. Det er også viktig at formuleringene er korte og presise. En SWOT-analyse er en relativt enkelt beskrivelse av virkeligheten. Metoden er en veldig enkel beskrivelse av virkeligheten og bidrar ikke til å illustrere samspillet og dynamikken i de prosessene man analyserer, og er derfor best egnet som en første tilnærming til en analyse i tidligfasen (Samset, 2008).

4. Metodisk tilnærming

Metode er en systematisk måte å undersøke virkeligheten på (Halvorsen, 2008). Metode handler om hvordan man skal gå frem når det skal hentes inn informasjon om virkeligheten, og hvordan man kan analysere denne for å få ny innsikt i det fenomenet som studeres (Johannessen & Tufte, 2002). Kunnskapen som blir opparbeidet trenger ikke være "ny", det kan også være kunnskap som har som mål å utvikle og raffinere eksisterende kunnskap. Metode er en viktig del fordi det er en viss fare for at dataen man samler inn, kan bli påvirket av selve metoden som er benyttet for innsamlingen av dataen. Denne effekten kan man aldri helt utelukke, men det er behov for metode for å kritisk kunne dømme i hvilken grad resultatene som er samlet inn skyldes metoden eller om resultatene gir et riktig bilde av "virkeligheten" (Jacobsen 2005).

4.1 Problemstilling

Problemstillingen er utgangspunktet for en empirisk undersøkelse og må derfor bli utformet slik at den kan bli empirisk undersøkt. Problemstillingen er en viktig del når det kommer til valg av forskningsdesign og hvilken metode som bør benyttes for innsamling av empirisk data. Arbeidet med å utforme en problemstilling kan være både vanskelig og tidskrevende, men svært viktig. Det er også viktig å ta en avgrensning av problemstillingen for å gjøre det mulig å gjennomføre en empirisk undersøkelse. Man skiller gjerne mellom to avgrensninger. En eksplisitt avgrensning innebærer at det er tydelig definert hva det skal fokuseres på, mens en implisitt avgrensning innebærer en ubevisst avgrensning på grunn av begrenset kapasitet i den menneskelige hjernen (Jacobsen, 2005).

Jeg brukte lang tid på å finne og utforme en god problemstilling. Etter mye arbeid ble problemstillingen:

Fokus på investeringskostnad eller levetidskostnad i investeringsprosjekter?

4.2 Forskningsdesign

Et forskningsdesign er en overordnet plan på hvordan forskningen skal gjennomføres. Forskningsdesignet danner grunnlaget for hvilket opplegg som blir benyttet for å innhente nødvendig data for å gjennomføre den ønskede forskningen. Det må tidlig bestemmes hva og hvem som skal undersøkes og hvordan dette skal gjennomføres. Forskningsdesignet omhandler alt som gjøres for å innhente den dataen som er ønskelig, hvilke resultater de ulike

design gir, og hvordan disse resultatene blir behandlet. De ulike forskningsdesignene vil ha forskjellige fenomener som de passer best til, med hensyn på gjennomføringen av forskningen for å oppnå gode resultater (Johannessen & Tufte, 2002).

Ved valg av forskningsdesign skilles det ofte mellom tre hovedgrupper (Jacobsen, 2005):

- *Deskriptiv*
- *Kausalt*
- *Eksplorativt*

Deskriptiv design kan brukes når forskeren har grunnleggende kunnskap om et tema og vil danne et bilde av situasjonen i øyeblikket. Hovedhensikten med et deskriptiv design er å beskrive karakteristika ved objekter, mennesker, grupper, organisasjoner og miljøer. Det brukes både kvalitative og kvantitative metoder, men den kvantitative er mest brukt (Jacobsen, 2005).

Kausalt design kan brukes når man skal kartlegge årsak-virkningsforhold. Det forskes her på om en variabel påvirker en annen variabel til å endre seg. En vanlig metode her er å bruke eksperimenter for å kartlegge den uavhengige variabelens påvirkning på den avhengige (ibid).

Eksplorativt design kan brukes når man har en utforskende tilnærming til et tema eller fenomen som man ikke har veldig mye forhåndskunnskap om. Forskeren har her som hensikt å prøve å forstå sammenhenger og lære om fenomenet. I et eksplorativt design så brukes det en kvalitativ tilnærming, der man får innsikt i fenomenet ved hjelp av objekter som man regner som eksperter på det området som skal forskes på. Gjennom disse kan man skaffe seg innsikt og kunnskap om det fenomenet man forsker på (ibid).

I denne oppgaven ble det valgt et eksplorativt design. Grunnen til at dette designet ble valgt var fordi jeg hadde lite forhåndskunnskap om håndtering av usikkerhet i kostnadene, og om man bør ha fokus på investeringskostnad eller levetidskostnad i investeringsprosjekter. Det vil derfor her være hensiktsmessig med et design som gir innsikt og kunnskap gjennom eksperter på området.

Innenfor samlebetegnelsen eksplorativt design finnes det en rekke av undertyper av design. Et vanlig skille gjøres gjerne mellom fire typer design (Askheim & Grenness, 2008):

- *Fenomenologisk design*
- *Casedesign*
- *Etnografisk design*

- *Grounded Theory-design*

Casedesign var den undertypen av design som ble valgt. Casedesign egner seg for et enkelt og interessant tilfelle, når det er ønskelig å få en dypere forståelse av et spesielt fenomen (Jacobsen, 2005). Casestudier har ofte noen felles kjennetegn. Det må være en avgrensning av hva som skal inngå i caset, og hva som havner utenom, samt en beskrivelse av det definerte caset. Det handler om å samle inn mye informasjon om et avgrenset fenomen. Ved et casedesign vil man ha gode muligheter for innhenting av relevant data, ved at det er et intensivt opplegg. Det vil også være negative sider ved casedesign slik som generalisering. Dette er på grunn av at det er få eller kun ett case som det forskes på og resultatene er ikke sikkert at kan brukes til lignende fenomener (Johannessen & Tufte, 2002).

Grunnen til at det i denne oppgaven er valgt et casedesign er for å få en dypere forståelse av fenomenet jeg vil forske på, som er håndtering av usikkerhet i kostnadene, og om man bør ha fokus på investeringskostnad eller levetidskostnad i investeringsprosjekter. Ved casedesign vil man da ha muligheten til å samle inn relevant data for å kunne gjøre forskningen som trengs for den definerte problemstillingen.

4.3 Forskningsmetode

Valg av metode bør være avhengig av problemstillingen og hvilket forskningsdesign som er valgt. Det finnes en rekke ulike metoder, men det er ikke en metode som passer best til enhver tid. De ulike metodene har både sine styrker og svakheter, og valg av metode bør avhenge av problemet som skal løses. Noen ganger kan det også være hensiktsmessig å kombinere ulike metoder for å veie opp for ulike svakheter i metodene (Jacobsen, 2005).

Kvalitativ metode

Kvalitativ metode er godt egnet for temaer som man har lite forkunnskap om. Ved kvalitativ forskning opereres det ofte med små utvalg. Kvalitative forskere er opptatt av å arbeide med et utvalg som er "skreddersydd" for den forskningen som det ønskes å gjøre (Askheim & Grenness, 2008). Man kan også godt si at den kvalitative metoden samler inn informasjon i form av ord, og innsamlingen kan være fra et bredt spekter slik som individer, fokusgrupper, organisasjoner osv (Sekaran & Bougie, 2013).

Kvantitativ metode

Kvantitativ metode blir ofte karakterisert ved formalisert og strukturert forskning. Hensikten med en kvantitativ forskning er å skaffe seg sammenlignbar data fra flere forskjellige undersøkelsesenheter, og baserer seg ofte på kausal design hvor en årsak-virkning sammenheng står sentralt. En kvantitativ metode består gjerne i form av tall (Hellevik, 2002).

Det ble i min oppgave mest hensiktsmessig å bruke en kombinasjon av den kvalitative og kvantitative metoden. En kvalitativ forskningsmetode ble valgt fordi det skal forskes på et tema som jeg har lite forkunnskap om. Det blir også samlet inn informasjon i form av en ressursgruppe, hvor utvalget ble "skreddersydd" for min forskning, og innsamlingen av data ble gjort i form av ord.

Den kvantitative metoden ble også benyttet ved innsamling av data. Mye av dataen som ble samlet inn, var i form av tall, slik som for eksempel trippelestimatene som ressursgruppen estimerte.

4.4 Validitet og reliabilitet

Når det skal gjøres en undersøkelse, er det viktig at det gjøres en kritisk drøfting av undersøkelsen. Den kritiske drøftingen innebærer at empirien må tilfredsstillende krav om validitet og reliabilitet. Validitet dreier seg om gyldighet og relevans, at det som måles faktisk er det som skal måles og at det oppfattes som relevant. Vi kan skille mellom intern og ekstern validitet. Intern validitet handler om hvorvidt empirien gir dekning for konklusjonen, mens ekstern validitet handler om til hvilken grad funnene kan generaliseres. Innenfor kvantitativ tilnærming, dreier generalisering seg hovedsakelig om generelle fenomener. Ved kvalitativ tilnærming er det vanskeligere å generalisere fordi det ofte opereres med færre undersøkelsesenheter (Jacobsen, 2005).

Reliabilitet handler om pålitelighet og troverdighet, at oppgaven er til å stole på og at den er gjennomført på en troverdig måte som vekker tillit. Reliabilitet oppnås ved at man får de samme resultatene uansett hvor og når undersøkelsen utføres, og hvis en annen person kan oppnå tilsvarende resultater gjennom bruken av tilsvarende data- og innsamlingsmetoder (ibid).

Ressursgruppen som deltok i undersøkelsesprosessen hadde mye kunnskap og erfaring om kalkulasjon, og det som skulle forskes på. Alle de involverte satt seg ned sammen slik at det kunne gjennomgås og diskuteres ved at alle de involverte sine meninger ble hørt. Dette vil være med på å styrke den interne validiteten og reliabiliteten i oppgaven.

Oppgavens eksterne validitet kan diskuteres. Det går ut på til hvilken grad funnene kan generaliseres. I oppgaven er det blitt brukt et eksplorativt casedesign. I dette casedesignet blir det kun forsket på ett prosjekt, og resultatene i oppgaven blir basert på funnene i dette caset. Dette vil være med på å svekke oppgavens eksterne validitet. Det kan også nevnes at den valgte nedbrytningsstrukturen er etter kontoplanen til NS 3454;2000, som er en mye brukt standard innen byggebransjen. Dette kan igjen være med på å øke den eksterne validiteten om generalisering.

Det ble tidlig i studiecasse tydeliggjort for alle de involverte at anslagene som skal estimeres, skal bli estimert på grunnlag av 10/90 kvantiler. Dette ble gjort for å sikre at alle var klar over hvilke kvantiler det skulle brukes i oppgaven, og gjør også at undersøkelsens reliabilitet blir forsterket.

4.5 Trinnvisprosessen

Trinnvisprosessen er min konkrete metodikk for innsamling av data. Dette er en systematisk måte å håndtere informasjon på, for å sikre bedre grunnlag for planlegging, beslutninger og styring (Klakegg, 1993).

Trinnvisprosessen legger opp til en gjennomføring der en ressursgruppe settes sammen og utnytter alle sine erfaringer og sin subjektiv vurderingsevne til å gjøre prosjektplanen så realistisk som mulig. Utviklingen av trinnvisprosessen er hentet fra de grunnleggende ideene fra suksessivprinsippet som er utviklet av Dr. Steen Lichtenberg ved Danmarks Tekniske Høyskole (Klakegg 1993). Suksessivprinsippet er et helt generelt prinsipp og kan benyttes av de fleste bedrifter og prosjekter. I Norge har suksessiv kalkulasjon blitt brukt i flere tiår, både på byggherre-, konsulent- og entreprenørsiden. Hovedtrekkene i suksessivprinsippet er (Austeng, Torp et al., 2005):

- "Alt" skal med
- Utnytte gruppesynergier
- Arbeide "top-down"

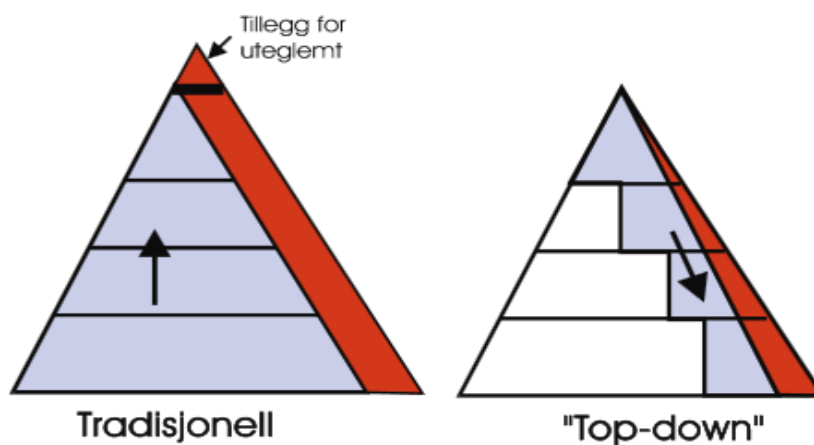
- Fokuserer på usikkerhet
- Basere på subjektive vurderinger og trippelanslag
- Håndtere usikkerhetene ved hjelp av enkel systematikk og statistikk

Trinnvisprosessens grunnlag går ut på å samle erfaringer og kunnskap ved hjelp av gruppearbeid. Planleggingen skal avdekke hvilke forhold ved prosjektet som er usikre. Planen kan deretter gjøres sikrere trinn for trinn ved å samle inn mer informasjon og arbeide med å forbedre grunnlaget for vurderingene (ibid).

Kvaliteten på beslutningene i prosjektet er påvirket av kvaliteten som er lagt ned i planleggingen. Målet med trinnvisprosessen er å oppnå bedre avgjørelser under alle typer forhold, og dette kan gjøres fordi metoden ikke gir et standardsvar der det kun finnes én løsning som er best i alle situasjoner. Metoden er derimot basert på erfaring og subjektive vurderinger (ibid).

I tradisjonelle kostnadsanalyser estimeres kostnadene på det som er definert som kostnadsbærere, og det legges ofte til litt ekstra på hvert element som skal fungere som et usikkerhetspåslag. Det blir i tillegg til dette gjort et generelt påslag som skal dekke alle andre forhold som kan påvirke kostnadsbildet. I trinnvisprosessen er det viktig å få en oversikt over disse påvirkningene og hva de kan bety for prosjektets kostnader. For å oppnå et godt resultat er det viktig å utnytte gruppesynergi, altså å ha en ressursgruppe. Ressursgruppen bør inneholde personer med den nødvendige erfaringsbakgrunnen og fagkompetansen som trengs (Austeng, Torp et al., 2005).

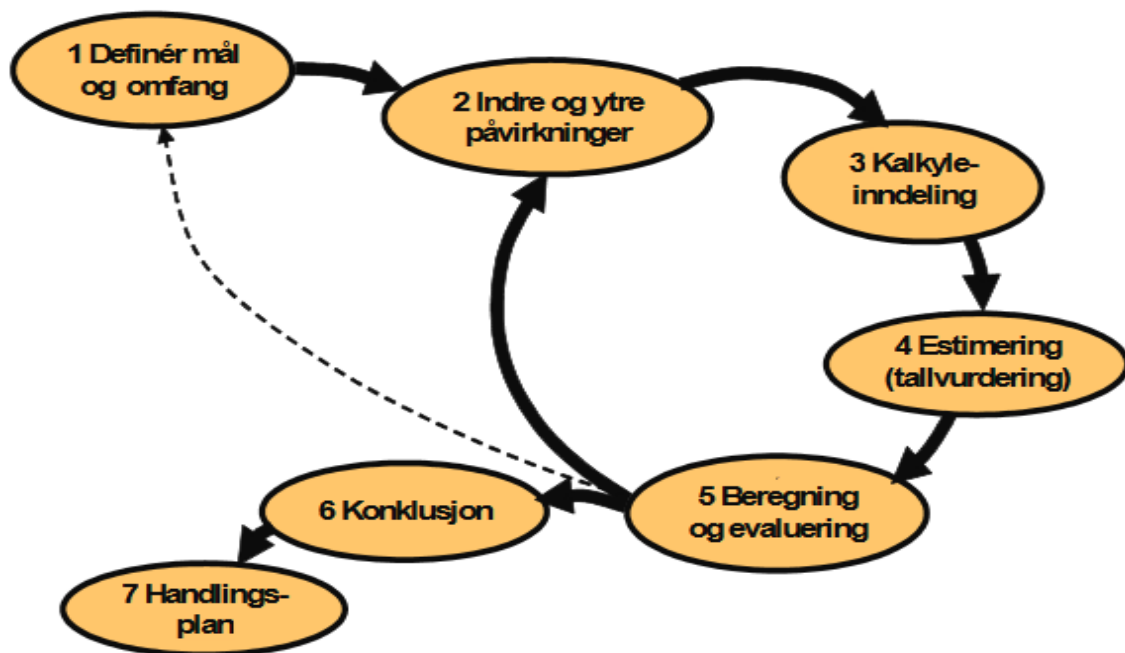
Forskjellen mellom tradisjonell deterministisk planlegging og trinnvis planlegging kan illustreres i figur 4.1.



Figur 4.1 Prinsipiell forskjell mellom tradisjonell- og trinnvis "Top-down"-metode for estimering (Austeng, Torp et al., 2005).

Hovedforskjellen mellom de to metodene er at i den tradisjonelle metoden blir usikkerheten i anslagene tatt med som et sikkerhetstillegg til slutt, mens i trinnvismetoden ("Top-down") så blir usikkerheten i estimatene tatt med gjennom hele prosessen. Dette gjør at fremgangsmåten systematisk gjør usikkerheten mindre. Trinnvisprosessen gjør det også mulig å detaljere og hente informasjon i de feltene hvor mulighetene er størst for å redusere risikoen i prosjektet (ibid).

Arbeidsgangen i Trinnvisprosessen virker som en spiral. Planleggingen går fra et definert startpunkt til stadig nye runder i spiralen (steg 2-5). I løpet av prosessen opparbeider ressursgruppen seg større bevissthet og mer informasjon og kunnskap om prosjektet. Dette gjør at man arbeider seg opp til ett nivå der man har nådd det som er målet med analysen, nemlig å lage en så god plan som mulig for prosjektet (ibid). Trinnvisprosessen kan illustreres i figur 4.2.



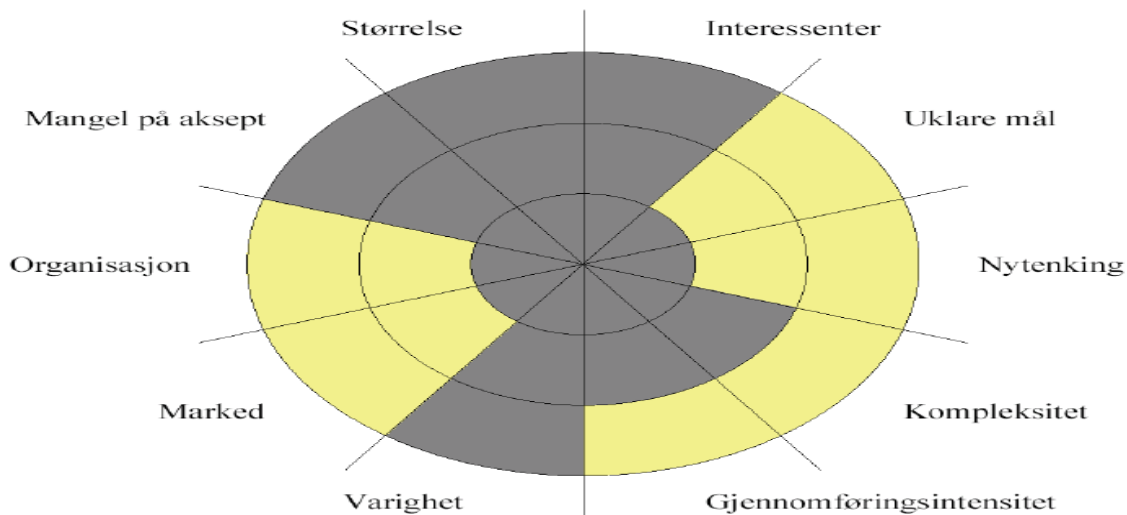
Figur 4.2 Trinnvisprosessen (Austeng, Torp et al., 2005).

