

# BACHELOROPPGAVE

|  |   |
|--|---|
| BACHELOROPPGAVENS TITTEL<br><br>BIM som kalkulasjonsgrunnlag i utførelsesentrepriser                           | DATO<br><br>26.05.2023                      |
|  | ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG<br><br>75 / 0 |
| FORFATTERE: Tollef Hallgren Sandvik<br>Andreas Sandnes Skarseth<br>Adrian Sæbø Sherifi<br>Oskar Frantzen Holte | VEILEDER<br><br>Kamalan Rashasingham        |

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| UTFØRT I SAMARBEID MED<br><br>Moderne Byggfornyelse AS | KONTAKTPERSON<br><br>Nadine Wendler |
|--|-------------------------------------|

|  |
|--|
| <p><b>SAMMENDRAG</b></p> <p>Med voksende digitalisering av bygge-, anleggs- og eiendomsbransjen er det viktig at hvert aspekt av BIM utvikles og anvendes for å effektivisere de forskjellige fasene i et prosjekt. Det finnes metoder hvor en BIM-modell kan anvendes i kalkulasjon av kostander i prosjekt, men man er fortsatt avhengig av en del manuelt arbeid i kalkuleringen for å få til dette.</p> <p>I denne oppgaven ønsker vi å utforske muligheten for å estimere prosjektkostnader ved helautomatisk prising utledet fra en BIM-modell, og hva som eventuelt må til for at dette skal være mulig. I tillegg gir dette oss et innblikk i hvordan modelleringspraksisen i bransjen er per dags dato, og i hvilken grad ulike aktører legger verdi i utviklingen av BIM-modeller.</p> <p>For å få innblikk i dette har vi valgt å undersøke et ombyggingsprosjekt, og prosjektets vedlagte IFC, XML og beskrivelse.</p> <p>Konklusjonen er at IFC-modeller ikke egner seg som enkeltstående kalkulasjonsgrunnlag for utførelsesentrepriser.</p> |
|--|

|             |
|-------------|
| 3 STIKKORD  |
| BIM         |
| Kalkulasjon |
| Entreprise  |

## **Forord**

Denne oppgaven er utført ved Bygglinjen ved OsloMet, som avsluttende arbeid for Bachelorstudium, våren 2023. Oppgaven er skrevet i samarbeid med Moderne Byggfornyelse AS. Vi har valgt denne oppgaven for å få bedre kjennskap til dagens bruk av BIM i kalkulasjonsfasen.

Rapportens målgruppe er både studenter og aktører i byggebransjen som allerede innehar en viss forståelse for sammenhenger i bransjens anbuds- og anskaffelsesprosedyrer, og som ønsker å få et innblikk i hvordan mulighetene for automatisk prising er med dagens medfølgende konkurranseunderlag i offentlige anskaffelser.

Vi ønsker å takke Moderne Byggfornyelse AS for samarbeidet med utvelgelse av relevant prosjekt, og detaljert sammenligningsgrunnlag til våre resultater.

Til slutt ønsker vi å rette en stor takk til veilederen vår Kamalan Rashasingham ved OsloMet, for god veiledning og nyttige innspill gjennom konstruktive tilbakemeldinger.

Oslo, mai 2023



Tollef H. Sandvik



Andreas S. Skarseth



Adrian S. Sherifi



Oskar F. Holte

## **Sammendrag**

Med voksende digitalisering i bygge-, anleggs- og eiendomsbransjen finnes det et stort potensial ved utnyttelse av BIM-baserte løsninger for mange faser og aspekter i ulike prosjekter. Det finnes i dag metoder hvor BIM-modeller anvendes til kalkulasjon av kostander i prosjekter, men det kan stilles spørsmål til i hvilken grad en kan stole på resultatet av kalkulasjonen som automatisk kommer fra modellen. For å ha større tillit til resultatet bør entreprenøren derfor i tillegg utføre «tradisjonell kalkulasjon», for å kontrollere om en kan stole på resultatet av den automatiske kalkulasjonen.

Denne oppgaven omhandler mulighetene for estimering av prosjektkostnader ved helautomatisk prising av en BIM-modell for utførelsesentrepriser, og hva som eventuelt må til for at dette skal være mulig. I tillegg gir oppgaven et innblikk i modelleringspraksisen i et tilfeldig valgt prosjekt, og i hva ulike aktører oppnår ved bruk av BIM-modeller i ulike deler av kalkulasjons- og anbudsprosessen.

Denne oppgaven har undersøkt et ombyggingsprosjekt. Prosjektets vedlagte IFC-modell, XML-fil og detaljbeskrivelse ble gjennomgått. Oppgaven var avgrenset til norske prosjekter, med utførelsesentrepriser basert på NS 8405 og NS 8406. Prosjektene ble publisert i den nasjonale kunngjøringsdatabasen for offentlige anskaffelser, Doffin.

Ved innhenting av prosjekt fant vi et prosjekt som var aktuelt for Moderne Byggfornyelse AS (MBF), samtidig som det også egnet seg for oppgavens casestudie. *Skøyenkroken 11* ble kunngjort i Doffin som en utførelsesentreprise med NS 8405-kontrakt, med en estimert totalverdi på 18 millioner norske kroner. Prosjektet *Skøyenkroken 11* gikk ut på å bygge om eksisterende næringslokaler til boligformål for Boligbygg Oslo KF. Samarbeidet med MBF gjorde det mulig for oss å sammenligne deres tilbudssum med våre resultater fra automatisk prising av det samme prosjektet.

Casestudiet gikk ut på å fremstille to automatisk genererte kalkyler av *Skøyenkroken 11* ved hjelp av Holte SmartKalk. Én kalkyle basert på prosjektets medfølgende XML-fil og én basert på IFC-filen. Deretter ble disse resultatene nøye gjennomgått for å kontrollere og sammenligne verdiene opp mot den manuelt produserte prisen fra MBF. I tillegg ble funnene evaluert opp mot delsummer og totalsummer fra de øvrige tilbyderne i konkurransen. Datagrunnlaget for øvrige tilbydere ble innhentet gjennom offentlig innsyn i konkurransedokumentene.

Funnene i casestudien viste at underlaget for *Skøyenkroken 11* hadde flere feil og mangler. Det ville ikke vært forsvarlig å benytte IFC-modellen som selvstendig kalkulasjonsgrunnlag med automatisk generering av priser. Automatisk prising av XML-filen fungerte heller ikke i tilstrekkelig grad. Mulighetene ved berikelse eller "opprydding" i modellen ble også vurdert til å være begrenset eller ikke tilstedeværende. Ved *Skøyenkroken 11* ville dette medført en betydelig mengde ekstraarbeid, og unødvendig risiko for entreprenør. For utførelsesentreprisen ble berikelse/modellering vurdert til å ikke være gunstig/lønnsomt.

## **Abstract**

With the growing digitalization of the building-, construction- and property-industry, there is great potential in the utilization of BIM-based solutions for many phases and aspects of various projects. There are currently methods where BIM-models can be used for the calculating costs in projects, but there is still a lot of dependence on manual work to be able to rely on the calculated costs presented by models.

This thesis deals with exploring the possibilities of estimating project costs through fully automatic pricing derived from a BIM-model, and what may be required for this to be possible. It also explores the possibility of automatic price calculation of an XML-file. In addition, this gave us insight into the modeling practice of one randomly selected project, and to what extent different participants can utilize BIM-models for the cost-calculation and procurement process.

To gain insight, the report examined a remodeling project, and the project's attached IFC-model, XML-file, and detailed project description. When picking a project we limited the potential cases to the Norwegian industry with design-bid-build contracts NS 8405 or NS 8406, published in the national announcement database for public procurement, Doffin.

When assembling projects, we found one project that was relevant for Moderne Byggfornyelse AS (MBF), while also being suitable for the assignment's case study. *Skøyenkroken 11* was announced through Doffin as a design-bid-build contract with NS 8405, that had an estimated total cost value of NOK 18 million. The project consisted of converting existing business premises into housing facilities for Boligbygg Oslo KF. The collaboration with MBF enabled us to compare their bid sum with our results from automatic pricing of the same project.

The case study involved producing two automatically generated price calculations for *Skøyenkroken 11* using Holte SmartKalk. One estimate based on the automatic generated cost obtained from the project's complementary XML file and one using the IFC file. These results have then been reviewed in detail to be able to check and compare the values against the manually produced price from MBF. The results have also been compared to the bid sum from other providers, with data obtained with public access to documents.