I tillegg til å gjennomgå de syv stegene én gang, bør stegene 2-5 bli gjennomført flere ganger. Dette vil være med på å sikre kvalitet og detaljeringsgrad i analysen. Antall ganger steg 2-5 gjennomføres, avhenger av hva analysen skal brukes til og hvor detaljert det behøver å være utfra hvilket stadiet i prosjektet man befinner seg i (ibid).

STEG 1 – Mål og omfang

Før planleggingen kan starte må målsettingen for analysen tydelig defineres. Det vil si at det må avklares hva som skal drøftes under planleggingen. Her defineres formålet med vurderingene og analysene. Dette gjør at man kan arbeide rett mot målet, uten å risikere avsporing av utenforliggende problemer eller detaljer. Det er viktig å ha klart for seg hvor grensene for analysen går, det vil si hva som skal være med og hva som ikke skal være med. I tillegg til dette må også omfanget av prosjektet klart defineres slik at det for eksempel ikke er noe tvil hva kalkylen skal inneholde (Klakegg, 1993).

Et situasjonskart kan være et godt hjelpemiddel i fastsettelsen av mål og omfang, og kan også være med som et hjelpemiddel i de resterende stegene i trinnvisprosessen. Et situasjonskart består av et antall faktorer som ressursgruppen mener er viktig for prosjektet, samt usikkerheten knyttet til dem. Et situasjonskart vil være nyttig fordi det setter i gang tankeprosessen hos deltagerne i ressursgruppen. Det gir også mulighet til å kontrollere sluttresultatet, få en oversikt over bakgrunnen for vurderingene som er blitt gjort, samt et supplement for å tolke resultatene som er fremkommet av analysene. Ett eksempel på et situasjonskart kan illustreres i figur 4.3. Her består situasjonskartet av 10 faktorer som er viktig for prosjektet. Strålene ut fra sentrum er akser, og ved å angi verdier som "liten, middels, stor", "klar, tvetydig, uklar", "enkel, sammensatt, kompleks" eller andre relative målestørrelser som kan beskrive faktorene for prosjektet (Austeng, Torp, 2005).



Figur 4.3 Eksempel på situasjonskart (Austeng, Torp et al., 2005)

De utvalgte faktorene beskriver fakta samt noen målbare størrelser som påvirker prosjektet (ibid):

- Mål – er målet for prosjektet tydelig definert?
- Aksept – er nødvendige løyver, formaliteter og finansiering i orden?
- Organisasjon – er det få aktører, god oversikt og lite konflikter?
- Marked – finnes det flere alternative løsninger og leverandører?
- Nytenkning – er prosjektet basert på tidligere løsninger?
- Kompleksitet – er prosjektet oversiktlig og lite teknisk?
- Størrelse – er prosjektet relativt lite?
- Varighet – har prosjektet kort gjennomføringstid?
- Interessenter – Hvilke eksterne parter er påvirket av prosjektet?
- Gjennomføringsintensitet – hvilke tidskrav ligger det på fremdrift i prosjektet?

Dette er eksempler på faktorer som ressursgruppen for et prosjekt kan komme frem til og må vurdere i forhold til prosjektet.

Da det skulle samles inn data, fikk jeg ressursgruppen til å rette fokuset mot flere av disse faktorene, og lot ressursgruppen lage et situasjonskart slik at alle kan få en oversikt over prosjektet, og som kan fungere som et hjelpemiddel videre utover i prosjektet. Det ble her brukt både kvalitativ og kvantitativ datainnsamling. Det ble stilt korte spørsmål hvor ulike faktorer skulle gis en tallverdi (kvantitativ), og deretter pratet og diskuterte ressursgruppen en del i form av ord og setninger (kvalitativ).

STEG 2 – Indre og ytre påvirkninger

I dette steget skal det identifiseres alle utenforliggende rammebetingelser, vilkår og interne krefter som påvirker prosjektet og gjennomføringen av det. Målet er å identifisere alle forhold som er avgjørende for ressurser, kostnader og tid i prosjektet. Det kan være vanskelig å få med seg alle forholdene, og det kreves erfaring og dyktighet for å klare dette. Når dette er gjort har man derimot oppnådd å avdekke alle usikre momenter som kan påvirke prosjektet (Austeng, Torp et al., 2005).

En gunstig måte å gjøre dette på er at ressursgruppen gjennomfører en idé-dugnad. Hvis det fremkommer veldig mange påvirkninger, må ressursgruppen bearbeide alle påvirkningene og redusere antallet ved å slå sammen de påvirkningene som ligner på hverandre eller angår samme type problemstilling (ibid).

Alle forhold som påvirker flere poster i kalkylen skal vurderes. Grunnen til dette er at alle poster skal være uavhengige av hverandre slik at de statistiske regnereglene som brukes i kalkulasjonen av usikre størrelser skal gjelde. Forhold som bare påvirker én post skal som regel bare tas med under den aktuelle posten (Klakegg, 1993).

Når dette er gjort så må det vurderes i hvilken grad de enkelte forholdene påvirker prosjektet i form av ressurser, kostnader eller tidsbruk. For å best mulig vurdere dette, vil ressursgruppens kunnskap og erfaring være viktig. Det kan her være gunstig å se på hvilke erfaringer ressursgruppen sitter inne med fra tidligere lignende prosjekter. Deretter må det vurderes hvordan forholdene vil utarte seg i det enkelte prosjektet. De erfaringstall som er tilgjengelige baseres på historiske forhold. Den realistiske planen må baseres på aktuelle forhold. Historiske tall vil aldri være helt like på den realistiske planen som skal legges, og det må derfor justeres litt på tallene ved å legge til eller trekke fra for å få det så realistisk som mulig (ibid).

Ved indre og ytre påvirkninger kom ressursgruppen frem til at dette er som oftest påvirkninger som gjelder for selve byggingen av prosjektet, og som kan påvirke byggekostnaden. Byggekostnaden går på selve investeringen, og i dette casestudiet er man i en så tidlig fase i prosjektet at investeringskostnaden ble estimert på bakgrunn av tidligere gjennomførte prosjekter og ressursgruppens tidligere erfaring. Det ble derfor ikke gjort noen beregninger på indre og ytre påvirkninger.

STEG 3 – Kalkyleinndeling

I dette steget i trinnvisprosessen skal det gjøres en nedbrytning av prosjektet i uavhengige kostnadsposter (CBS), eller eventuelt definering av en nettverksstruktur for tidsplanen.

Hensikten med en kostnadsnedbrytning er å få oversikt over prosjektet, slik at kostnadsestimeringer og analyser kan gjøres mer grundig. Første gang man kommer til dette steget i trinnvisprosessen skal nedbrytningen være grov. Det vil bli mer og mer detaljert ut ifra behov og hvilken fase i prosjektet man befinner seg i (Austeng, Torp et al., 2005).

Det er viktig at nedbrytningen dekker hele prosjektet, slik at ingen poster faller utenfor planen. Man kan generelt bryte ned prosjektet slik som man selv måtte ønske, for eksempel etter kontoplan, arbeidsoppgaver, bygningsdeler, fag eller produksjon. Det avgjørende er at

det velges en nedbrytningsstruktur som passer med den erfaringsdataen som ressursgruppen sitter inne med, og som passer overens med prosjektet (Klakegg, 1993).

Ved kalkyleinndelingen eller nedbrytningen av kostnadspostene, kom ressursgruppen frem til at siden prosjektet er i en tidlig fase, så blir investeringskostnadene for de ulike konseptene estimert på et totalnivå. Dette ble estimert ut ifra tidligere lignende gjennomførte prosjekter samt ressursgruppens egne subjektive vurderinger og erfaringer. Det ble derimot gjort en nedbrytning av levetidskostnadene i prosjektet etter "top-down" metoden, men på et relativt grovt nivå på grunn av prosjektets tidlige fase. Ulike nedbrytningsstrukturer for en velfungerende struktur for kalkulasjon ble gjennomgått og diskutert i ressursgruppen, før en endelig avgjørelse av hva som bør velges.

STEG 4 – Estimering

I dette steget skal det estimeres tre anslag for hver post/aktivitet, og det skal det også gjøres for hver av de indre- og ytre påvirkningsfaktorene fra steg to i trinnvisprosessen. Postene i kostnadskalkylen skal gis anslag i mengder eller kroneverdier, mens aktivitetene i tidsanalysen gis i form av tidsverdier. Ved anslagene til de indre- og ytre påvirkningene så skal det gis i form av kroneverdi eller prosentvis påslag i kostnadskalkylen og tidsverdier i tidsanalysen (Austeng, Torp et al., 2005).

Anslagene av kostnader eller tid i planen er et av de punktene som er svært viktig for kvaliteten på resultatet. Planen er ikke god før anslagene er rette. Det vil si at anslagene skal dekke det mulighetsområdet for størrelsen slik at kostnadene eller tiden faktisk havner innenfor yttergrensene og helst i nærheten av det mest sannsynlige anslaget (Klakegg, 1993).

Dette trippelanslaget består av (Austeng, Torp et al., 2005):

1. *Minimumsverdien* – den laveste verdi for posten eller korreksjonsfaktoren innenfor valgt konfidensintervall
2. *Maksimumsverdien* - den høyeste verdien for posten eller korreksjonsfaktoren innenfor samme konfidensintervall
3. *Mest sannsynlig verdi* – den verdien som ressursgruppen mener er det beste anslaget av verdien.

Rekkefølgen som estimeringene skal gjøres i, er anbefalt å gjøres i samme rekkefølge som ovenfor. Dette er for å sikre at man ikke kun skal fokusere på mest sannsynlig verdi.

Vektingen av de tre verdiene er gjort slik at den mest sannsynlige verdien teller mer enn yttergrensene. Det er også viktig å sette yttergrensene ett stykke ifra den mest sannsynlige verdien, som vil være med å bidra til at utfallsrommet for anslaget rommer den virkelige verdien, selv om den skulle avvike fra den mest sannsynlige verdien. Det vil også være med på å sikre mot skjulte usikkerheter (Klakegg, 1993).

Når man skal estimere minimum- og maksimumsverdien er det viktig å definere klart hvilke kvantiler som benyttes. De mest vanlige er 1/99- eller 10/90 kvantiler. En 1/99 kvantil vil si at det er 1 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke havner innenfor utfallsrommet som da er mellom minimumsverdien og maksimumsverdien. Ved en 10/90 kvantil er det samme måte, bare at her er det 10 prosent sannsynlighet (Austeng, Torp et al., 2005).

Ressursgruppen er satt sammen av fagfolk med ulik bakgrunn, for å få med flere forskjellige synspunkter i estimeringen. Ressursgruppen satt seg ned sammen og diskuterte og estimerte trippelanslag for de ulike kostnadspostene til den valgte nedbrytningsstrukturen på levetidskostnadene. Det ble også estimert et trippelanslag på investeringskostnadene. Tripplestimatene ble gjort ved at alle var til stede og kunne diskutere og komme med synspunkter på minimum, mest sannsynlig og maksimum verdi på hver kostnadspost. Innsamlingen av data som ble gjort her var i form av stilte spørsmål underveis til ressursgruppen, mens jeg observerte og noterte.

STEG 5 – Beregning og evaluering

Når hver post nå har fått de tre anslagene, må det knyttes opp mot en fordelingsfunksjon (Austeng, Torp et al., 2005). Den mest brukte fordelingen er den høyreskjeve Erlang fordelingen som ble beskrevet i teorien i kapittel 3.5.1.

Når planen er inndelt i poster eller aktiviteter som er blitt satt sammen i en strukturplan, og det er gjort tripplestimater på alle postene/aktivitetene, må planen regnes gjennom for å finne resultatet av den dataen som er lagt inn i analysen. Til dette brukes vanligvis et dataverktøy. Ved hjelp av analytiske metoder eller simuleringsmetoder blir usikkerheten i hvert anslag regnet inn i planen (Klakegg, 1993).

Resultatet av beregningene vil bestå av en kumulativ sannsynlighetsfordeling, også kalt S-kurve kombinert med en prioritetsliste. Både S-kurve og prioritetsliste er beskrevet i kapittel 3.5.1. Disse to måtene gjør at fremstillingen av resultatet blir oversiktlig og lett lesbart.

Resultatene som fremkommer fra analysen må også evalueres. På bakgrunn av resultatene fra S-kurven og en prioritetsliste, bør det for eksempel stilles spørsmål som (Austeng, Torp et al., 2005):

- Er det forhold ved planen (definisjon, avgrensning, inndeling, generelle forhold eller ressursforutsetninger) som kan virke urimelige eller urealistiske?
- Har alle påvirkningsfaktorer/poster/aktiviteter blitt tatt med?
- Har samme usikkerhet blitt med flere ganger, både postEN og i et generelt forhold?
- Er planen detaljert nok til vårt formål?
- Er resultatene og presentasjonen egnet som beslutningsgrunnlag?

Ved å svare på slike spørsmål vil det vise seg om man må bearbeide videre og gjøre stegene 2-5 i trinnvisprosessen om igjen, eller om man kan si seg fornøyd med resultatet og gå videre til steg 6. I visse tilfeller kan det også være hensiktsmessig å detaljere poster/aktiviteter som ikke ligger øverst på prioritetslista. Dette gjelder da spesielt når formålet med detaljeringen er å gjøre planen bedre egnet for spesielle formål (ibid).

I beregningene og analysene ble tripplestimatene som ble estimert, lagt inn i TRIKALK for å få beregnet usikkerheten i kostnadskalkylene. Estimaten som deretter fremkom, ble lagt inn i LCCWeb for videre analyse av levetidskostnadene i hele prosjektets levetid. Tilslutt kom jeg frem til resultatene.

Evaluering av kalkyleinndelingen, estimeringen og beregningene/analysene ble deretter gjort. Her fulgte jeg punktene ovenfor for å se om det var ting som virket veldig urealistisk eller feil, om alle kostnadspostene var tatt med, om en usikkerhet var tatt med flere ganger, om planen er sikker og detaljert nok til formålet, og om resultatene er egnet som beslutningsgrunnlag. Først når stegene 2-5 var gjennomgått og evaluert nok ganger til at disse punktene virket tilfredsstillende, kunne jeg fortsette over til steg 6 i prosessen og komme med en konklusjon på mine funn.

STEG 6 – Konklusjon

Konklusjonene kan trekkes når man mener at planen er tilstrekkelig detaljert. Målene som ble definert for planleggingen, resultatene fra S-kurven, prioritetsliste og vurderinger som er blitt gjort i planleggingsprosessen, vil danne grunnlaget for konklusjonene. Svært mye relevant informasjon vil fremkomme dersom trinnvisprosessen er blitt gjennomført på en systematisk

måte og dokumentasjon er blitt sikret underveis. Konklusjonen skal også inneholde en beskrivelse av hva slags oppfølging planleggingen skal få og eventuelt svaret på den definerte problemstillingen (Austeng, Torp et al., 2005).

Her ble det gjort en konklusjon på casestudiet ut ifra datainnsamlingen, begrensninger, forutsetninger, valg og resultater. Det ble deretter gjort en konklusjon på oppgaven og dens problemstilling.

STEG 7 - Handlingsplan

En handlingsplan lages i de fleste tilfeller for prosjektet. Handlingsplanen blir utarbeidet med utgangspunkt i de indre og ytre påvirkningene samt prioritetslisten som identifiserer de viktigste usikkerhetspostene og mulig forbedring. Målet med handlingsplanen er å minimere risikoen og utnytte mulighetene. En handlingsplan bør også inneholde anbefalte tiltak for å imøtekomme disse risikoene og mulighetene, slik at de kan bli håndtert på en best mulig måte for prosjektet (Austeng, Torp et al., 2005).

4.6 Analyse- og kalkulasjonsverktøyet TRIKALK

I casestudiet av prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter blir kalkulasjonsverktøyet TRIKALK benyttet. Dataprogrammet TRIKALK ble utviklet ved Institutt for bygg- og anleggsteknikk, NTH høsten 1992 av sivilingeniør Jan Einar Årøe. Programmet er opprinnelig utviklet av Steen Lichtenbergs arbeid og er det som danner grunnlaget for utviklingen av TRIKALK. Programmet gjør stokastiske beregninger og danner et detaljert grunnlag for videre analyse. I TRIKALK blir den nye inputen oppdatert med en gang, slik at det ikke er noen ventetid på programmet slik som ved ulike simuleringsprogrammer. utfordringene blir å sette yttergrensene maksimalt, for å sikre at alt blir dekket (Austeng & Hugsted, 1993).

4.7 Analyse- og kalkulasjonsverktøyet LCCWeb

Beregningsverktøyet LCCWeb blir også benyttet i casestudiet av prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter. LCCWeb eies av Statsbygg og utvikles av statsbygg og Forsvarsbygg i samarbeid med Norconsult AS. LCCWeb er et beregningsverktøy som tilbyr LCC-analyser på ulike detaljeringsnivåer. LCCWeb kan benyttes for alle typer prosjekter og i alle faser av planlegging og drifting av bygget. Beregningene utføres etter norsk standard NS3454 "Livssyklus-kostnader for byggverk" (LCCWeb.no).

5. Modelltesting og analyse av prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter

5.1 Formålet med usikkerhetsanalysen

I prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter er trinnvisprosessen blitt brukt i usikkerhetsanalysen. Som beskrevet i teorien i kapittel 4.6 legger trinnvisprosessen opp til en gjennomføring der en ressursgruppe settes sammen og utnytter alle sine erfaringer og sine subjektive vurderinger til å gjøre prosjektplanen så realistisk som mulig. Formålet med usikkerhetsanalysen er å kunne analysere usikkerheten i kostnadskalkylene når det skal gjøres estimeringer og beregninger.

5.2 Formålet med LCC-analysen

Som teorien tilsier i kapittel 3.4 er formålet med en LCC-analyse å hjelpe til med å komme frem til det mest gunstige kapitalinvesteringsalternativet ved å vise en oversikt over prosjektets kostnader i et lengre perspektiv. Det vil si både byggefasen, men også levetiden av bygningen.

LCC er alle kostnader som påløper for et bygg fra tidlig planleggingsfase til endt levetid. En LCC-analyse er et viktig redskap ved planlegging av nybygg, rehabilitering, ombygging, forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygninger. Hvis det finnes alternative byggeløsninger og materialvalg, må investeringskostnader vurderes opp mot kostnadene til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU). I lov om offentlig anskaffelser kreves det at LCC analyser blir gjennomført i planleggingen (LCCWeb.no). Lyngdalsmodellen som blir brukt i prosjektet, sier også at det bør fokuseres på LCC kostnader.

Formålet med LCC-analysen i prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter er å se på de ulike konseptene for byggløsninger. Vi har i vårt tilfelle et prosjekt med 3 ulike konsepter (A, B og C). Alle konseptene har ulike investeringskostnader og ulike FDVU kostnader. Det vil derfor være lurt å gjøre en LCC-analyse hvor man måler investeringskostnaden opp mot FDVU kostnaden på de ulike konseptene for å kunne få en oversikt og komme frem til det mest gunstige konseptet.