The discoveries in the case study showed that the basis for *Skøyenkroken 11* consisted of many major errors and absences that it would not have been justifiable to use the automatic generated price calculations from the IFC model or the XML file as an independent basis for the bid sum. The possibilities for enrichening or "cleaning up" the model are also considered to be limited. For the case of *Skøyenkroken 11*, it would involve a large amount of extra work and unnecessary risk-taking for the contractor in a design-bid-build contract, and it was deemed as being non beneficial or profitable.

## **Innholdsfortegnelse**

|  |     |
|--|-----|
| Forord.....  | II  |
| Sammendrag.....  | III |
| Abstract .....   | IV  |
| Innholdsfortegnelse.....   | V   |
| Terminologi / Forkortelser / Definisjoner .....  | IX  |
| Figurliste .....   | XII |
| Tabelliste.....  | XII |
| 1 Innledning.....  | 1   |
| 1.1 Bakgrunn for oppgaven .....  | 1   |
| 1.2 Oppgavens formål.....  | 1   |
| 1.3 Oppgavens avgrensninger.....   | 2   |
| 1.4 Oppgavens begrensninger.....   | 2   |
| 2 Teori.....   | 3   |
| 2.1 Database for offentlige innkjøp: Doffin.....   | 3   |
| 2.2 Konkurransgjennomføringsverktøy: KGV (EU-supply).....  | 3   |
| 2.3 BIM.....   | 3   |
| 2.3.1 Hva er BIM?.....   | 3   |
| 2.3.2 Åpen BIM.....  | 4   |
| 2.3.3 Hva er IFC?.....   | 4   |
| 2.3.4 Ulike IFC-formater .....   | 5   |
| 2.3.5 Detaljeringsgraden til en BIM-modell.....  | 5   |
| 2.3.6 Praktisk bruk av MMI.....  | 7   |
| 2.4 NS3420 – Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner.....                         | 8   |
| 2.4.1 Bakgrunn for standarden .....  | 8   |
| 2.4.2 Postbeskrivelse.....   | 9   |
| 2.4.3 Egenkomponert postgrunnlag .....   | 10  |
| 2.4.4 Spesifiserte bygningselementer .....   | 10  |
| 2.5 NS 3450 – Konkurransgrunnlag for bygg og anlegg – Redigering og innhold.....                 | 13  |
| 2.5.1 Bakgrunn for standarden .....  | 13  |
| 2.5.2 Konkurransgrunnlag.....  | 13  |
| 2.5.3 Konkurransgrunnlag del I.....  | 14  |
| 2.5.4 Konkurransgrunnlag del II.....   | 14  |
| 2.6 NS 3451 – Bygningsdelstabell og systemkodetabell for bygninger og tilhørende uteområder..... | 16  |
| 2.6.1 Bakgrunn.....  | 16  |
| 2.6.2 Struktur i standarden.....   | 17  |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.7    | NS 3459 – Overføring av data for beskrivelser, prisinformasjon og avregning i bygg og anlegg | 18 |
| 2.7.1  | Bakgrunn for standarden .....  | 18 |
| 2.7.2  | Datastruktur .....   | 18 |
| 2.7.3  | Bruk av standarden .....   | 18 |
| 2.8    | Entrepriser.....   | 19 |
| 2.8.1  | Hva er en entreprise?.....   | 19 |
| 2.8.2  | Utførelsesentreprise.....  | 20 |
| 2.8.3  | NS 8405 – Norsk bygge- og anleggskontrakt .....  | 21 |
| 2.8.4  | NS 8406 – “Forenklet bygge- og anleggskontrakt” .....  | 21 |
| 2.8.5  | Totalentreprise.....   | 21 |
| 2.8.6  | NS 8407 – Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser .....                       | 21 |
| 2.9    | NS 3457 – Klassifikasjon av byggverk.....  | 22 |
| 2.10   | NS 8360 – BIM-objekter for byggverk.....   | 22 |
| 2.10.1 | Del 1: Modellpraksis, navngivning, typekoding og egenskaper .....                            | 23 |
| 2.10.2 | Del 2: Egenskaper for identifikasjon i digitale modeller og merking i byggverk... ..         | 23 |
| 2.11   | Anskaffelser.....  | 24 |
| 2.11.1 | Hva er private anskaffelser? .....   | 24 |
| 2.11.2 | Hva er en offentlig anskaffelse? .....   | 24 |
| 2.12   | Anbudsprosessen.....   | 25 |
| 2.12.1 | Oppstartsfasen.....  | 26 |
| 2.12.2 | Prissettingsmetoder .....  | 28 |
| 2.12.3 | Gjennomgang av konkurransedokumenter.....  | 29 |
| 2.12.4 | Entrepriseform .....   | 29 |
| 2.13   | Utarbeidelse av tilbud .....   | 29 |
| 2.13.1 | Mengdeberegning.....   | 29 |
| 2.13.2 | Ressursforbruk og fremdriftsplanlegging.....   | 30 |
| 2.13.3 | Risikoanalyse og usikkerhet .....  | 30 |
| 2.13.4 | «Abstrakte» prisdrivere.....   | 30 |
| 2.13.5 | «Konkrete» prisdrivere.....  | 30 |
| 2.13.6 | Kalkulasjon.....   | 31 |
| 2.13.7 | Selvkostkalkyle.....   | 31 |
| 2.13.8 | «Pekefingerregelen».....   | 31 |
| 2.13.9 | Erfaringstallmetoden.....  | 31 |
| 2.14   | Tilbudssum .....   | 32 |
| 3      | Benyttet og omtalt programvare.....  | 33 |
| 4      | Metode.....  | 34 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.1    | Undersøkellesmetoder.....   | 34 |
| 4.2    | Valgt undersøkelsesmetode.....  | 35 |
| 4.3    | Casestudie .....  | 36 |
| 4.3.1  | Analyseenheter og utvalgsstrategi .....   | 36 |
| 4.3.2  | Automatisert og manuell prising .....   | 38 |
| 4.3.3  | Kontroll av IFC, XML og beskrivelse .....   | 38 |
| 4.4    | Generaliserbarhet .....   | 39 |
| 4.5    | Validitet og reliabilitet .....   | 40 |
| 4.6    | Litteraturstudie/litteratursøk.....   | 40 |
| 4.6.1  | Søkemotor, med søkeord og databaser .....   | 40 |
| 4.6.2  | Oria .....  | 40 |
| 4.6.3  | Google Scholar .....  | 41 |
| 4.6.4  | UiS Brage .....   | 41 |
| 4.6.5  | Open Archive USN .....  | 41 |
| 4.6.6  | Standard Norge.....   | 41 |
| 4.6.7  | Metode for kildekritikk i oppgaven.....   | 41 |
| 4.6.8  | <i>“Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekter”</i> .....  | 43 |
| 4.6.9  | <i>“Implementering av openBIM i kalkulasjonsprosessen”</i> .....  | 43 |
| 4.6.10 | <i>«Effektiviseringen av prosjekteringsprosessen – Med implementering av BIM, Lean Construction og VDC»</i> ..... | 44 |
| 4.6.11 | <i>“Implementering av BIM i kalkulasjonsprosessen”</i> .....  | 44 |
| 5      | Resultater.....   | 46 |
| 5.1    | Innhenting av prosjekt.....   | 46 |
| 5.2    | Kontroll og sammenligning av informasjon - Beskrivelse/XML/IFC.....   | 46 |
| 5.3    | Automatisk prising av poster .....  | 50 |
| 6      | Diskusjon.....  | 52 |
| 6.1    | Hva sier litteraturen om BIM for utførelsesentrepriser? .....   | 52 |
| 6.2    | Er BIM egnet for en utførelsesentreprise?.....  | 52 |
| 6.2.1  | Konsekvens av 9-tall i postgrunnlag.....  | 58 |
| 6.2.2  | Konsekvens av A i postgrunnlag .....  | 58 |
| 6.2.3  | IFC – Bygge opp eget objektbibliotek og «oppskriftsbok» - BYGGHERRE .....   | 59 |
| 6.3    | IFC – Bygge opp egen koblingsmal og objektbibliotek - ENTREPRENØR.....  | 60 |
| 6.4    | Kan IFC-modellen berikes/modelleres på nytt? .....  | 62 |
| 6.5    | Eierskap til data .....   | 63 |
| 6.6    | Flere variabler påvirker prisen .....   | 65 |
| 7      | Konklusjon.....   | 68 |
|        | Videre arbeider.....  | 69 |

Bibliografi ..... 70



## **Terminologi / Forkortelser / Definisjoner**

**AIM** – Asset Information Model (Standard Norges komité 379, 2020). Informasjonsmodell for byggverk (oversatt av Standard Norge). Gjelder fasen etter at bygget eller anlegget er overtatt for bruk (driftsfasen) – en del av eller grunnlag for FDV-dokumentasjon.