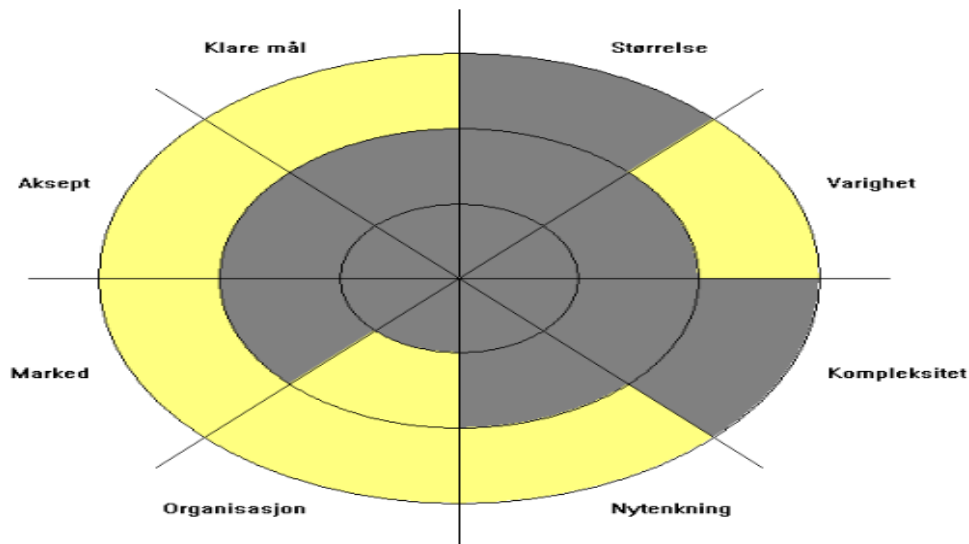
5.3 Ressursgruppen

I prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter besto ressursgruppen av følgende personer:

Egil Lunden	(Prosjektleder)
Yngve Arntzen	(Prosjektrådgiver tekniske fag / LCC / FDV)
Andreas Markussen	(Student)

5.4 Situasjonsskart for prosjektet

Det ble tidlig i casestudiet laget et situasjonsskart av ressursgruppen over prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter. Et situasjonsskart kan som nevnt tidligere være med å hjelpe ressursgruppen til å få en oversikt over prosjektet og være med på å sette i gang tankeprosessen hos deltakerne. Det kan også være et nyttig hjelpemiddel i de resterende trinnene i trinnvisprosessen. Det ble definert ulike faktorer som ressursgruppen mente var viktig for prosjektet, samt usikkerheten knyttet til dem. Det ble gitt verdier fra 1-3 på de ulike faktorene, hvor 1 var lite og 3 var mye. Situasjonsskartet som ble utarbeidet av ressursgruppen for prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter ble som følger:



Figur 5.1 Situasjonsskart for prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter (TRIKALK)

Ressursgruppens beskrivelse av prosjektet

Klare mål: Prosjektet ser ikke ut til å ha fått definert helt klare og tydelige mål.

Oppdragsgivers hovedmål er å gjennomføre et byggeprosjekt for å bygge fremtidens omsorgsboliger. Det skal i prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter bygges i henhold til lov og forskrifter, med fokus på levetidskostnader. Utover dette så er det ikke blitt definert noe mer spesifikke mål, og prosjektet skal være med som et slags forskningsprosjekt for å videre kunne lage en rapport til EU som kan brukes videre av andre rundt om i Europa.

Størrelse: prosjektet oppfattes som stort, ved store kostnader. Det vil dermed være en god del usikkerhet knyttet til størrelsen.

Varighet: Prosjektets byggetid er beregnet til 18 måneder. Dette anses som veldig kort, og det blir derfor stor usikkerhet på om prosjektet blir ferdigstilt innen tiden. Overskridelse av planlagt tid koster mye penger, og dette vil påvirke investeringskostnadene i prosjektet. Levetiden på bygget er beregnet til 60 år, og det er også litt usikkerhet i kostnadskalkylene knyttet til levetiden.

Kompleksitet: Prosjektet vurderes som et relativt kompleks prosjekt. Det kan også variere litt ut ifra hvilket konsept som blir valgt. Bygget anses som relativt høy grad av prefabrikkerte elementer og vil være med å gjøre prosjektet kompleks. Dette vil være med på å gi en stor grad av usikkerhet. Det vil også være stor usikkerhet på om valg av ulike løsninger i selve bygget vil gi de FDVU kostnadene som blir estimert.

Nytenkning: Prosjektet må gjennomføres med en middels grad av nytenkning. Det skal tilfredsstillende ulike krav som lavere LCC kostnader, elastisitet, fleksibilitet og generalitet. Dette vil gi en middels grad av usikkerhet.

Organisasjon: Kruse Smith som har fått tildelt dette prosjektet, anser seg selv som svært kompetente og erfarne innen byggebransjen, og med hensyn på investeringskostnader og levetidskostnader.

Marked: Det er ikke lett å vite hvordan markedet vil se ut i fremtiden. Markedet kan være litt usikkert fremover i tid. Når det kommer til levetidskostnadene blir levetiden beregnet til 60 år, og det regnes en middel usikkerhet i markedet.

Aksept: Det er litt usikkerhet på aksept. Alle nødvendige løyver, formaliteter og finansiering er ikke helt i orden. Det er fortsatt litt diskusjon på hvilke av konseptene de vil gå for, fordi hvert konsept har ulike investeringskostnader og levetidskostnader.

5.5 Forutsetninger for analysene

Her kommer en kort beskrivelse av de forutsetninger som er blitt tatt i analysedelen:

- Det er lagt til grunn en levetidsperiode av bygget på 60 år.
- Det er lagt til grunn en årlig rente på 4% (realrente).
- Det er lagt til grunn et sikkerhetsnivå på 50%.
- Det er lagt til grunn 25% merverdiavgift på alle kostnadselementer.
- Kalkulasjons- og metodeverktøyet TRIKALK er blitt brukt i usikkerhetsanalysen, og analysen inneholder derfor de eventuelle begrensninger som verktøyet har.
- Kalkulasjons- og metodeverktøyet LCCWeb er blitt brukt i LCC analysen, og analysen inneholder derfor de eventuelle begrensninger som verktøyet har.
- Kostnaden ved kjøp av ny tomt er lik som verdien på den gamle tomten som blir solgt.
- Restverdien for ombygging/rehabilitering, tilbygg, og nybygg er satt til henholdsvis 0%, 50%, og 50%.
- Antall brukere er satt til 120 stk. for alle konseptene.
- Antall ansatte er satt til 100 stk. for alle konseptene.

Grunnen til at det er et 50% sikkerhetsnivå som en av forutsetningene, er fordi disse analysene har som hovedmål å sammenligne de ulike konseptene. Det er dermed ikke nødvendig å legge inn et høyere sikkerhetsnivå. Skulle derimot analysene ha som hovedmål å fastsette kostnadsrammer for de valgte konseptene, ville det blitt brukt et høyere sikkerhetsnivå. Staten legger for eksempel til grunn et sikkerhetsnivå på 85% i sine kostnadsrammer, mens lyngdalsmodellen har et sikkerhetsnivå på 70%. Grunnen til at de har lavere sikkerhetsnivå, er fordi at i lyngdalsmodellen legges det opp til et tett samarbeid og kompetansen blir lagt til grunn tidlig i prosjektet.

5.6 Prosjektets konsepter

Prosjektet Lyngdal Bo og servicesenter har som mål å bygge et bygg i henhold til lov og forskrifter med fokus på LCC-kostnader. Det er kommet frem til at dette prosjektet kan gjøres ved tre forskjellige konsepter:

- Konsept A
- Konsept B
- Konsept C

Videre i analysen så er de ulike konseptene blitt delt inn i forskjellige funksjonsdeler:

- 1 Ombygging og rehabilitering av eksisterende bygg (BTA: 9381m²)
- 2 Tilbygg til eksisterende bygg (BTA: 3539m²)
- 3 Nybygg på ny tomt (BTA: 11536m²)

De ulike konseptene er blitt satt sammen av forskjellige funksjonsdeler, og hvilke funksjonsdeler hvert av konseptene er satt sammen av er som følger:

- Konsept A: 1 Ombygging og rehabilitering av eksisterende bygg + 2 Tilbygg til eksisterende bygg
- Konsept B: 1 Ombygging og rehabilitering av eksisterende bygg + 2 Tilbygg til eksisterende bygg
- Konsept C: 3 Nybygg på ny tomt

Konsept A er ikke blitt tatt med i LCC analysen. Grunnen til at det ikke blir vist noe LCC analyse av konsept A er fordi ressursgruppen fant ut at konsept A var relativt likt konsept B, bare med enda høyere total investeringskostnad på grunn av at konsept A fikk mye mindre tilskudd fra Husbanken. Dette gjorde at man fort kunne stryke konsept A og ikke bruke unødvendig med ressursbruk på å lage en LCC analyse av dette konseptet. Ressursgruppens grunnlag for at investeringskostnaden lignet på konsept B, bare høyere var at ved konsept A var det snakk om rehabilitering av hele bygningsmassen på 9 381m², mens konsept B var 1000m² av bygningsmassen å gjøre om 27 sykehjemsplasser til 18 fullverdige rom. Dette resulterer i at det innfris til Husbankens krav for tilskudd, og blir dermed billigere.

5.7 Nedbrytningsstrukturen i prosjektet Lyngdal bo og servicesenter

Det er som sagt tidligere at man i dette casestudiet er i en tidlig fase i prosjektet. Det er derfor ikke blitt gjort noen nedbrytning av investeringskostnadene til uavhengige kostnadsposter.

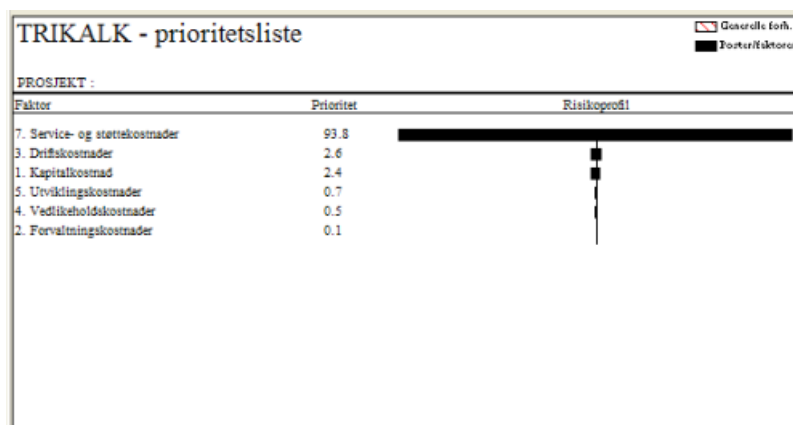
Her er investeringskostnadene kun beregnet på totalt nivå.

Ved levetidskostnadene er det derimot blitt gjort en nedbrytning/kalkyleinndeling.

Kostnadsnedbrytningen er blitt brutt ned etter den gamle NS 3454;2000 sin kontoplan som ble illustrert i kapitel 3.4. Grunnen til dette er at LCCWeb bruker den gamle NS 3454;2000 sin kontoplan.

I prosjektet er standardpostene 1-5 tatt med, og det er ikke blitt satt inn noe på den ledige standardposten 6. Det er også valgt å inkludere tilleggspost 7 i LCC analysene, som er service og støtte til kjernevirksomheten. Denne posten har store kostnader for prosjektet og vil derfor være veldig aktuell å ha med i analysene. Posten inneholder lønn til service og støttefunksjoner til kjernevirksomheten som for eksempel sentralbord og kantine. Det er i tillegg valgt å trekke inn lønn til de ansatte i den primære kjernevirksomheten i denne posten.

Ved dette tidlige stadiet i prosjektet, ble nedbrytningen først gjort på 1-sifret nivå som er hovedpostene i kontoplanen. Det ble deretter lagt inn i TRIKALK med trippelanslag på hver av hovedpostene på 1-sifret nivå. Prioriteringsmatrisen for de ulike postene på de forskjellige prosjektdelene så relativt like ut, og det blir i figur 5.2 vist prioriteringsmatrisen til prosjektdelen nybygg som en illustrasjon. Prioriteringsmatrisen til nybygg så slik ut:



Figur 5.2 Prioriteringsmatrise for nybygg (TRIKALK)

Som vi kan se i figur 5.2 er post 7 service og støtte den posten som bør ha klart størst prioritering. Grunnen til dette er at det er den posten med de klart største kostnadene. Siden

kostnadspost 7 hovedsakelig går på lønn til service- og støttefunksjoner, samt lønn til de ansatte i kjernevirksomheten, kan det være vanskelig å ta en ytterligere nedbrytning av kostnadene i den posten. Det ble derfor besluttet av ressursgruppen å ta en ytterligere kostnadsnedbrytning av den kostnadsposten som var nummer to på prioriteringslisten. Det ble derfor gjort en ytterligere nedbrytning av post 3 driftskostnader på 2-sifret nivå. Nedbrytningen på 2-sifret nivå ble fremdeles gjort ut ifra kontoplanen til NS 3454. Underposten 3.0 (Ledig) ble ikke tatt med. Det ble heller ikke underpostene 3.8 og 3.9. Underposten 3.7 Utendørs ble tatt med, men den ble ikke estimert og ble derfor lagt inn som verdien 0.

5.8 Investeringskostnaden av de ulike konseptene

Investeringskostnaden ved de ulike konseptene vil her bli presentert. Det er ikke blitt gjort noe nedbrytningsstruktur på investeringskostnaden i dette prosjektet. Estimeringen av investeringskostnaden er blitt gjort på grunnlag av sammenligning fra tidligere lignende prosjekter som er blitt gjennomført. Det er ut ifra sammenligning med lignende gjennomførte prosjekter og ressursgruppens subjektive vurderinger at det er blitt gjort en estimering.

Estimering av tripplestimat

Måten estimeringen er blitt gjort på er at ressursgruppen kom frem til et tripplestimat for investeringskostnaden på de ulike funksjonsdelene. Alle tripplestimatene var ekskl. MVA, og tilskuddene var blitt trukket fra. Tripplestimatet er vist i vedlegg 3.

Tilskudd

Siden dette er et offentlig byggeprosjekt, kan det fås tilskudd fra Husbanken, hvis det innfrir Husbankens krav om tilskudd. Tilskuddene på tripplestimatene ved de ulike konseptene er forskjellig.

I konsept A vil Ombygging/rehabilitering av eksisterende bygg ikke gi noe tilskudd. Grunnen til dette er at her vil rommene bare pusses opp, men blir stående som de er. Rommene får dermed for lite areal, og innfrir ikke til kravene fra Husbanken. Konsept A består også av et tilbygg. Tilbygget vil bli bygget på en måte som vil gi 20% tilskudd.

I konsept B vil Ombygging/rehabilitering av eksisterende bygg gi 20% tilskudd. Grunnen er at her vil hvert tredje rom slås sammen til to rom. Dette gjør at arealet på rommene innfris Husbankens krav, og det gis 20% tilskudd. Konsept B består også av et tilbygg. Tilbygget vil bli bygget på samme måte som i Konsept A, og gi et tilskudd på 20%.

I konsept C består hele konseptet av et nybygg. Her innfris alle kravene fra Husbanken, og det oppnås fullt tilskudd på 50%.

Alle utregninger på tilskudd er vist i vedlegg 4.

Refundert MVA

Det ble regnet ut 25% MVA på investeringskostnader ved de ulike konseptene. I prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter som er et offentlig prosjekt, vil man få refundert MVA på investeringen. Prosjektet vil dermed få refundert 100% av MVA fra staten, og de vil i tillegg få en viss prosentdel refundert MVA fra Husbanken. Denne prosentdelen er lik som prosentdelen hvert av funksjonsdelene får i tilskudd. Dette vil med andre ord si at for eksempel konsept C som består av nybygg, vil få 50% refundert MVA fra Husbanken. de vil dermed få MVA som de betaler refundert 1,5 ganger. Utregningen på den refunderte MVA på de ulike konseptene er vist i vedlegg 5.

Leie av provisoriske lokaler

Ved konsept A og B så skal Lyngdal Bo- og servicesenter ombygges/rehabiliteres i tillegg til et tilbygg. Her vil ikke de eksisterende beboerne kunne bo mens byggingen holder på. Det må da investeres i leie av provisoriske lokaler som kan benyttes under byggeperioden. Ved konsept C så bygges det et nytt bygg på en ny tomt og de eksisterende beboerne kan fortsette å bo i Lyngdal Bo- og servicesenter til det nye bygget er ferdig. Siden det i konsept B må leies provisoriske lokaler, er det valgt å dele opp denne kostnaden på de to funksjonsdelene som konsept B er satt sammen av. Prosentandelen på hver av funksjonsdelene er regnet ut ifra en grov beregning på hvilken prosentandel av bruttoinvesteringen hver av dem har. Dette resulterte i at funksjonsdel ombygging/rehabilitering ble 60% og tilbygget ble 40%.

Utregningen på leie av provisoriske lokaler er vist i vedlegg 6.

Netto investeringskostnad

Når netto investeringskostnad skal regnes ut på tripplestimatene blir tilskuddene og den refunderte MVA trukket fra, og leien av provisoriske lokaler blir lagt til. Det vil nå bli vist en utregning av netto investeringskostnad ved de ulike alternativene.

Investeringskostnad Konsept A						
	Bruttoinvesteringen [Kr]	+ MVA [Kr]	- Tilskudd [Kr]	- Refundert MVA [Kr]	+ Leie av provisoriske lokaler [Kr]	Netto investeringskostnad [Kr]
Ombygging/rehab:						
Mest sannsynlig	140 715 000	35 178 750	0	42 214 500	16 500 000	150 179 250
Tilbygg:						
Mest sannsynlig	99 092 000	24 773 000	19 818 400	29 727 600	11 000 000	85 319 000
Totalt konsept A:						
Mest sannsynlig	239 807 000	59 951 750	19 818 400	71 942 100	27 500 000	235 498 250

Tabell 5.1 Investeringskostnad konsept A (Excel).

Som nevnt tidligere så ble det ikke gjort noe tripplestimat på alternativ A. Det ble fortsatt gjort et enkelttestimat av den mest sannsynlige investeringskostnaden. Som vi kan se i tabell 5.1 ble netto investeringskostnad 150 179 250 kr på ombygging/rehabilitering, 85 319 000 kr på tilbygg, og 235 498 250 kr totalt på konsept A.

Investeringskostnad Konsept B						
	Bruttoinvesteringen [Kr]	+ MVA [Kr]	- Tilskudd [Kr]	- Refundert MVA [Kr]	+ Leie av provisoriske lokaler [Kr]	Netto investeringskostnad [Kr]
Ombygging/rehab:						
Minimum	123 125 625	30 781 406	24 625 125	36 937 688	13 200 000	105 544 218
Mest sannsynlig	155 724 600	38 931 150	31 144 920	46 717 380	16 500 000	133 293 450
Maksimum	183 633 075	45 908 269	36 726 615	55 089 923	19 800 000	157 524 806
Tilbygg:						
Minimum	79 096 650	19 774 163	15 819 330	23 728 995	8 800 000	68 122 488
Mest sannsynlig	92 014 000	23 003 500	18 402 800	27 604 200	11 000 000	80 010 500
Maksimum	123 334 150	30 833 538	24 666 830	37 000 245	13 200 000	105 700 613
Totalt konsept B:						
Minimum	202 222 275	50 555 569	40 444 455	60 666 683	22 000 000	173 666 706
Mest sannsynlig	247 738 600	61 934 650	49 547 720	74 321 580	27 500 000	213 303 950
Maksimum	306 967 225	76 741 807	61 393 445	92 090 168	33 000 000	263 225 419

Tabell 5.2 Investeringskostnad konsept B (Excel).