**Anbud** – Bindende tilbud om å utføre et arbeid. Hva som inngår i anbud avgjøres av forespørselen om å delta.

**Autodesk Revit** – Programvare for bygningsinformasjonsmodellering, utviklet av Autodesk, Inc. Programvaren er utviklet for arkitektur-, teknikk- og konstruksjonsteam.

**BAE-næringen** – Bygge-, Anleggs- og Eiendomsnæringen.

**Bestiller/Oppdragsgiver/Byggherre** – I denne oppgaven definert som den som ønsker et prosjekt gjennomført, og innhenter tilbud fra leverandør/entreprenør.

**BIM** – Bygningsinformasjonsmodellering

**Bluebeam Revu** – Programvare for prosjekteffektivitets- og samarbeidsløsning som lar brukeren lage, redigere, merke og organisere PDF-er. Programvaren er utviklet for å effektivisere dokumentbehandlingen i byggebransjen.

**Budsjett** - “Et tallmessig uttrykk for en virksomhets handlingsplaner for en gitt fremtidig periode” (Hoff, 2004, s. 17).

**CAD** - Computer Aided Design, er konstruksjon og teknisk tegning som utføres ved hjelp av datamaskinbaserte programvarer.

**DAK** - Dataassistert konstruksjon (Norsk for CAD).

**Detaljbeskrivelse** – “Detaljert beskrivelse av entreprenørens ytelse [...] hvor de enkelte komponentene i entreprenørens arbeid skal bestå i er brukket ned på detaljnivå, i såkalte “poster”, “enheter” eller “prosesser” (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 153).

**Direkte markedsføring** - Markedsføringsform der selger/entreprenør aktivt oppsøker kunder med det formål å gjennomføre et salg/prosjekt.

**Doffin** – Database for offentlige innkjøp, Operert av Direktoratet for forvaltning og økonomistyrings (Doffin.no).

**DWG** - Et filformat som inneholder 2- og 3-dimensjonal vektorgrafikk. Filformatet er oppkalt etter en forkortelse av ordet “drawing” og benyttes av CAD-programvare til å tegne linjer som inneholder metadata (Adobe, u.å.).

**Etterkalkyle** – Kalkyle utarbeidet etter gjennomføring.

**EØS-terskelverdi** – Beløpsgrenser fastsatt av Europakommisjonen for når ulike regler kommer til anvendelse.

**Fastpris** – Pris som ikke prisjusteres.

**Fikssum** – Fast pris for arbeid som ikke endres.

**Forhåndskalkyle/forkalkyle** - Kalkyle utarbeidet i forkant av gjennomføring med estimerte kostnader (Gjønnes & Tangenes, 2014, s. 535).

**Funksjonsbeskrivelse** – “I stedet for å detaljere ytelsen, angir [byggherren] hvilke funksjoner de forskjellige deler av [bygget] skal ha, så som krav til egenskaper, anvendelse, holdbarhet, drift, vedlikehold, og lignende. Slike funksjonsbeskrivelser legger en ramme for entreprenørens oppfyllelse. Innenfor denne rammen står han imidlertid fritt til å velge materiale eller løsninger” (Simonsen, 2014).

**GAB** – Et proprietært filformat for prisforespørsler i programvaren ISY G-prog Linker, utviklet av Norconsult Informasjonssystemer AS.

**GUID** – Akronym for “Globally Unique Identifier”. 128-bit tekststreng som benyttes for å generere en unik ID.

**IFC** - Industry Foundation Classes. Et åpent filformat. Datafiler strukturert etter en internasjonal standard som legger til rette for overføring av data mellom mange ulike systemer.

**Kontrahere** - Å inngå en avtale.

**Kontraktdokument** – Dokument som inngår i en kontrakt og angir hva kontrakten går ut på.

**Kvalitet** – Avtalte krav og forventninger.

**Lean Construction** – En betegnelse på en prosess-filosofi som omhandler effektivisering, og bygger på prinsippet om å eliminere sløsing gjennom det å planlegge for å unngå tidsbruk på aktiviteter som ikke skaper verdi for kunden.

**Leverandør/Entreprenør** – I denne oppgaven definert som den som har til hensikt å inngi tilbud på et prosjekt bestiller/oppdragsgiver/byggherre ønsker gjennomført.