Som vi kan se i tabell 5.2 vises det en oversikt over netto investeringskostnad på tripplestimatene ved de to ulike funksjonsdelene ombygging/rehabilitering og tilbygg. Det blir også vist et totalt tripplestimat for hele konsept B.

Investeringskostnad Konsept C						
	Bruttoinvesteringen	+ MVA	- Tilskudd	- Refundert MVA	+ Leie av provisoriske lokaler	Netto investeringskostnad
	[Kr]	[Kr]	[Kr]	[Kr]	[Kr]	[Kr]
Nybygg:						
Minimum	218 168 832	54 542 208	109 084 416	81 813 312	0	81 813 312
Mest sannsynlig	311 472 000	77 868 000	155 736 000	116 802 000	0	116 802 000
Maksimum	423 994 144	105 998 536	211 997 072	158 997 804	0	158 997 804

Tabell 5.3 Investeringskostnad konsept C (Excel).

Som vi kan se i tabell 5.3 vises det en oversikt over netto investeringskostnad på tripplestimatene ved funksjonsdelen nybygg. Siden hele konsept C består kun av nybygg, vil dette også være det totale tripplestimatet til konsept C. Ved nybygg var det heller ingen leie av provisoriske lokaler og er derfor lagt inn som null i tabellen.

TRIKALK Beregninger av netto investeringskostnad

Nå som det er blitt gjort tripplestimater på konseptene B og C, samt tilhørende funksjonsdel, kan man gå videre i estimeringsprosessen ved å legge inn disse tripplestimatene i TRIKALK. Programmet vil på dette grunnlag regne ut en endelig netto investeringskostnad. Det vil i TRIKALK bli lagt inn netto investeringskostnad for de ulike funksjonsdelene og ikke totalt for konseptet. Den endelige netto investeringskostnaden som blir beregnet i TRIKALK, vil være grunnlaget for beregningen av kapitalkostnaden som er en del av levetidskostnaden til prosjektet.

Tripplestimatene for netto investeringskostnad som ble beregnet ovenfor for de ulike funksjonsdelene ombygging/rehabilitering, tilbygg, og nybygg vil nå bli lagt inn i TRIKALK ved et sikkerhetsnivå på 50%. Det vil si at det er 50% sannsynlighet for at vi ikke vil overstige den middelveiden som blir beregnet. Dette vil se slik ut:

NAVN	MIDDELVERDI	STANDARDVARIASJON	ENHET
(Lyngdal Bo- og servicesenter)	132582768.00	11300127.00	Kroner
Netto investeringskostnad Ombygging/rehab	132582768.00	11300127.00	Kroner
Netto investeringskostnad Ombygging/rehab	132582768.00	11300127.00	Kroner

Tabell 5.4 Netto investeringskostnad ved ombygging/rehabilitering (TRIKALK).

Beregningene i TRIKALK som er vist i tabell 5.4 sier at den endelige netto investeringskostnaden ved ombygging/rehabilitering av eksisterende bygg vil være på 132 582 768 kr.

NAVN	MIDDELVERDI	STANDARDVARIASJON	ENHET
(Lyngdal Bo- og servicesenter)	82798800.00	8169158.50	Kroner
Netto investeringskostnad Tilbygg	82798800.00	8169158.50	Kroner
Netto investeringskostnad Tilbygg	82798800.00	8169158.50	Kroner

Tabell 5.5 Netto investeringskostnad ved tilbygg (TRIKALK).

Beregningene i TRIKALK som er vist i tabell 5.5 sier at den endelige netto investeringskostnaden ved tilbygg av eksisterende bygg vil være på 82 798 800 kr.

NAVN	MIDDELVERDI	STANDARDVARIASJON	ENHET
(Lyngdal Bo- og servicesenter)	118257984.00	16779238.00	Kroner
Netto investeringskostnad Nybygg	118257984.00	16779238.00	Kroner
Netto investeringskostnad Nybygg	118257984.00	16779238.00	Kroner

Tabell 5.6 Netto investeringskostnad ved nybygg (TRIKALK).

Beregningene i TRIKALK som er vist i tabell 5.6 sier at den endelige netto investeringskostnaden ved nybygg vil være på 118 257 984 kr.

Den endelige investeringskostnaden

Etter alle estimater og beregninger for investeringskostnaden er gjort, får man den endelige investeringskostnaden på de ulike funksjonsdelene. Det er denne investeringskostnaden som videre vil være grunnlaget for beregningen av kapitalkostnaden i levetidsperioden til prosjektet. Investeringskostnaden til de ulike funksjonsdelene er samlet og vist i tabell 5.7.

Den endelige netto investeringskostnaden			
Funksjonsdel:		Konsept:	
Ombygging/rehab	132 582 768		
		Konsept B	215 381 568
Tilbygg	82 798 800		
Nybygg	118 257 984	Konsept C	118 257 984

Tabell 5.7 Den endelige investeringskostnaden på funksjonsdelene og konseptene (Excel).

Figuren viser på venstre side investeringskostnaden til de ulike funksjonsdelene, og på høyre side er investeringskostnaden til hvert av konseptene, ved at tilhørende funksjonsdeler er lagt sammen. Som vi ser er den endelige netto investeringskostnaden 215 381 568 kr for konsept B og 118 257 984 kr for konsept C.

5.9 LCC-analyse av de ulike konseptene i prosjektet

Når investeringskostnaden for de ulike funksjonsdelene er funnet, kan LCC analysen for konseptene begynne.

Estimering av tripplestimat

Det er på samme måte som ved investeringskostnaden blitt gjort et tripplestimat for LCC kostnadene. Også her er alle tripplestimatene ekskl. MVA, og tilskuddene er blitt trukket fra. Tripplestimatet er vist i samme tabell som tripplestimatet til investeringskostnaden, og er i vedlegg 3.

Kapitalkostnaden

Ved beregningen av kapitalkostnaden i LCC analysene, blir den beregnet på grunnlag av investeringskostnaden. Disse investeringskostnadene ble beregnet i kapittel 5.8 og vist i tabell 5.7. Disse investeringskostnadene ble satt inn i LCCWeb, og programmet regnet deretter ut kapitalkostnaden ut ifra de forutsetningene som ble satt inn i LCCWeb og som også er beskrevet i kapitel 5.5.

TRIKALK Beregninger av levetidskostnadene

Trippelestimatene til levetidskostnadene ble først satt inn i TRIKALK for å få usikkerheten med i beregningene ved det valgte sikkerhetsnivået på 50%. Det ble også lagt inn 25% merverdiavgift på alle postene med unntak på kapitalkostnaden. Kapitalkostnaden er regnet ut på grunnlag av investeringskostnaden, og det er allerede blitt lagt inn merverdiavgift på investeringen. Det er disse middelverdiene fra TRIKALK som blir tatt med videre i analyseverktøyet LCCWeb. I tabellene 5.8-5.10 nedenfor kan man se levetidskostnader for hver post i de ulike funksjonsdelene ved den valgte nedbrytningsstrukturen. Det vises også hvilket standardavvik som følger med på den enkelte posten

NAVN	MIDDELVERDI	STANDARDAVVIK	ENHET
(Lyngdal Servicesenter)	89268280.00	4655934.00	Kroner
Totalprosjekt Ombygging/rehab	89268280.00	4655934.00	Kroner
(Totalprosjekt Ombygging/rehab)	89268280.00	4655934.00	Kroner
1. Kapitalkostnad	5980632.00	509733.91	Kroner
1. Kapitalkostnad	5980632.00	509733.91	Kroner
2. Forvaltningskostnader	513822.97	79024.73	Kroner
2. Forvaltningskostnader	411058.38	63219.78	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
3. Driftskostnader	6821362.00	226088.39	Kroner
(3. Driftskostnader)	6821362.00	226088.39	Kroner
3.1 Løpende drift	1677209.00	114713.31	Kroner
3.1 Løpende drift	1341767.25	91770.65	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
3.2 Renhold	2392628.75	152951.08	Kroner
3.2 Renhold	1914103.00	122360.87	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
3.3 Energi	1794471.50	114713.31	Kroner
3.3 Energi	1435577.25	91770.65	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
3.4 Vann og avløp	239262.88	15295.11	Kroner
3.4 Vann og avløp	191410.30	12236.09	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
3.5 Avfallshåndtering	478525.75	30590.22	Kroner
3.5 Avfallshåndtering	382820.59	24472.17	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
3.6 Vakt og sikring	239262.88	15295.11	Kroner
3.6 Vakt og sikring	191410.30	12236.09	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
3.7 Utendørs	1.25	0.00	Kroner
3.7 Utendørs	0.00	0.00	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
4. Vedlikeholdskostnader	2638998.50	165697.02	Kroner
4. Vedlikeholdskostnader	2111198.75	132557.61	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
5. Utviklingskostnader	3649232.75	527681.25	Kroner
5. Utviklingskostnader	2919386.25	422145.00	Kroner
MVA	1.25	0.00	§
7. Service-og støttekostnader	69664232.00	4588532.50	Kroner
7. Service-og støttekostnader	55731384.00	3670826.00	Kroner
MVA	1.25	0.00	§

Tabell 5.8 Årlige levetidskostnader ved ombygging/rehabilitering (TRIKALK).

Som tabell 5.8 viser er det lagt inn en merverdiavgift på alle kostnadspostene utenom kapitalkostnaden. Det er også gjort en kostnadsnedbrytning av post 3 driftskostnader etter kontoplanen til NS 3454. Som vi kan se er den totale kostnaden til funksjonsdelen ombygging/rehabilitering på 89 268 280 kr. Utrekningene som er gjort i TRIKALK er på grunnlag av tripplestimatene for ombygging/rehabilitering som ble satt inn, og usikkerheten blir dermed innregnet i de tallene som er vist i tabellen.

NAVN	MIDDELVERDI	STANDARDAVVIK	ENHET
(Lyngdal Servicesenter)	33423858.00	2916221.50	Kroner
Totalprosjekt Tilbygg	33423858.00	2916221.50	Kroner
(Totalprosjekt Tilbygg)	33423858.00	2916221.50	Kroner
1. Kapitalkostnad	3557421.50	350985.00	Kroner
1. Kapitalkostnad	3557421.50	350985.00	Kroner
2. Forvaltningskostnader	302736.44	47122.55	Kroner
2. Forvaltningskostnader	242189.14	37698.04	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
3. Driftskostnader	2221259.75	136850.14	Kroner
(3. Driftskostnader)	2221259.75	136850.14	Kroner
3.1 Løpende drift	521913.13	67317.94	Kroner
3.1 Løpende drift	417530.50	53854.35	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
3.2 Renhold	712268.44	72126.36	Kroner
3.2 Renhold	569814.75	57701.09	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
3.3 Energi	619771.81	86551.63	Kroner
3.3 Energi	495817.47	69241.30	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
3.4 Vann og avløp	88475.00	9616.85	Kroner
3.4 Vann og avløp	70780.00	7693.48	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
3.5 Avfallshåndtering	181418.44	24042.12	Kroner
3.5 Avfallshåndtering	145134.75	19233.70	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
3.6 Vakt og sikring	97411.87	28850.54	Kroner
3.6 Vakt og sikring	77929.49	23080.44	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
3.7 Utendørs	1.25	0.00	Kroner
3.7 Utendørs	0.00	0.00	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
4. Vedlikeholdskostnader	756952.81	120210.59	Kroner
4. Vedlikeholdskostnader	605562.25	96168.48	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
5. Utviklingskostnader	1031627.44	149061.14	Kroner
5. Utviklingskostnader	825301.94	119248.91	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø
7. Service-og støtttekostnader	25553860.00	2885054.50	Kroner
7. Service-og støtttekostnader	20443088.00	2308043.50	Kroner
MVA	1.25	0.00	Ø

Tabell 5.9 Årlige levetidskostnader ved tilbygg av eksisterende bygg (TRIKALK).

Som tabell 5.9 viser er det lagt inn en merverdiavgift på alle kostnadspostene utenom kapitalkostnaden slik som i den første tabellen. Det er også gjort en kostnadsnedbrytning av post 3 driftskostnader etter kontoplanen til NS 3454 ved denne funksjonsdelen. Som vi kan se er den totale kostnaden til funksjonsdelen tilbygg til eksisterende bygg på 33 423 858 kr. Utrekningene som er gjort i TRIKALK er på grunnlag av tripplestimatene for tilbygg som ble satt inn, og usikkerheten blir dermed innregnet i de tallene som er vist i tabellen.

NAVN	MIDDELVERDI	STANDARDAVVIK	ENHET
(Lyngdal Servicesenter)	107842064.00	5742120.50	Kroner
Totalprosjekt Nybygg	107842064.00	5742120.50	Kroner
(Totalprosjekt Nybygg)	107842064.00	5742120.50	Kroner
1. Kapitalkostnad	5080914.00	720914.13	Kroner
1. Kapitalkostnad	5080914.00	720914.13	Kroner
2. Forvaltningskostnader	1027170.06	156739.13	Kroner
2. Forvaltningskostnader	821736.06	125391.30	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
3. Driftskostnader	7240589.00	446087.38	Kroner
(3. Driftskostnader)	7240589.00	446087.38	Kroner
3.1 Løpende drift	1701268.75	219434.78	Kroner
3.1 Løpende drift	1361015.00	175547.83	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
3.2 Renhold	2321765.50	235108.69	Kroner
3.2 Renhold	1857412.50	188086.95	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
3.3 Energi	2020256.50	282130.44	Kroner
3.3 Energi	1616205.25	225704.34	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
3.4 Vann og avløp	288400.00	31347.83	Kroner
3.4 Vann og avløp	230720.00	25078.26	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
3.5 Avløpshåndtering	591365.69	78369.56	Kroner
3.5 Avløpshåndtering	473092.53	62695.65	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
3.6 Vakt og sikring	317531.31	94043.48	Kroner
3.6 Vakt og sikring	254025.05	75234.78	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
3.7 Utendørs	1.25	0.00	Kroner
3.7 Utendørs	0.00	0.00	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
4. Vedlikeholdskostnader	2467422.25	391847.81	Kroner
4. Vedlikeholdskostnader	1973937.75	313478.25	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
5. Utviklingskostnader	3362773.00	485891.28	Kroner
5. Utviklingskostnader	2690218.50	388713.03	Kroner
MVA	1.25	0.00	%
7. Service-og støttekostnader	88663192.00	5642609.00	Kroner
7. Service-og støttekostnader	70930552.00	4514087.00	Kroner
MVA	1.25	0.00	%

Tabell 5.10 Årlige levetidskostnader ved nybygg på ny tomt (TRIKALK).

Som tabell 5.10 viser er det også her lagt inn en merverdiavgift på alle kostnadspostene utenom kapitalkostnaden. Det er også gjort en kostnadsnedbrytning av post 3 driftskostnader etter kontoplanen til NS 3454 ved denne funksjonsdelen. Som vi kan se er den totale kostnaden til funksjonsdelen nybygg på ny tomt på 107 842 064 kr. TRIKALK beregningene er på grunnlag av tripplestimatene for nybygg som ble satt inn, og usikkerheten blir dermed innregnet i de tallene som er vist i tabellen.

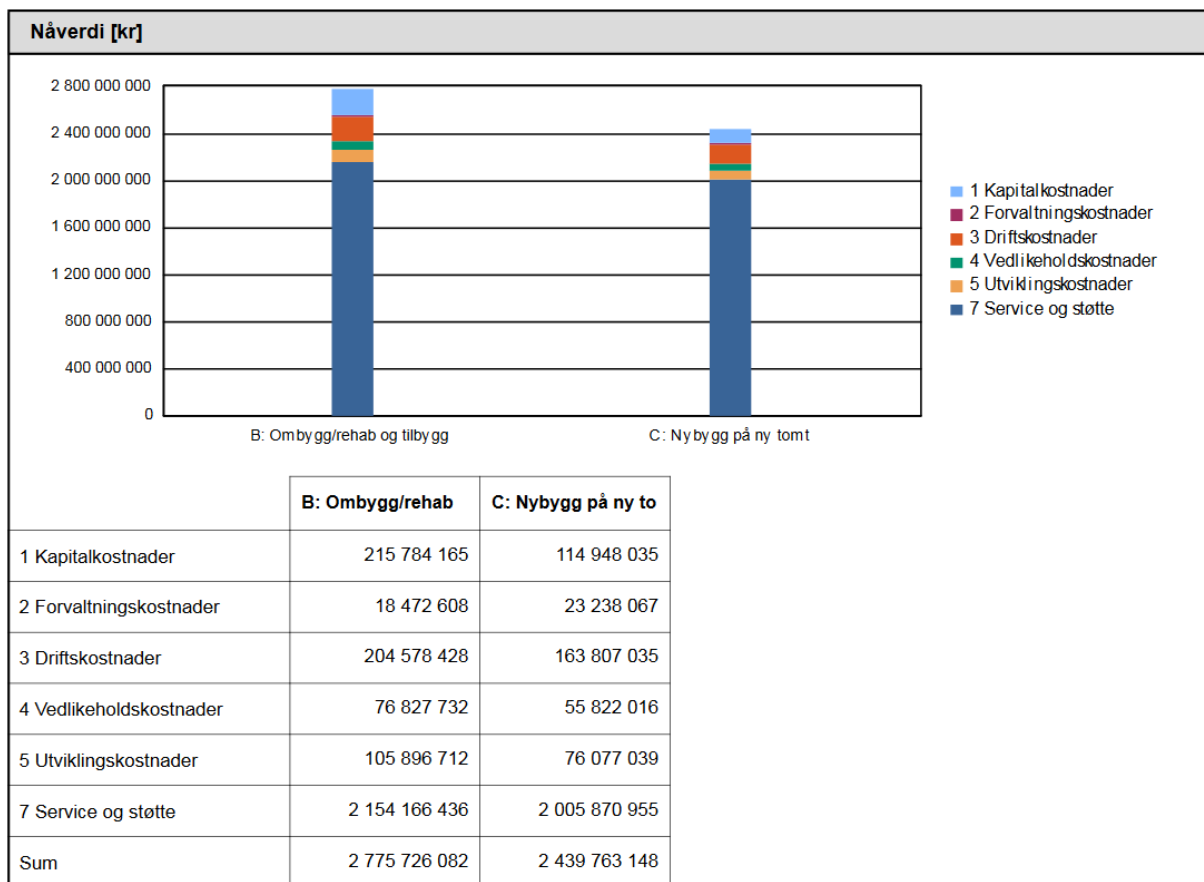
LCCWeb Beregninger av levetidskostnadene

Middelverdiene som ble beregnet i TRIKALK blir nå lagt inn i LCCWeb for beregning av levetidskostnadene og årskostnadene for de ulike konseptene i prosjektet.

Vi begynner med å se på levetidskostnaden. Som nevnt i kapittel 3.4, er levetidskostnaden nåverdien av alle livssyklus kostnadene i prosjektet.

Alle levetidskostnadene for hver funksjonsdel ble lagt inn i LCCWeb. Det ble også inne i LCCWeb laget konseptene B og C, hvor de tilhørende funksjonsdelene ble knyttet opp mot konseptet de tilhørte. Det ble vist hvordan de ulike funksjonsdelene ble knyttet opp mot konseptene i kapittel 5.6.

I figur 5.3 illustreres levetidskostnadene til konsept B og C i et søylediagram for en lett fremvisning av resultatet. Det blir i samme figur vist levetidskostnadene i form av tall for hver kostnadspost for levetiden av prosjektet. På bunnen blir levetidskostnadene summert.



Figur 5.3 Levetidskostnader for konsept B og C (LCCWeb).

Som figuren viser er service og støtte den klart største kostnadsposten i begge konseptene. Vi kan også se at konsept C har lavere LCC kostnader på alle postene utenom post 2 forvaltningskostnader. Dette er i henhold til kontoplanen kostnader som skatter, avgifter og forsikring. Denne posten utgjør en veldig liten del av de totale kostnadene. Ser vi på summen, så har konsept C 335 962 934 kr lavere totale LCC kostnader enn konsept B.

Lyngdalsmodellen som blir brukt i dette prosjektet fokuserer også på minimering av levetidskostnadene per bruker. Det vil derfor også vises en beregning på sum per beboer for de ulike konseptene slik som i tabell 5.11.

<u>Levetidskostnad per bruker</u>			
	Total LCC kostnader	Antall beboere	Sum per beboer
	[Kr]	[Stk]	[Kr]
Konsept B	2 775 726 082	120	23 131 051
Konsept C	2 439 763 148	120	20 331 360

Tabell 5.11 Levetidskostnad per bruker (Excel).

Som vi kan se i tabellen er levetidskostnaden per beboer 23 131 051 kr i konsept B og 20 331 360 kr i konsept C. Dermed er levetidskostnaden per beboer i konsept C 2 799 691 kr lavere enn i konsept B.

Det kan også vises som prosentandel som hver kostnadspost utgjør av de totale LCC kostnadene. Dette er blitt gjort ved å ta hver kostnadspost å dele på den totale levetidskostnaden, og blir vist i tabell 5.12.

Prosentandel ved de ulike kostnadspostene				
	Konsept B		Konsept C	
	[Kr]	[% av totalen]	[Kr]	[% av totalen]
1. Kapitalkostnader	215 784 165	7,77 %	114 948 035	4,71 %
2. Forvaltningskostnader	18 472 608	0,67 %	23 238 067	0,95 %
3. Driftskostnader	204 578 428	7,37 %	163 807 035	6,71 %
4. Vedlikeholdskostnader	76 827 732	2,77 %	55 822 016	2,29 %
5. Utviklingskostnader	105 896 712	3,82 %	76 077 039	3,12 %
7. Service og støtte	2 154 166 436	77,61 %	2 005 870 955	82,22 %
Sum	2 775 726 082	100,00 %	2 439 763 148	100,00 %

Tabell 5.12 Prosentandel ved de ulike kostnadspostene (Excel).

Som vist i tabellen står post 7 Service og støtte for den klart største kostnadsposten i levetiden av prosjektet for begge konseptene. Det ble som nevnt tidligere bestemt at denne kostnadsposten skulle inkluderes i LCC analysene på grunn av at dette var en viktig og stor kostnadspost. Den utgjør ca.78% av alle levetidskostnadene i konsept B og ca. 82% av alle levetidskostnadene i konsept C.

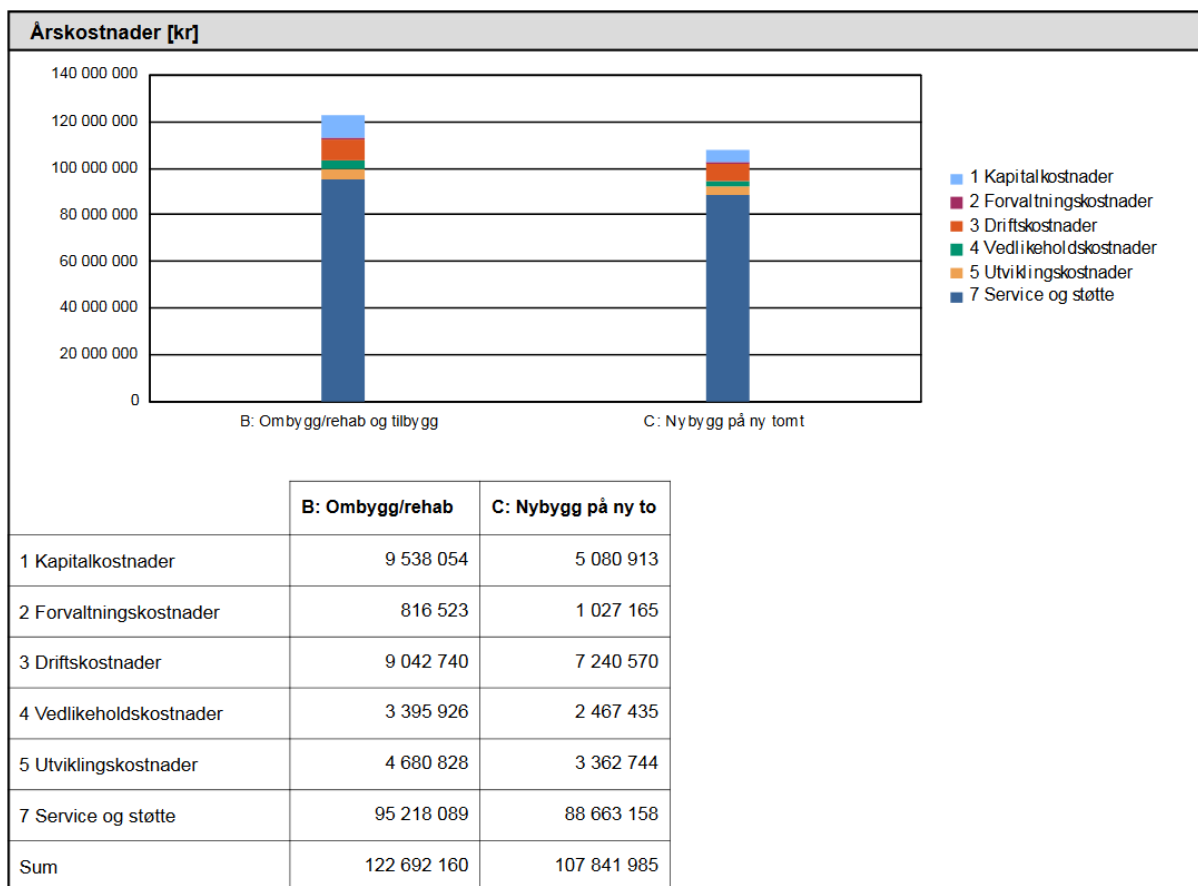
Vi kan også se at kapitalkostnaden som gjenspeiler investeringskostnaden utgjør en relativt liten del av den totale levetidskostnaden for prosjektet. Kapitalkostnaden utgjør kun ca. 7,8% av levetidskostnadene i konsept B og ca. 4,7% av levetidskostnadene i konsept C.

Hovedgrunnen til at prosentandelen er en del lavere i konsept C enn i konsept B er på grunn av tilskuddene fra Husbanken.

Ved å dele den totale levetidskostnaden til konsept B på konsept C sin totale levetidskostnad for sammenligningen av konseptene, er konsept C 13% lavere. I kroner så utgjorde dette 335 962 934 kr.

LCCWeb Beregninger av årskostnadene

Som det står i kapitel 3.4, er årskostnadene en annuitet av levetidskostnadene i prosjektet. Årskostnadene blir på samme måte som levetidskostnadene illustrert ved et søylediagram etterfulgt av tall. Dette er vist i figur 5.4.



Figur 5.4 Årskostnader for konsept B og C (LCCWeb).

Som figuren viser er den totale årskostnaden 122 692 160 kr for konsept B og 107 841 985 kr for konsept C.

Sum per beboer på årskostnadene ved de ulike konseptene er vist i tabell 5.13.

Årskostnad per bruker			
	Total årskostnader	Antall beboere	Sum per beboer
	[Kr]	[Stk]	[Kr]
Konsept B	122 692 160	120	1 022 435
Konsept C	107 841 985	120	898 683

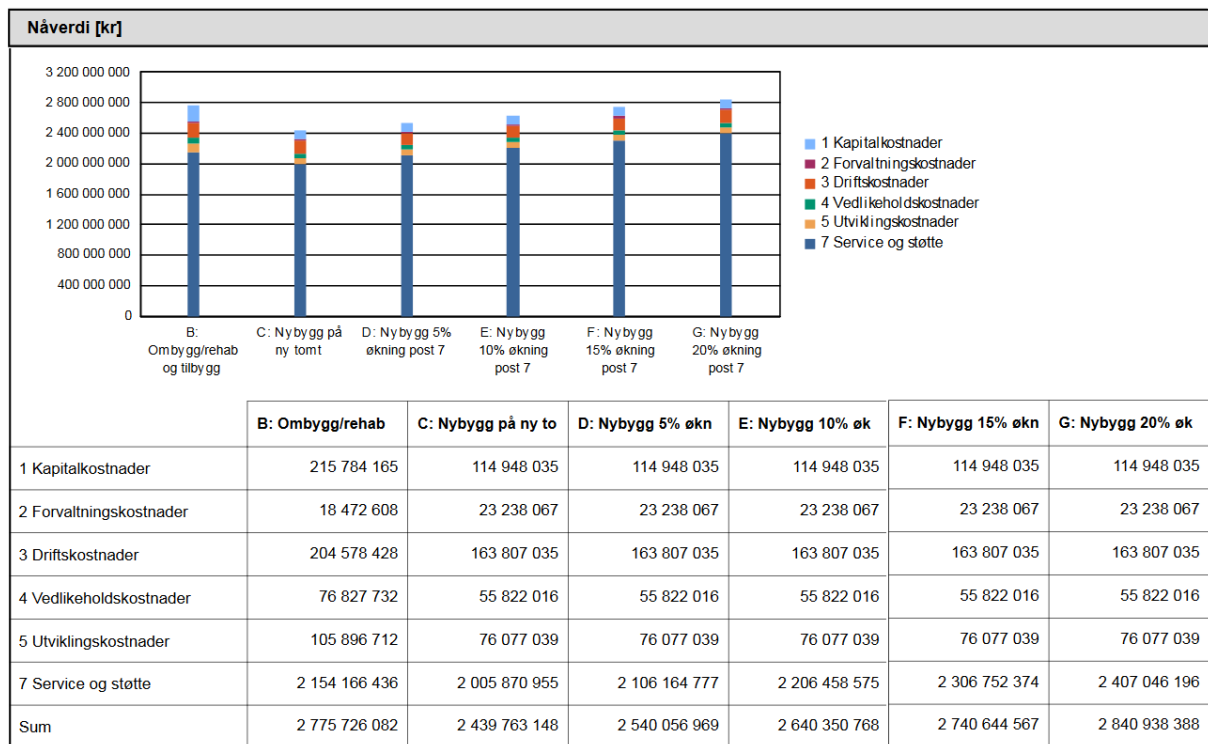
Tabell 5.13 Årskostnad per bruker (Excel).

Som tabellen viser er årskostnaden per beboer 1 022 435 kr i konsept B og 898 683 kr i konsept C. Dermed er årskostnaden per beboer i konsept C 123 752 kr lavere enn i konsept B.

Når det kommer til kostnadspostene, vil de ha samme prosentandel av totalen som utregningene gjort under levetidskostnaden ovenfor i tabell 5.12.

Følsomhetsanalyse

Som vist ovenfor er det post 7 som utgjør den klart største kostnaden. Det vil derfor bli gjennomført en følsomhetsanalyse av denne posten. Konsept C som består av et nybygg, er estimert til lavere service og støttelkostnader (post 7) enn konsept B som består av ombygging/rehabilitering av eksisterende bygg. Hvor følsom de totale kostnadene i konsept C er ved endring i post 7 vil bli illustrert i figur 5.5

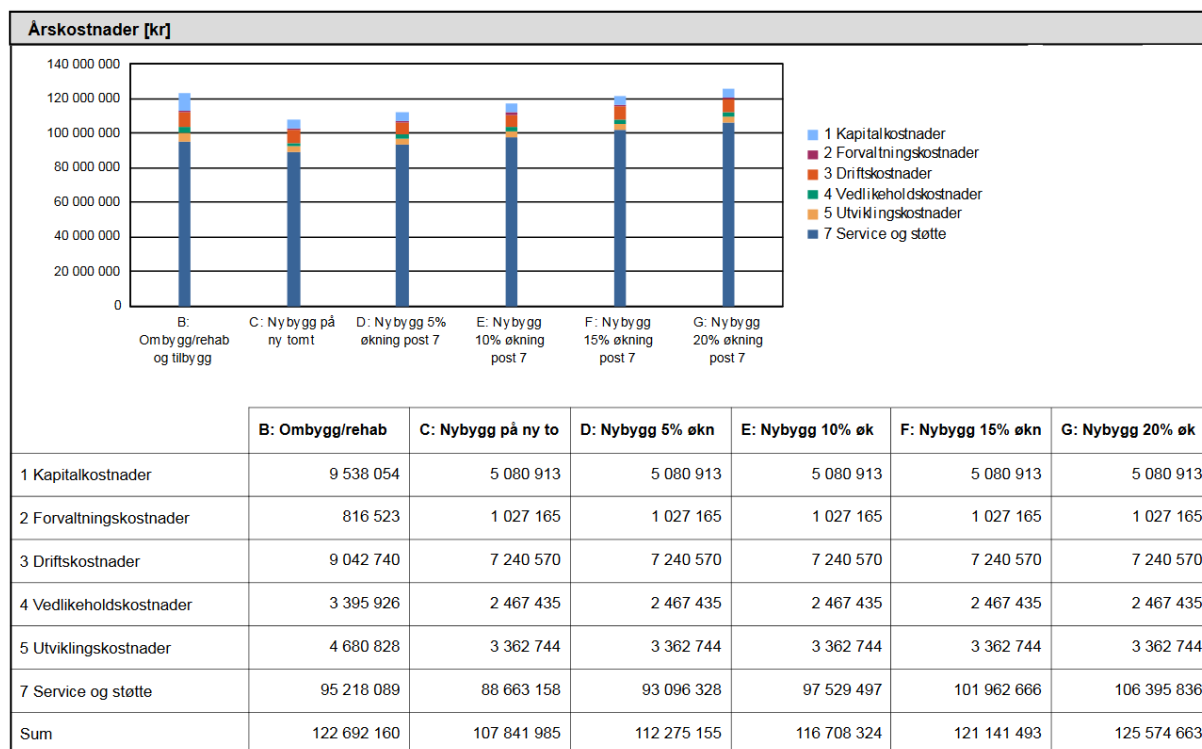


Figur 5.5 Følsomhetsanalyse av nåverdi i konsept C ved økning av post 7 (LCCWeb).

Følsomhetsanalysen er gjort ved å vise hvordan en økning i nybygg på post 7 påvirker konsept C. Det vises økning på 5%, 10%, 15% og 20% og er betegnet som konseptene D-G. Alle andre kostnadsposter er uendret. Det er også blitt tatt med de originale konseptene B og C for lettere sammenligning. Følsomhetsanalysen viser at ved konsept F, som er 15% økning i post 7, så vil summen være nær, men litt lavere enn vårt originale konsept B. Det vil si at post 7 må øke med litt over 15% i konsept C for å ikke lengre skal være mest økonomisk gunstig. Post 7 har en nåverdi i konsept B som er ca. midt mellom konseptene D (5%) og E (10%). Det

vil derfor være helt usannsynlig at kostnadene øker med mer enn ca. 7.5% og blir dyrere enn i konsept B som er ombygging/rehabilitering. Grunnen er at konsept C nybygg, vil med nye og bedre planløsninger nesten helt sikkert være lavere enn i konsept B.

Følsomhetsanalysen ovenfor på prosjektets nåverdi, kan også illustreres ved årskostnadene, slik som figur 5.6.



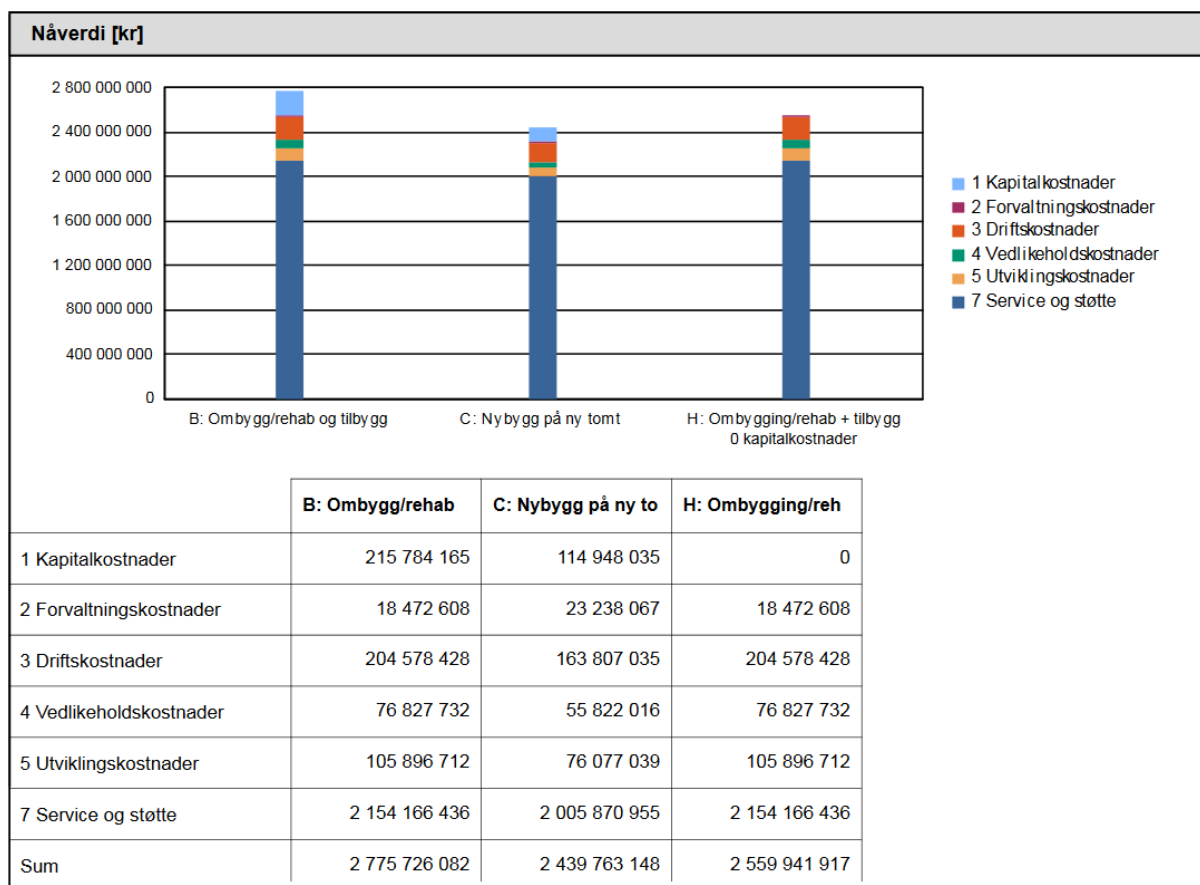
Figur 5.6 Følsomhetsanalyse av årskostnader i konsept C ved økning av post 7 (LCCWeb).

Analysen viser de samme poengene som følsomhetsanalysen av nåverdien i figur 5.5.

Forskjellen er at i figur 5.6 illustreres følsomheten av post 7 i form av årskostnaden i stedet for levetidskostnaden.

Det er også tatt med en følsomhetsanalyse på kapitalkostnaden som blir gjenspeilet av investeringskostnaden. Her er det kun vist et konsept H, som viser hvordan originalkonseptet B ville vært med en kapitalkostnad på 0. Det vil si at det ikke var noe investeringskostnad.

Dette er illustrert i figur 5.7.



Figur 5.7 Følsomhetsanalyse av konsept B ved kapitalkostnad lik null (LCCWeb).

Originalkonseptene B og C er valgt å inkluderes for å ha en sammenligning å se på. Analysen viser at selv med en kapitalkostnad på 0 i konsept B (vist som konsept H), altså at investeringen ikke kostet oss en krone, vil fortsatt den totale summen være høyere og konsept C vil fortsatt være mer økonomisk gunstig.

5.10 SWOT analyse av de ulike konseptene

SWOT analyse ble beskrevet i delkapittel 3.5.3 i teorien og går ut på å beskrive prosjektet i fire gjensidige utelukkende kategorier: Styrker, Svakheter, Muligheter, og Trusler. Formålet med analysen er å kartlegge mulighetene og truslene (risikoen) som prosjektet står ovenfor, samtidig som å vurdere prosjektets styrker og svakheter.

Det er laget en SWOT analyse for hvert av de tre konseptene. Analysene ble gjort i samspill av byggherre, bruker, entreprenør og rådgivere i tråd med lyngdalsmodellen. Det ble her sett på flere ulike spektre av konseptene, og ikke bare den økonomiske.

Konsept A: Ombygging/rehabilitering + tilbygg

S-Strength Styrke/fordeler

- Krever minst inngripende i naturen
- Krever ikke ny tomt
- Enkel adkomst fra hovedvei
- «lavere» investeringskostnader

W-Weakness Svakheter/ulemp

- Blir ikke i henhold til dagens krav
- Lite effektivt bygg. Lange avstander
- Lite fleksibilitet i bygget -> vanskelig å bygge om til effektiv drift
- Små bad, trange dører for rullestolbrukere. Dårlig utformede bad
- Ikke oversikt over brukere fra vaktrom
- Ineffektiv lagring av utstyr. Lange avstander for å hente ting
- Lite brukervennlig nærområde. Lang avstand til turområder, kafeer osv.
- Dårlig vareleveranse
- Dårlig lydisolering
- Små verandaer i 2 etasje
- Lange avstander for søppel og skittentøy
- Beboere må bo andre steder under ombygging (kostnad)
- Mangler helhetlige planer ved trinnvise utbygginger
- Begrenset elastisitet
- Høye LCC / FDVU kostnader per beboer
- Ikke fremtidsrettet
- Høye energi- og vedlikeholdskostnader
- Lite plass til optimale føringsveier

O-Opportunity Muligheter

- Lett å utvide mot nabotomt (men koster)

T-Threat Trusler/begrensninger

- Økende utgifter til vedlikehold i årene fremover
- Slitasjeskader for de ansatte
- Farlig vei uten overgang til kjøpesenter
- Fallrisiko ved dårlig gulv/gulvbelegg
- Vanskelig å samarbeide på tvers av avdelinger
- Vil ikke kunne takle utfordring i forhold til samhandlingsreformen (smitteisolat, øyeblikkelig hjelpeplasser m.m)
- Ikke planlagt godt nok for fremtiden og videre utbygging
- Ikke godt nok planlagt/utviklet for fremtidige IT og velferdsteknologiske løsninger
- Tilfredsstillende ikke konseptet «Fremtidens omsorgsboliger»
- Lave etasjehøyder for et moderne bygg

Konsept B: Ombygging/rehabilitering + tilbygg

S-Strength Styrke/fordeler

- Bedre vedlikeholdsmessig
- Mer effektiv drift
- Bedre lagring av hjelpemidler enn i dag
- Beholder fundamentering og bæresystem
- Lavere energi- og vedlikeholdskostnader

W-Weakness Svakheter/ulemper

- Lite effektivt bygg. Lange avstander fortsatt pga. gammel bærekonstruksjon
- Lite fleksibilitet i bygget -> vanskelig å bygge om til effektiv drift
- Lite brukervennlig nærområde. Lang avstand til turområder, kafeer osv.
- Dårlig vareleveranse
- Vil ikke klare å samarbeide mellom avdelingene fullt ut
- Beboerne må bo andre steder under ombygging (kostnad)

O-Opportunity Muligheter

- Lett å utvide mot nabotomt (men koster)
- Personalrom som er tilpasset
- Vil i større grad få mulighet til velferdsteknologiske løsninger
- Får et oppgradert, men ikke helt optimalt prosjekt

T-Threat Trusler/begrensninger

- Krevende ombygging med støy og bråk for brukere og ansatte – det vil koste å finne alternative løsninger i byggeperioden
- Farlig vei uten overgang til kjøpesenter
- Ikke planlagt godt nok for fremtiden og videre utbygging
- Ikke godt nok planlagt/utviklet IT og velferdsteknologiske løsninger
- Lave etasjehøyder for et moderne bygg
- Begrenset fleksibilitet og elastisitet
- Vanskelig å komme frem med tekniske føringsveier
- Byutvikling ved hovedvei reduserer muligheten for framtidige utvidelser

Konsept C: Bygge nybygg på en ny tomt

S-Strength styrke/fordeler

- Nytt bygg som passer til konseptet «FREMTIDENS OMSORGSBOLIGER»
- Mulighet for besparelser på ansatte
- Muliggjør bedre samarbeid på tvers av avdelingene
- Bedre tilpasset demente
- Høyeffektivt bygg -> kostnadsbesparende
- Arbeidsmiljø -> mindre belastningskader
- Mer miljøvennlig bygg
- Hvis sentralt beliggende -> nærmiljø og utsikt
- Brukere kan bo i gammelt bygg helt til nybygget er ferdig. Slipper bråk og støy
- Universell utforming -> bygge hensiktsmessige rom og bad
- Beboere kan flytte rett inn i nytt bygg
- Lavere LCC kostnader per beboer
- Elastisitet, fleksibilitet og generalitet
- Fremtidsrettet bygg

W-Weakness Svakheter/ulempes

- Krever ny tomt som er godt egnet
- Høyere investeringskostnad

O-Opportunity Muligheter

- Mulighet for senere utvidelse av bygningsmassen
- Eksisterende bygningsmasse kan brukes til andre formål i kommunen
- Kobling mot private boliger for eldre
- Har mulighet for plassering på en mer sentrumsnær tomt
- Mulighet for et godt miljøbygg

T-Threat Trusler/begrensninger

- Ny kommunestruktur
- Må planlegge for fremtiden

Ut ifra SWOT analysene ovenfor kan man se de ulike konsepters styrke, svakheter, muligheter og trusler. Ved å gå nøye gjennom hver analyse, kan det se ut som om konsept C er det mest gunstige. Konsept C virker best, ikke bare økonomisk sett, men også på flere ulike punkter som for eksempel brukervennlighet.

6 Oppsummering, evaluering og anbefalinger

Dette kapitlet vil omhandle en oppsummering av resultatene til de forskjellige konseptene som ble definert i dette casestudiet. Det vil også komme evalueringer rundt arbeidet med casestudiet. Anbefalinger om hva som bør gjøres fremover i og med at prosjektet fortsatt er i en tidlig fase, og hvilket konsept som vil være mest gunstig ut ifra de forutsetningene og analysene som er blitt brukt vil også bli lagt frem. Anbefalingene vil være basert på min intuitive forståelse og erfaring som er blitt opparbeidet gjennom arbeidet med oppgaven. Teoridelen har vært med på å legge et godt grunnlag for min forståelse av hvordan jeg kunne arbeide med casestudiet Lyngdal Bo- og servicesenter.

6.1 Oppsummering av resultatene

Resultatene viste at i Konsept A ble netto investeringskostnad 235 498 250 kr. Det ble ikke gjort noe usikkerhetsanalyse i form av tripplestimater og kalkulasjonsprogrammet TRIKALK på konsept A, men kun et mest sannsynlig estimat. Resultatene viste videre at netto investeringskostnad var 215 381 568 kr for konsept B og 118 257 984 kr for konsept C. På begge disse konseptene ble det gjort usikkerhetsanalyser.

Videre i analysene kunne vi se at ut ifra nedbrytningsstrukturen som var brukt på levetidskostnadene, altså kontoplanen til NS 3454, var det en post som sto for mesteparten av de totale levetidskostnadene. Dette var kostnadsposten service og støtte. Denne kostnadsposten utgjorde 2 154 166 436 kr (ca. 78% av de totale levetidskostnadene) i konsept B og 2 005 870 955 kr (ca. 82% av de totale levetidskostnadene) i konsept C. Dette kan ses på som en veldig høy prosentandel. Ved å gå inn i prosjektets nedbrytningsstruktur for å se hvor mesteparten av kostnadene ligger, for å muligens prøve å redusere den totale levetidskostnaden, bør man se på om det er muligheter for å redusere post 7. service og støtte.

I analysene kom det også frem at posten kapitalkostnader som blir gjenspeilet gjennom netto investeringskostnad, kun utgjorde en liten del av den totale levetidskostnaden.

Kapitalkostnaden utgjorde 215 784 165 kr (ca. 7,8%) i konsept B og 114 948 035 kr (ca. 4,7%) i konsept C.

Ved begynnelsen av casestudiet ble det opprettet tre mulige konsepter for prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter. Det ble tidlig funnet ut av ressursgruppen at konsept A var relativt likt konsept B, bare med enda høyere total investeringskostnad. Ressursgruppen valgte derfor å stryke konsept A, og ikke ta dette konseptet med videre i analysene.

Det ble videre utført analyser på konsept B og C. Ved resultatene på konsept B og C, viste de at levetidskostnaden i konsept C vil være 335 962 934 kr (ca. 13%) mindre enn i konsept B.

Hele netto investeringskostnaden til konsept C er på 118 257 984 kr, og gjør at man ved denne investeringen vil spare 335 962 934 kr på levetidskostnadene i forhold til konsept B. Dette vil si at investeringen som må gjøres i konsept C, kan ses på som gratis. Man vil i tillegg til å få investeringen "gratis", spare ca. 218 millioner i levetidskostnader, som utgjør en prosentandel av de totale levetidskostnadene i konsept C på ca. 8,9%.

De totale årskostnadene ble regnet ut til å være 121 868 998 kr i konsept B og 107 846 601 i konsept C.

Etter vurdering av konseptene i casestudiet Lyngdal Bo- og servicesenter, vil prioriteringen se slik ut:

1. Konsept C
2. Konsept B
3. Konsept A

Hvis man skal sammenligne om man bør fokusere på investeringskostnadene eller levetidskostnadene, kan man ut ifra resultatene se at investeringskostnadene kun står for ca. 7,8% av de totale kostnadene, mens resten av levetidskostnadene vil stå for ca. 92,2% i konsept B og ca. 4,7% mot de resterende ca. 95,3% i konsept C. Dette vil peke i retning av at det i dette casestudiet bør man ha et rimelig stort fokus på levetidskostnadene.

6.2 Evaluering av ressursgruppen og situasjonskartet

Ressursgruppen bør som beskrevet i kapittel 3.6 i teorien bestå av minst fire personer som har erfaring eller lignende erfaring fra tidligere prosjekter. I trinnvisprosessen vil estimeringene være basert på ressursgruppens subjektive vurderinger og erfaringer, samt nøkkeltall fra tidligere lignende prosjekter og statsbygg sine nøkkeltall. I dette casestudiet besto ressursgruppen av kun tre personer, hvorav kun to av dem hadde erfaring fra tidligere

prosjekter. Jeg var den tredje personen i ressursgruppen og som student satt jeg ikke inne med noe erfaring fra tidligere prosjekter. Det at ressursgruppen i casestudiet ikke oppfyller de anbefalte kravene fra teorien kan være med på å svekke oppgavens validitet og reliabilitet.

6.3 Evaluering av nedbrytningsstrukturen

Det ble som nevnt tidligere i oppgaven tatt en beslutning av ressursgruppen om å ikke bryte ned investeringskostnaden. Det ble heller besluttet å estimere et tripplestimat for den totale investeringskostnaden ut ifra ressursgruppens tidligere erfaringer, samt nøkkeltall. I og med at alle prosjekter er unike, kan det være lurt å gjøre en nedbrytning av investeringskostnaden på de ulike konseptene, for å få et mer nøyaktig estimat. Ressursgruppen valgte å begrunne sitt valg med at dette er i et tidlig stadium i prosjektet, og den unøyaktigheten som ligger der ved å ikke utføre en nedbrytning tidlig i prosjektet, ikke er veldig stor. I tidligfasen av prosjektet kan også en detaljert kalkulasjon være svært tidskrevende og mulig unødvendig. En mer grov kalkulasjon kan spare prosjektet for verdifull tid og penger.

Ressursgruppen gikk gjennom og diskutert flere ulike nedbrytningsstrukturer for levetidskostnadene i prosjektet. Valget av nedbrytningsstruktur landet på kontoplanen til NS 3454;2000. Grunnen til dette var fordi at dette er den nedbrytningsstrukturen som personene i ressursgruppen var kjent med fra tidligere og som i tillegg passet bra til prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter. Det var i tillegg denne nedbrytningsstrukturen som ble benyttet i LCCWeb, som også var et kjent analyseverktøy for ressursgruppen. Ved å benytte en nedbrytningsstruktur som ressursgruppen har erfaring med og vet hvordan fungerer, så vil det kunne være med på å styrke ressursgruppens validitet og reliabilitet.

Som nevnt i kapittel 5.7 ble det besluttet at tilleggspost 7 service- og støttekostnad skulle inkluderes i LCC analysene. Posten inneholdt lønn til service- og støttefunksjoner som sentralbord og kantine. Det ble også valgt å inkludere lønn til de ansatte i kjernevirksomheten i denne posten. Dette ble en viktig post med store kostnader, og var grunnen til at ressursgruppen valgte å inkludere den i LCC analysene. Det ble også konkludert med at selv om prioritetslisten i kapittel 5.7 viste at en videre prioritering av kostnadsnedbrytning bør være post 7, ble det funnet ut at denne posten ville vært vanskelig å gjøre en nedbrytning på. Det ble derfor bestemt å vise en nedbrytning av den posten som var nest øverst på prioritetslisten. Det var post 3 driftskostnader som var nest øverst, og ble derfor nedbrutt i

henhold til kontoplanen til NS 3454 på 2-sifret nivå. Ressursgruppens evaluering av dette valget var at det ikke alltid kan gjøres en videre nedbrytning av de postene som er øverst på prioritetslisten. Hvis den øverste posten på listen ikke kan brytes ned ytterligere, går man videre til neste post på listen, slik som det ble gjort her.

6.4 Evaluering av tripplestimatene

Tripplestimatene som ble estimert, ble gjort ved at ressursgruppen satt seg ned sammen og pratet og diskuterte seg frem til de ulike estimatene. Alle i ressursgruppen kunne komme med sine synspunkter og alle ble hørt. Datainnsamlingen ble gjort ved at jeg stilte spørsmål underveis, og lot ressursgruppen prate og diskutere mens jeg observerte. Jeg kom også med innspill underveis.

En av utfordringene her var at det allerede eksisterte en utformet kalkyle. Kalkylen var ikke blitt estimert ut ifra trippelanslag, men kun en mest sannsynlig estimering. Dette gjorde det vanskelig å estimere ytterpunktene i trippelanslagene først, slik som det anbefales i teorien. Ressursgruppen prøvde likevel å holde unna den estimerte kalkylen og vurdere ytterpunktene minimumsverdi og maksimumsverdi først. Det kan likevel være en fare for at den reelle usikkerheten knyttet de kostnadspostene ikke fremkom fullt ut.

Tripplestimatene ble estimert ut ifra 10/90 kvantiler på grunn av at det er svært vanskelig å forholde seg til 1/99 kvantiler. Ressursgruppen mente fra tidligere erfaringer at 1/99 kvantiler ikke er nødvendig, og 10/90 kvantilene er gode nok, siden 1/99 kvantilene sjeldent blir tatt helt ut.

I delkapittel 3.5.1 i teorien blir det forklart om trinnvis kalkulasjon. Kalkulasjonsprogrammet TRIKALK som jeg har benyttet meg av, tar utgangspunkt i formel 3.5 i teorien. Teorien sier videre at det er viktig at skjevhetsforholdet til tripplestimatene ikke blir for skjeve. Desto mer skjevhetsforholdet avviker fra normalen, desto større blir feilen av å anslå feil prosentkvantil.

Teorien forklarer videre at undersøkelser har indikert at valg av fordelingsfunksjon har liten påvirkning på sluttestimater. Usikkerheten ligger i de subjektive vurderingene som ressursgruppen har gjort, og det er også gjort en egen evaluering av ressursgruppen i kapittel 6.2.

Det blir likevel gjort en utregning av skjevhetsforholdet på alle tripplestimatene, for å evaluere tripplestimatenes reliabilitet fult ut. Utregningen er blitt gjort ved å bruke formel 3.7 fra teorien, og vises i vedlegg 7. Det var ingen av postene som var unormalt store og kunne være i fare for store feil i beregningene.

6.5 Anbefalinger for prosjektet

Prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter er et nytt prosjekt. Prosjektet er fortsatt i en tidlig fase hvor det prøves å finne ut at hvilket av de ulike konseptene som Lyngdal kommune bør gå for. På grunn av at prosjektet er i en tidlig fase, ble alle kostnadskalkylene gjort på et relativt grovt nivå. Resultatene i oppgaven viste de ulike kostnadene som vil følge prosjektet fra start og gjennom hele byggets levetid på de forskjellige konseptene. Resultatene var nokså klare på at det var konsept C som var det klart mest gunstige.

Anbefalinger for prosjektet blir basert på min intuitive forståelse av den teoretiske tilnærmingen og den empiriske forskningen som er blitt gjort.

De metoder og modeller som er blitt brukt i dette prosjektet ved estimering og beregning av kostnadskalkyler, ser ut til å ha blitt utført i henhold til den teoretiske tilnærmingen og fungert bra. Valg av hvilke metoder og modeller som passer best, varierer fra prosjekt til prosjekt. I prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter kunne det også ha blitt benyttet andre metoder og modeller, men de metodene og modellene som ble brukt, ser ut til å ha fungert veldig bra.

Anbefalingene fremover blir nå å gå for konsept C, og jobbe videre i prosjekteringsfasen med kun fokus på dette konseptet. Det anbefales så å jobbe grundigere med kostnadskalkylene og gjøre en mer detaljert kostnadsnedbrytning etter hvert utover i prosjekteringsfasen. Hvor detaljert kalkylen bør være kan variere, men det anbefales å bryte ned kostnadspostene til 2-sifret nivå, slik som det ble gjort på kostnadsposten driftskostnader.

7. Konklusjon

Det er ofte mye diskusjon rundt ulike prosjekter om at investeringskostnadene er alt for høye, og at man bør prøve å minimere investeringskostnadene. Hensikten med denne studien var å undersøke om man bør fokusere på investeringskostnaden eller levetidskostnaden.

Problemstillingen har vært styrende gjennom hele oppgaven, både teoretisk og empirisk.

Det ble i oppgaven brukt et casestudie fra et reelt byggeprosjekt av Lyngdal Bo- og servicesenter, for å forske på min problemstilling og komme med en konklusjon.

Prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter har nesten nettopp startet opp, og befinner seg i tidligfasen/prosjekteringsfasen. Det ble tidlig i prosjektet utarbeidet to ulike konsepter. Dette var konseptene A og B. Øystein Husefest Meland kom deretter inn i prosjektet, og sa at det må legges mer vekt på levetidskostnaden, og ikke bare på investeringskostnaden. Det ble på bakgrunn av dette også opprettet et konsept C, hvor fokuset lå mer på levetidskostnadene. Estimeringene og analysene ble gjort på grunnlag av disse tre konseptene.

Casestudiet ble gjennomført ved at det ble laget en ressursgruppe for prosjektet. Denne ressursgruppen satt seg deretter ned sammen og estimerte kostnadskalkyler for de ulike konseptene i prosjektet. Måten kostnadsestimeringen foregikk på var i stor grad ved nøkkeltall, ressursgruppens tidligere erfaring og subjektive vurderinger. Det blir også fremhevet i teorien at alle prosjekter er forskjellige og det finnes derfor ikke ett statistisk empirisk grunnlag for en bestemt kostnadskalkyle.

Casestudiet bygger på trinnvisprosessen og gjennomføringen av casestudiet er blitt gjort ved å følge stegene i prosessen. Det ble først laget et situasjonskart over prosjektet Lyngdal bo- og servicesenter hvor viktige faktorer for prosjektet ble identifisert, samt usikkerheten knyttet til dem. Dette var med på å gi ressursgruppen et overblikk over prosjektet og bakgrunnen for vurderingene som ble tatt i analysene, samt et supplement for å tolke resultatene. Det ble kommet frem til at den største usikkerheten lå i prosjektets kompleksitet og størrelse, og kostnadene knyttet til dette. Når dette var gjort, ble det sett på indre og ytre påvirkninger. Det ble her konkludert med at de fleste indre og ytre påvirkninger er faktorer som kan påvirke selve byggingen av bygget og går dermed på investeringskostnadene.

Neste steg var å velge en kalkyleinndeling/kostnadsnedbrytning som passet for prosjektet. Det ble konkludert med at det ikke var nødvendig med en nedbrytning av investeringskostnadene på et så tidlig stadiet i prosjektet, og at man kunne gjøre estimeringer ut ifra tidligere lignende prosjekter. På levetidskostnaden ble det derimot gjort en nedbrytning av kostnadene. Ulike nedbrytningsstrukturer ble diskutert og valget havnet på å bryte ned etter den gamle kontoplanen til NS 3454;2000. Det ble først gjort en kostnadsnedbrytning av de ulike funksjonsdelene på 1-sifret nivå etter kontoplanen. Prioritetslisten til for eksempel funksjonsdelen nybygg, viste at post 7 service og støtte sto for 93,8% av usikkerheten. Denne posten besto hovedsakelig kun av lønn til service- og støttefunksjoner som sentralbord og kantine, samt lønn til de ansatte i kjernevirksomheten, og var derfor ikke mulig å bryte ned. Det ble dermed gjort en videre nedbrytning av den nest største usikkerhetsposten som var driftskostnader, for å illustrere. Posten driftskostnader ble brutt ned på 2-sifret nivå etter kontoplanen. Etter dette ble det ikke gjort noe mer nedbrytning av levetidskostnadene.

Estimering av kostnadene var neste steg i prosessen. Her ble det estimert et tripplestimat på hver av kostnadspostene i den valgte nedbrytningsstrukturen til prosjektet. Tripplestimatene ble gjort ved at ressursgruppen satt seg ned sammen og snakket og diskuterte. Det ble også hentet inn og sett på nøkkeltall fra lignende tidligere prosjekter og fra statsbygg sine nøkkeltall.

I beregningene og analysene viste resultatene at netto investeringskostnad ble 235 498 250 kr i konsept A. Det ble ikke gjort noe usikkerhetsanalyse av dette konseptet, og kun et mest sannsynlig estimat. Resultatene viste videre at netto investeringskostnad var 215 381 568 kr for konsept B og 118 257 984 kr for konsept C. På begge disse konseptene ble det gjort usikkerhetsanalyser.

Resultatene viste også at posten kapitalkostnader som blir gjenspeilet gjennom netto investeringskostnad, kun utgjorde en liten del av den totale levetidskostnaden.

Kapitalkostnaden utgjorde 215 784 165 kr (ca. 7,8%) i konsept B, og 114 948 035 kr (ca. 4,7%) i konsept C.

Det ble videre utført analyser på konsept B og C. Ved resultatene på konsept B og C, viste de at levetidskostnaden i konsept C vil være 335 962 934 kr (ca. 13%) mindre enn i konsept B.

Hele netto investeringskostnad til konsept C er på 118 257 984 kr, og gjør at man ved denne investeringen vil spare 335 962 934 kr på levetidskostnadene i forhold til konsept B. Dette vil si at investeringen i konsept C, kan ses på som "gratis". Man vil i tillegg til å få investeringen "gratis" også spare ca. 218 millioner i levetidskostnader, som utgjør en prosentandel av de totale levetidskostnadene i konsept C på ca. 8,9%.

De totale årskostnadene ble så regnet ut til å være 121 868 998 kr i konsept B og 107 846 601 i konsept C.

Etter evalueringen av de ulike konseptene i casestudiet Lyngdal Bo- og servicesenter, vil en prioritering se slik ut:

1. Konsept C
2. Konsept B
3. Konsept A

Jeg kan ut ifra denne oppgaven konkludere med at investeringskostnaden står for under 10% av de totale kostnadene i prosjektets levetid. Den ble estimert til å være ca. 7,1% eller ca. 4,7%, avhengig av konseptvalg. Resten av kostnadene er levetidskostnader som pågår gjennom hele prosjektets levetid. Konklusjonen på problemstillingen blir da at fokuseringen bør ligge på levetidskostnadene. Det bør også selvfølgelig ligge litt fokus på investeringskostnaden, men det er de resterende levetidskostnadene som står for over 90% av de totale kostnadene og hovedfokuset bør dermed ligge her.

Det vil i de fleste prosjekter være normalt å prøve å minimere kostnadene så mye som mulig. Ved å gjøre dette bør fokuset ligge på levetidskostnadene. Man bør for eksempel ikke redusere investeringskostnadene ved å bygge billigere hvis levetidskostnadene dermed blir mye høyere.

Konklusjonen på problemstillingen i oppgaven er basert på dette ene casestudiet Lyngdal Bo- og servicesenter og gjelder nødvendigvis ikke for alle typer byggeprosjekter, men det bør generelt testes. Det kan ligge mye sparte kostnader i å rette fokuset mot levetidskostnaden.

8. Litteraturliste

- Askheim, O., & Grenness, T. (2008). *Kvalitative metoder for markedsføring og organisasjonsfag*. Oslo: Universitetsforl.
- Austeng, K., & Hugsted, R. (1993). *Kompendium om trinnvis kalkulasjon i bygg og anlegg*. Trondheim: Institutt for bygg- og anleggsteknikk, NTH.
- Austeng, K., Midtbø, J., Jordander, I., Magnussen, O., & Torp, O. (2005). *Usikkerhetsanalyse - Kontekst og grunnlag: Concept rapport Nr 10*. Trondheim: Concept-programmet, Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Austeng, K., Torp, O., Midtbø, J., Helland, V., & Jordanger, I. (2005). *Usikkerhetsanalyse - Metoder, Concept rapport Nr 12*. Trondheim: Concept-programmet, Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Bjørberg, S., Larsen, A., & Øiseth, H. (2007). *Livssyklus kostnader for bygninger: ISBN 82-91510-64-4*. Oslo: Norges Bygg- og Eiendomsforening.
- Boussabaine, A., & Kirkham, R. (2008). *Whole Life-Cycle Costing : Risk and Risk Responses*. Hoboken: Wiley.
- Byggforskserien. (2002). *624.010 Livssyklus kostnader for byggverk. Beregningseksempler*. SINTEF, Byggforsk.
- Byggforskserien. (2004). *700.307 Definisjoner, etablering og bruk av levetidsdata for bygg og bygningsdeler*. SINTEF, Byggforsk.
- Drevland, F. (2015). *Kostnadsestimering under usikkerhet, Concept Temahefte Nr. 4*. Trondheim: Concept-programmet, NTNU.
- Drevland, F., Austeng, K., & Torp, O. (2005). *Usikkerhetsanalyse: Modellering, estimering og beregning, Concept rapport Nr 11*. Trondheim: Concept-programmet, Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.
- Ellingham, I., & Fawcett, W. (2006). *New generation whole-life costing: property and construction decision-making under uncertainty*. London: Taylor & Francis.
- Esnault, M. (2005). *Prosjektoppstart : du har ikke tid til å ha det travelt*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Fabrycky, W. J., & Blanchard, B. S. (1991). *Life-cycle cost and economic analysis*. Englewood Cliffs: NJ, Prentice Hall.
- Gray, C., & Larson, E. (2008). *Project management : the managerial process*. Boston: McGraw-Hill.
- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet : en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Cappelen akademisk forl.
- Haugen, T. (2008). *Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygninger*. Trondheim: Tapir akademisk forl.
- Hellevik, O. (2002). *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*. Oslo: Universitetsforl.
- Jacobsen, D. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? : innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Johannessen, A., & Tufte, P. J. (2002). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt.
- Kerzner, H. (2009). *Project management : a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. Hoboken, N.J: Wiley.
- Kilde, H., & Husby, O. (1999). *Usikkerhet som gevinst : styring av usikkerhet i prosjekter : mulighet - risiko, beslutning, handling*. Trondheim: Norsk senter for prosjektledelse.
- Klakegg, O. (1993). *Trinnvis-prosessen*. Trondheim: Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole, Institutt for bygg- og anleggsteknikk.

- Kolltveit, B., & Reve, T. (1998). *Prosjekt : organisering, ledelse og gjennomføring*. Oslo: Tano Aschehoug.
- LCCWeb.no. (u.d.). Statsbygg & Forsvarsbygg.
- Lovdata. (1999). *Lov om offentlige anskaffelser [anskaffelsesloven]*.
- Meland, Ø. H. (2014). *Gjennomføringsmodeller, Lyngdalsmodellen: Brukerstyrt og kostnadseffektiv - hånd i hånd*.
- Norman, E., Brotherton, S., & Fried, R. (2011). *Work Breakdown Structures: The foundation for project management excellence*. Chichester: Wiley.
- PMI. (2004). *A guide to the Project Management Body of Knowledge*. Newtown Square: PA: Project Management Institute.
- Rolstadås, A., Olsson, N., Johansen, A., & Langelo, J. (2014). *Praktisk prosjektledelse : fra idé til gevinst*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfasen : valg av konsept*. Trondheim: Tapir akademisk forl.
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2013). *Research methods for business : a skill-building approach*. Chichester: Wiley.
- Standard Norge. (2000). *NS 3454 Livssyklus kostnader for byggverk : prinsipper og klassifisering*. Oslo: Standard Norge.
- Standard Norge. (2012). *NS 3424, Tilstandsanalyse av byggverk: Innhold og gjennomføring*. Lysaker: Standard Norge.
- Standard Norge. (2013). *NS 3454 Livssyklus kostnader for byggverk : prinsipper og klassifisering*. Oslo: Standard Norge.
- Torp, O., Drevland, F., & Austeng, K. (2015). *Prosess for kostnadsestimering under usikkerhet, Concept Temahefte Nr. 6*. Trondheim: Concept-programmet, NTNU.
- Westhagen, H., & Røine, E. (2008). *Prosjektarbeid : utviklings- og endringskompetanse*. Oslo: Gyldendal akademisk.

9. Vedlegg

Vedlegg 1 - NS 3454, 2013

Her er kostnadsklassifikasjonen fra NS 3454;2013 som har erstattet den gamle kontoplanen fra NS 3454;2000.

1 Anskaffelse og sluttverdi	2 Forvaltningskostnader	3 Drift- og vedlikeholdskostnader	4 Utskifting- og utviklingskostnader	5 Forsyningskostnader	6 Renholds-kostnader
11 Nybygg	21 Skatter og avgifter	31 Ettersyn og kontroll	41 Utskifting	51 Energi	61 Regelmessig renhold
12 Hoved-ombygging	22 Forsikringer	32 Forebyggende drift og vedlikehold	42 Utvikling	52 Vann og avløp	62 Periodisk renhold
13 Restverdi	23 Eiendomsledelse og administrasjon	33 Reparasjoner	43	53 Renovasjon	63 Rengjøringsrelaterte serviceoppgaver
14 Restkostnad	24	34	44	54	64
15	25	35	45	55	65
16	26	36			
17	27	37			
18	28	38			
19	29	39			

Tabell A.1 – Tilleggsposter

7 Service-/støttekostnad til kjernevirksomheten	8 Virksomhetsspesifikke kostnader	9 Ledig
71 Vakt og sikkerhet	81	91
72 Sentralbord- og resepsjonstjenester	82	92
73 Kantine-/cateringjeneste	83	93
74 Møbler og inventar	84	94
75 Flytting/rokking arbeidsplasser	85	95
76 Tele- og IT-tjenester	86	96
77 Post- og budtjeneste	87	97
78 Rekvizita- og kopieringstjeneste	88	98
79 Administrativ støtte	89	99

Vedlegg 2 – Endringene fra NS 3454;2000 til NS 3454;2013

Her er endringene illustrert fra NS 3454;2000 til NS 3454;2013. Den øverste kostnadsoppstillingen er fra NS 3454;2000, mens den nederste kostnadsoppstillingen er fra NS 3454;2013 (NBEF):

1 Kapital-kostnader	2 Forvaltnings-kostnader	3 Drifts-kostnader	4 Vedlikeholds-kostnader	5 Utviklings-kostnader	6 Ledig	7 Service-/støttekostnad til kjernevirksomheten
10 (Ledig)	20 (Ledig)	30 (Ledig)	40 (Ledig)	50 (Ledig)	60 (Ledig)	70 (Ledig)
11 Prosjektkostnader	21 Skatter og avgifter	31 Løpende drift	41 Planlagt vedlikehold	51 Løpende ombygging	61	71 Administrativ kontorledelse
12 Restkostnad	22 Forsikringer	32 Renhold	42 Utskiftinger	52 Offentlige krav og pålegg	62	72 Sentralbord- og resepsjonstjeneste
13	23 Administrasjon	33 Energi	43	53 Oppgradering	63	73 Kantine-/cateringstjeneste
14	24	34 Vann og avløp	44	54	64	74 Møbler og inventar
15	25	35 Avfallshåndtering	45	55	65	75 Flytting/rokking arbeidsplasser
16	26	36 Vakt og sikring	46	56	66	76 Tele- og IT-tjenester
17	27	37 Utendørs	47 Utendørs	57 Utendørs	67	77 Post- og budtjeneste
18	28	38	48	58	68	78 Rekvizita- og kopieringstjeneste
19 Diverse	29 Diverse	39 Diverse	49 Diverse	59 Diverse	69	79 Diverse

1 Anskaffelse og sluttverdi	2 Forvaltnings-kostnader	3 Drift- og vedlikeholds-kostnader	4 Utskiftning- og utviklings-kostnader	5 Forsynings-kostnader	6 Renholds-kostnader	7 Service-/støttekostnad til kjernevirksomheten
11 Nybygg	21 Skatter og avgifter	31 Ettersyn og kontroll	41 Utskifting	51 Energi	61 Regelmessig renhold	71 Vakt og sikkerhet
12 Hoved-ombygging	22 Forsikringer	32 Forebyggende drift og vedlikehold	42 Utvikling	52 Vann og avløp	62 Periodisk renhold	72 Sentralbord- og resepsjonstjeneste
13 Restverdi	23 Eiendomsledelse og administrasjon	33 Reparasjoner	43	53 Renovasjon	63 Rengjørings-relaterte serviceoppgaver	73 Kantine-/cateringstjeneste
14 Restkostnad	24	34	44	54	64	74 Møbler og inventar
						75 Flytting/rokking arbeidsplasser
						76 Tele- og IT-tjenester
						77 Post- og budtjeneste
						78 Rekvizita- og kopieringstjeneste
						79 Administrativ støtte

Det er foretatt ny inndeling for kostnadsklassifisering hvorav endringene blant annet er (NBEF):

- Drift (teknisk drift) og vedlikehold er samlet i en hovedpost (3).
- Utskiftning og utvikling er samlet i en hovedpost (4).
- Forsyning (inkludert energi) og renhold er skilt ut som egne hovedposter (5,6).

VEDLEGG 3 – Tripplestimat

Her er tripplestimatene som ble estimert av ressursgruppen. Estimatenes er beregnet ut ifra de ulike funksjonsdelene som tilhører konseptene B og C. Estimatenes ble estimert på grunnlag erfaring, subjektive vurderinger og nøkkeltall fra Statsbygg. Estimatenes ble gjort i m², og deretter ganget opp med funksjonsdelenes bruttoareal. Det er også vist en tabell hvor funksjonsdelene ombygging/rehabilitering og tilbygg er lagt sammen til konsept B.

Funksjonsdelen nybygg vil derimot være lik som konsept C.

Ombygging og rehabilitering av eksisterende bygg						
	Minimum (Kr/m²/år)		Mest sannsynlig (Kr/m²/år)		Maksimum (Kr/m²/år)	
1 Kapitalkostnader						
1.1 Prosjektkostnader	kr	10 500,00	kr	13 280,00	kr	15 660,00
2 Forvaltningskostnader	kr	31,00	kr	42,00	kr	62,00
3.1 Løpende drift	kr	125,00	kr	140,00	kr	170,00
3.2 Renhold	kr	180,00	kr	200,00	kr	240,00
3.3 Energi	kr	135,00	kr	150,00	kr	180,00
3.4 Vann og avløp	kr	18,00	kr	20,00	kr	24,00
3.5 Avfallshåndtering	kr	36,00	kr	40,00	kr	48,00
3.6 Vakt og sikring	kr	18,00	kr	20,00	kr	24,00
3.7 Utendørs						
4 Vedlikeholdskostnader	kr	200,00	kr	220,00	kr	265,00
5 Utviklingskostnader	kr	208,00	kr	311,00	kr	415,00
7 Service- og støttetekstnad	kr	5 200,00	kr	5 833,00	kr	7 000,00
Totale årskostnader	kr	6 151,00	kr	6 976,00	kr	8 428,00

	Minimum (Kr/år)		Mest sannsynlig (Kr/år)		Maksimum (Kr/år)	
1 Kapitalkostnader	kr	4 760 959,00	kr	6 012 690,00	kr	7 105 735,00
1.1 Prosjektkostnader	kr	98 500 500,00	kr	124 579 680,00	kr	146 906 460,00
2 Forvaltningskostnader	kr	290 811,00	kr	394 002,00	kr	581 622,00
3.1 Løpende drift	kr	1 172 625,00	kr	1 313 340,00	kr	1 594 770,00
3.2 Renhold	kr	1 688 580,00	kr	1 876 200,00	kr	2 251 440,00
3.3 Energi	kr	1 266 435,00	kr	1 407 150,00	kr	1 688 580,00
3.4 Vann og avløp	kr	168 858,00	kr	187 620,00	kr	225 144,00
3.5 Avfallshåndtering	kr	337 716,00	kr	375 240,00	kr	450 288,00
3.6 Vakt og sikring	kr	168 858,00	kr	187 620,00	kr	225 144,00
3.7 Utendørs						
4 Vedlikeholdskostnader	kr	1 876 200,00	kr	2 063 820,00	kr	2 485 965,00
5 Utviklingskostnader	kr	1 951 248,00	kr	2 917 491,00	kr	3 893 115,00
7 Service- og støttetekstnad	kr	48 781 200,00	kr	54 719 373,00	kr	65 667 000,00
Totale årskostnader	kr	62 463 490,00	kr	71 454 546,00	kr	86 168 803,00

Tilbygg til eksisterende

	Minimum (Kr/m2/år)	Mest sannsynlig (Kr/m2/år)	Maksimum (Kr/m2/år)
1 Kapitalkostnader			
1.1 Prosjektkostnader	kr 17 880,00	kr 20 800,00	kr 27 880,00
2 Forvaltningskostnader	kr 49,00	kr 65,00	kr 98,00
3.1 Løpende drift	kr 80,00	kr 120,00	kr 150,00
3.2 Renhold	kr 125,00	kr 160,00	kr 200,00
3.3 Energi	kr 110,00	kr 130,00	kr 200,00
3.4 Vann og avløp	kr 15,00	kr 20,00	kr 25,00
3.5 Avfallshåndtering	kr 30,00	kr 40,00	kr 55,00
3.6 Vakt og sikring	kr 10,00	kr 20,00	kr 40,00
3.7 Utendørs			
4 Vedlikeholdskostnader	kr 125,00	kr 160,00	kr 250,00
5 Utviklingskostnader	kr 156,00	kr 233,00	kr 311,00
7 Service- og støttetekostnad	kr 4 500,00	kr 5 625,00	kr 7 500,00
Totale årskostnader	kr 5 200,00	kr 6 573,00	kr 8 829,00

	Minimum (Kr/år)	Mest sannsynlig (Kr/år)	Maksimum (Kr/år)
1 Kapitalkostnader	kr 2 926 859,00	kr 3 437 623,00	kr 4 541 390,00
1.1 Prosjektkostnader	kr 63 277 320,00	kr 73 611 200,00	kr 98 667 320,00
2 Forvaltningskostnader	kr 173 411,00	kr 230 035,00	kr 346 822,00
3.1 Løpende drift	kr 283 120,00	kr 424 680,00	kr 530 850,00
3.2 Renhold	kr 442 375,00	kr 566 240,00	kr 707 800,00
3.3 Energi	kr 389 290,00	kr 460 070,00	kr 707 800,00
3.4 Vann og avløp	kr 53 085,00	kr 70 780,00	kr 88 475,00
3.5 Avfallshåndtering	kr 106 170,00	kr 141 560,00	kr 194 645,00
3.6 Vakt og sikring	kr 35 390,00	kr 70 780,00	kr 141 560,00
3.7 Utendørs			
4 Vedlikeholdskostnader	kr 442 375,00	kr 566 240,00	kr 884 750,00
5 Utviklingskostnader	kr 552 084,00	kr 824 587,00	kr 1 100 629,00
7 Service- og støttetekostnad	kr 15 925 500,00	kr 19 906 875,00	kr 26 542 500,00
Totale årskostnader	kr 21 329 659,00	kr 26 699 470,00	kr 35 787 221,00

Ombygging/rehab + tilbygg

	Minimum (Kr/år)	Mest sannsynlig (Kr/år)	Maksimum (Kr/år)
1 Kapitalkostnader	kr 7 687 818,00	kr 9 450 313,00	kr 11 647 125,00
1.1 Prosjektkostnader	kr 161 777 820,00	kr 198 190 880,00	kr 245 573 780,00
2 Forvaltningskostnader	kr 464 222,00	kr 624 037,00	kr 928 444,00
3.1 Løpende drift	kr 1 455 745,00	kr 1 738 020,00	kr 2 125 620,00
3.2 Renhold	kr 2 130 955,00	kr 2 442 440,00	kr 2 959 240,00
3.3 Energi	kr 1 655 725,00	kr 1 867 220,00	kr 2 396 380,00
3.4 Vann og avløp	kr 221 943,00	kr 258 400,00	kr 313 619,00
3.5 Avfallshåndtering	kr 443 886,00	kr 516 800,00	kr 644 933,00
3.6 Vakt og sikring	kr 204 248,00	kr 258 400,00	kr 366 704,00
3.7 Utendørs			
4 Vedlikeholdskostnader	kr 2 318 575,00	kr 2 630 060,00	kr 3 370 715,00
5 Utviklingskostnader	kr 2 503 332,00	kr 3 742 078,00	kr 4 993 744,00
7 Service- og støttetekostnad	kr 64 706 700,00	kr 74 626 248,00	kr 92 209 500,00
Totale årskostnader	kr 83 793 149,00	kr 98 154 016,00	kr 121 956 024,00

Nybygg			
	Minimum (Kr/m2/år)	Mest sannsynlig (Kr/m2/år)	Maksimum (Kr/m2/år)
1 Kapitalkostnader			
1.1 Prosjektkostnader	kr 9 456,00	kr 13 500,00	kr 18 377,00
2 Forvaltningskostnader	kr 51,00	kr 68,00	kr 101,00
3.1 Løpende drift	kr 80,00	kr 120,00	kr 150,00
3.2 Renhold	kr 125,00	kr 160,00	kr 200,00
3.3 Energi	kr 110,00	kr 130,00	kr 200,00
3.4 Vann og avløp	kr 15,00	kr 20,00	kr 25,00
3.5 Avfallshåndtering	kr 30,00	kr 40,00	kr 55,00
3.6 Vakt og sikring	kr 10,00	kr 20,00	kr 40,00
3.7 Utendørs			
4 Vedlikeholdskostnader	kr 125,00	kr 160,00	kr 250,00
5 Utviklingskostnader	kr 156,00	kr 233,00	kr 311,00
7 Service- og støttkostnad	kr 5 400,00	kr 6 046,00	kr 7 200,00
Totale årskostnader	kr 6 102,00	kr 6 997,00	kr 8 532,00

	Minimum (Kr/år)	Mest sannsynlig (Kr/år)	Maksimum (Kr/år)
1 Kapitalkostnader	kr 3 515 081,00	kr 5 018 358,00	kr 6 831 286,00
1.1 Prosjektkostnader	kr 109 084 416,00	kr 155 736 000,00	kr 211 997 072,00
2 Forvaltningskostnader	kr 588 336,00	kr 784 448,00	kr 1 165 136,00
3.1 Løpende drift	kr 922 880,00	kr 1 384 320,00	kr 1 730 400,00
3.2 Renhold	kr 1 442 000,00	kr 1 845 760,00	kr 2 307 200,00
3.3 Energi	kr 1 268 960,00	kr 1 499 680,00	kr 2 307 200,00
3.4 Vann og avløp	kr 173 040,00	kr 230 720,00	kr 288 400,00
3.5 Avfallshåndtering	kr 346 080,00	kr 461 440,00	kr 634 480,00
3.6 Vakt og sikring	kr 115 360,00	kr 230 720,00	kr 461 440,00
3.7 Utendørs			
4 Vedlikeholdskostnader	kr 1 442 000,00	kr 1 845 760,00	kr 2 884 000,00
5 Utviklingskostnader	kr 1 799 616,00	kr 2 687 888,00	kr 3 587 696,00
7 Service- og støttkostnad	kr 62 294 400,00	kr 69 746 656,00	kr 83 059 200,00
Totale årskostnader	kr 73 907 753,00	kr 85 735 750,00	kr 105 256 438,00

VEDLEGG 4 – Tilskudd

Her vises tilskuddene fra Husbanken på hvert av tripplestimatene for hvert konsept. I konsept A ble det kun gjort et mest sannsynlig estimat, mens i konsept B og C vises det på tripplestimater. Det ble gitt 20% tilskudd i konsept A og B, og 50% tilskudd i konsept C.

Tilskudd konsept A					
Mest sannsynlig estimat	BTA	Bruttoinvestering	Bruttoinvestering	Tilskudd	Netto Investering
	[m2]	[Kr/m2]	[Kr]	[20%]	[Kr]
				0,2	
Ombygging/Rehab	9 381	15 000	140 715 000		140 715 000
Tilbygg	3 539	28 000	99 092 000	19 818 400	79 273 600
Nybygg					
Sum investeringskostnad					219 988 600
Leie av provisoriske lokaler					27 500 000
Kalkylekost ekskl mva					247 488 600

Tilskudd konsept B					
Minimum estimat	BTA	Bruttoinvestering	Bruttoinvestering	Tilskudd	Netto Investering
	[m2]	[Kr/m2]	[Kr]	[20%]	[Kr]
				0,2	
Ombygging/rehab	9 381	13 125	123 125 625	24 625 125	98 500 500
Tilbygg	3 539	22 350	79 096 650	15 819 330	63 277 320
Nybygg					
Sum investeringskostnad			202 222 275	40 444 455	161 777 820
Leie av provisoriske lokaler					27 500 000
Kalkylekost ekskl mva					189 277 820

Tilskudd konsept B					
Mest sannsynlig estimat	BTA	Bruttoinvestering	Bruttoinvestering	Tilskudd	Netto Investering
	[m2]	[Kr/m2]	[Kr]	[20%]	[Kr]
				0,2	
Ombygging/rehab	9 381	16 600	155 724 600	31 144 920	124 579 680
Tilbygg	3 539	26 000	92 014 000	18 402 800	73 611 200
Nybygg					
Sum investeringskostnad			247 738 600	49 547 720	198 190 880
Leie av provisoriske lokaler					27 500 000
Kalkylekost ekskl mva					225 690 880

Tilskudd konsept B					
Maksimum estimat	BTA	Bruttoinvestering	Bruttoinvestering	Tilskudd	Netto Investering
	[m2]	[Kr/m2]	[Kr]	[20%]	[Kr]
				0,2	
Ombygging/rehab	9 381	19 575	183 633 075	36 726 615	146 906 460
Tilbygg	3 539	34 850	123 334 150	24 666 830	98 667 320
Nybygg					
Sum investeringskostnad			306 967 225	61 393 445	245 573 780
Leie av provisoriske lokaler					27 500 000
Kalkylekost ekskl mva					273 073 780

Tilskudd konsept C					
Minimum estimat	BTA	Bruttoinvestering	Bruttoinvestering	Tilskudd	Netto Investering
	[m2]	[Kr/m2]	[Kr]	[50%]	[Kr]
				0,5	
Ombygging/rehab					
Tilbygg					
Nybygg	11 536	18 912	218 168 832	109 084 416	109 084 416
Sum investeringskostnad					
Leie av provisoriske lokaler					
Kalkylekost ekskl mva					109 084 416

Tilskudd konsept C					
Mest sannsynlig estimat	BTA	Bruttoinvestering	Bruttoinvestering	Tilskudd	Netto Investering
	[m2]	[Kr/m2]	[Kr]	[50%]	[Kr]
				0,5	
Ombygging/rehab					
Tilbygg					
Nybygg	11 536	27 000	311 472 000	155 736 000	155 736 000
Sum investeringskostnad					
Leie av provisoriske lokaler					
Kalkylekost ekskl mva					155 736 000

Tilskudd konsept C					
Maksimum estimat	BTA	Bruttoinvestering	Bruttoinvestering	Tilskudd	Netto Investering
	[m2]	[Kr/m2]	[Kr]	[50%]	[Kr]
				0,5	
Ombygging/rehab					
Tilbygg					
Nybygg	11 536	36 754	423 994 144	211 997 072	211 997 072
Sum investeringskostnad					
Leie av provisoriske lokaler					
Kalkylekost ekskl mva					211 997 072

VEDLEGG 5 – Refundert MVA

Her vises refundert MVA på de ulike konseptene. Alle konseptene får 100% refundert MVA fra staten på grunn av at det er et offentlig prosjekt. Det blir i tillegg gitt refundert MVA fra Husbanken. Her blir samme prosentdel som tilskuddene gitt for hvert konsept. Det vil si at konsept A og B får 20% refundert MVA fra Husbanken, mens konsept C får 50%.

Refundert MVA konsept A					
	Investeringskostnad uten tilskudd	MVA [25%] 0,25	Refundert MVA fra Staten [100%] 1	Refundert MVA fra Husbanken [20%] 0,2	Tot. MVA refundert
Ombygging/rehab:					
Mest sannsynlig	140 715 000	35 178 750	35 178 750	7 035 750	42 214 500
Tilbygg:					
Mest sannsynlig	99 092 000	24 773 000	24 773 000	4 954 600	29 727 600
Total alternativ A:					
Mest sannsynlig	239 807 000	59 951 750	59 951 750	11 990 350	71 942 100

Refundert MVA konsept B					
	Investeringskostnad uten tilskudd	MVA [25%] 0,25	Refundert MVA fra Staten [100%] 1	Refundert MVA fra Husbanken [20%] 0,2	Tot. MVA refundert
Ombygging/rehab:					
Minimum	123 125 625	30 781 406	30 781 406	6 156 281	36 937 688
Mest sannsynlig	155 724 600	38 931 150	38 931 150	7 786 230	46 717 380
Maksimum	183 633 075	45 908 269	45 908 269	9 181 654	55 089 923
Tilbygg:					
Minimum	79 096 650	19 774 163	19 774 163	3 954 833	23 728 995
Mest sannsynlig	92 014 000	23 003 500	23 003 500	4 600 700	27 604 200
Maksimum	123 334 150	30 833 538	30 833 538	6 166 708	37 000 245
Total alternativ B:					
Minimum	202 222 275	50 555 569	50 555 569	10 111 114	60 666 683
Mest sannsynlig	247 738 600	61 934 650	61 934 650	12 386 930	74 321 580
Maksimum	306 967 225	76 741 806	76 741 806	15 348 361	92 090 168

Refundert MVA konsept C					
	Investeringskostnad uten tilskudd	MVA	Refundert MVA fra Staten	Refundert MVA fra Husbanken	Tot. MVA refundert
		[25%] 0,25	[100%] 1	[50%] 0,5	
Nybygg:					
Minimum	218 168 832	54 542 208	54 542 208	27 271 104	81 813 312
Mest sannsynlig	311 472 000	77 868 000	77 868 000	38 934 000	116 802 000
Maksimum	423 994 144	105 998 536	105 998 536	52 999 268	158 997 804

VEDLEGG 6 – Leie av provisoriske lokaler

Andelen av bruttoinvesteringen til hvert av funksjonsdelene i konsept B, utgjorde ca. 60% i ombygging/rehabilitering og ca. 40% i tilbygg. Det ble dermed gått ut ifra disse prosentene når kostnaden til leie av provisoriske lokaler skulle fordeles til hver av funksjonsdelene. I alternativ C var det ingen kostnader på leie av provisoriske lokaler. Her kunne de eksisterende beboerne fortsette å bo i det gamle bygget, mens nybygget ble bygget.

Leie av provisoriske lokaler		
	Andel av bruttoinvesteringen	Leie av provisoriske lokaler
	[%]	[Kr]
<u>Ombygging/rehab:</u>		
Minimum	60 %	13 200 000
Mest sannsynlig	60 %	16 500 000
Maksimum	60 %	19 800 000
<u>Tilbygg:</u>		
Minimum	40 %	8 800 000
Mest sannsynlig	40 %	11 000 000
Maksimum	40 %	13 200 000
<u>Totalt:</u>		
Minimum	100 %	22 000 000
Mest sannsynlig	100 %	27 500 000
Maksimum	100 %	33 000 000

VEDLEGG 7 – Skjevhetsforhold

Her blir skjevhetsforholdene regnet ut med hensyn på formel 3.7 i teorien. På prosjektkostnaden er den endelige netto investeringskostnaden benyttet i utregningen. Prosjektkostnaden er regnet ut ifra den endelige netto investeringskostnaden som ble vist i kapittel 5.8.

Skjevhetsforhold			
	Ombygging/rehab	Tilbygg	Nybygg
1 Kapitalkostnader	0,87	2,16	1,21
1.1 Prosjektkostnader	0,87	2,16	1,21
2 Forvaltningskostnader	1,82	2,06	1,94
3.1 Løpende drift	2,00	0,75	0,75
3.2 Renhold	2,00	1,14	1,14
3.3 Energi	2,00	3,5	3,50
3.4 Vann og avløp	2,00	1	1,00
3.5 Avfallshåndtering	2,00	1,5	1,50
3.6 Vakt og sikring	2,00	2	2,00
3.7 Utendørs			
4 Vedlikeholdskostnader	2,25	2,57	2,57
5 Utviklingskostnader	1,01	1,01	1,01
7 Service- og støttekostnad	1,84	1,67	1,79
Total	1,80	1,76	1,67

Vedlegg 8 - Refleksjonsnotat

Bygg- og eiendomsbransjen har gjennom årene lagt stort fokus på investeringskostnaden ved ulike investeringsprosjekter. Det ble allerede på 70-tallet utviklet metoder for beregning av levetidskostnader. Analysen for levetidskostnadene har gjennom årene blitt revidert og forbedret. Det er også utarbeidet ulike dataverktøy for LCC analyse. Likevel ligger ofte fokuset i bygge- og eiendomsbransjen på investeringskostnaden.

Denne oppgaven vil dermed prøve å belyse om fokuset bør ligge på investeringskostnaden eller levetidskostnaden i investeringsprosjekter. Det vil bli gjennomgått både en teoretisk tilnærming og en empirisk forskning (casestudie).

Oppgaven omhandler usikkerhetsanalyse av kostnader, og det ble brukt et reelt byggeprosjekt fra Lyngdal kommune som casestudie for den empiriske forskningen. Dette casestudiet var prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter. Det ble sammenlignet ulike konsepter for prosjektet. Det ble også sett på investeringskostnaden og levetidskostnaden, og gjort en sammenligning av dem.

Jeg kan ut ifra denne oppgaven konkludere med at investeringskostnaden står for under 10% av de totale kostnadene i prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter. Resten av kostnadene er levetidskostnader som pågår gjennom hele prosjektets levetid. Konklusjonen på problemstillingen blir da at fokuseringen bør ligge på levetidskostnadene. Det bør også selvfølgelig ligge litt fokus på investeringskostnaden, men det er de resterende levetidskostnadene som står for over 90% av de totale kostnadene og hovedfokuset bør dermed ligge her.

Det vil i de fleste prosjekter være normalt å prøve å minimere kostnadene så mye som mulig. Ved å gjøre dette bør fokuset ligge på levetidskostnadene. Man bør for eksempel ikke redusere investeringskostnadene ved å bygge billigere hvis levetidskostnadene dermed blir mye høyere.

Konklusjonen på problemstillingen i oppgaven er basert på dette ene casestudiet Lyngdal Bo- og servicesenter og gjelder nødvendigvis ikke for alle typer byggeprosjekter, men det bør generelt testes. Det kan ligge mye sparte kostnader i å rette fokuset mot levetidskostnaden.

Internasjonale påvirkninger

Ved stadig større internasjonalt fokus på miljø og fremtidsrettede bygninger, vil den norske bygg- og anleggsbransjen bli påvirket. Bedre bygningsplanløsninger vil gjøre at levetiden blir lengre og det slites mindre på miljøet. Ved å fokusere på materialvalg, energi, miljø, drift og vedlikehold, vil det ofte være kostnader å spare gjennom det totale prosjektet. Det kan føre til at det fremover vil bli mindre fokus på investeringskostnaden og heller bygge litt langtidsrettet.

I prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter, vil disse internasjonale påvirkningene være med på å sette fokuset på en fremtidsrettet bygning med bedre planløsninger. Dette kan også være med på å redusere levetidskostnadene i prosjektet.

Innovasjon

I den norske bygg- og anleggsbransjen blir investeringskostnadene ofte satt i fokus. Det er så stort fokus på at investeringskostnaden ikke skal bli for stor, at man glemmer å se på levetiden av prosjektet, og hvilke kostnader som medfølger etter byggets ferdigstillelse. Ved å tenke mer på levetidskostnadene, og ved innovative løsninger kan det være kostnader å spare.

Ved å se på prosjekter Lyngdal Bo- og servicesenter, var det først utarbeidet ulike konsepter som fokuserte mesteparten på investeringskostnaden. Det ble deretter utarbeidet et nytt innovativt konsept hvor levetidskostnadene sto i fokus. Resultatene i oppgaven viste at ved dette innovative konseptet, vil det være store kostnader å spare.

Ansvar

Alle grupper, individer, organisasjoner osv. som blir leid inn i prosjektet, har et etisk ansvar ovenfor prosjektet og byggherre om å ikke gjøre uetiske handlinger som kan være med å ødelegge for prosjektet.

I prosjektet Lyngdal Bo- og servicesenter ble Kruse Smith med samarbeidspartnere valgt som entreprenør. De vil dermed ha et ansvar ovenfor prosjektet og Lyngdal kommune om å utføre dette prosjektet på en best mulig måte, og ikke sabotere eller gjøre minst mulig ved å levere ett dårlig produkt eller tjeneste.