**Leveranse** – Produkt som produseres som direkte resultat av et prosjekts gjennomførelse, og er ment for overlevering til kunde.

**Løpnummer** - Nummer benyttet til sortering av poster.

**Mapping** – Definerer av proprietære parametere som følger med til samsvarende IFC-parametere.

**MMI** – Modell Modenhets Indeks. Valgt indeks for evaluering av modell-kvalitet i denne oppgaven.

**NS 3420 “Høyere nivå” / “Lavere nivå”** - Illustrert med kode fra lav til høy = QB2.81, QB2.8, QB2, QB, Q

**PIM** – Project Information Model (Standard Norges komité 379, 2020). Prosjektinformasjonsmodell (oversatt av Standard Norge). Gjelder prosjektfasen frem til ferdig bygg.

**Prosjektdokumenter** – Dokumenter som inngår i gjennomføringen av et prosjekt som helhet.

**Regningsarbeid** – Pris avregnes mot faktisk tidsbruk og materialbruk, normalt med forhåndsavtalt timespris og påslagsprosent.

**Regnskapsmessig kostnad** – Forbruk av ressurs målt i penger (Gjønnes & Tangenes, 2014, s. 483).

**Resultat** – Enperiodisk analyse av økonomi.

**Risikostyring** – «Alle tiltak og aktiviteter som gjøres for å styre risiko» (Aven, 2015, s. 13).

**RS** – Rundsum. Totalbeløp for post/ytelse som ikke har definerte enheter.

**RVT** – Et proprietært filformat for “Autodesk Revit”-filer.

**SIMBA** – Anagram for Statsbygg BIM-krav. Statsbyggs kravsett til BIM-leveranser.

**SmartKalk** - Kalkyleverktøy/kalkulasjonssystem (mer?)

**SMC** – Et proprietært filformat for “Solibri Model Checker”-filer.

**Statens vegvesens prosesskoder** – Prosesskoden benyttes ved arbeider som utføres for Statens vegvesen i entrepriser, og dekker både anleggsarbeider og drift og vedlikeholdsarbeider (Statens Vegvesen, 2012).

**Tilbud** – Et løfte om å gjøre et arbeid dersom parten som mottar tilbudet aksepterer tilbudet.

**Tverrfaglig merkesystem** – Entydig merkesystem for alle komponenter i et bygg, basert på NS 3457.

**Uteglemte poster** – Prisbærende arbeid som ikke er medtatt, eventuelt uteglemt i beskrivelse.

**Virksomhets verdi** – Flerperiodisk analyse av økonomi.

**XML** – Extended Markup Language er et universelt markeringsspråk med tilhørende filformat som benyttes til å strukturere data. Filtypen .xml er standard filformat for beskrivelser, prisforespørsler og avregning utført etter NS 3459:2012 (W3C, 2008).

**XML Schema Definition Language, Part 2** – Språk for å uttrykke begrensninger om XML-dokumenter (W3C, u.å.).

**Ytelse** – Leveranse/arbeid/produkt.

**Økonomisk kostnad** (Alternativkostnad) – Kostnad ved å velge A istedenfor B (Gjønnes & Tangenes, 2014, s. 483).

## **Figurliste**

|  |    |
|--|----|
| Figur 1 - Kollisjon mellom dør og fire ulike vegger i IFC-modell fra Skøyenkroken 11.....  | 8  |
| Figur 2 – Entreprisekontrakter.....  | 20 |
| Figur 3 - Skisse av anbudsprosessen.....   | 26 |
| Figur 4 - Skisse av metoden i oppgaven.....  | 35 |
| Figur 5 - Tilbud fra leverandører.....   | 50 |
| Figur 6 - Prising av kap. 12, 14 & 15.....   | 50 |
| Figur 7 - Illustrasjon av uklare grensesnitt, Skøyenkroken 11 Plan 01.....   | 53 |
| Figur 8 - Faksimile med konflikter i byggebransjen, hentet fra <a href="http://www.bygg.no">www.bygg.no</a> .....                        | 56 |
| Figur 9 - Til venstre er dør i modell, til høyre er dør i beskrivelse.....   | 57 |
| Figur 10 - Avvik i kalkulasjon.....  | 61 |
| Figur 11 - Gule elementer på vegg er vegghengt belysning. Legg for øvrig merke til to modellerte lamper på grunnmur under bakkenivå..... | 62 |
| Figur 12 - Modellert overgang trapp/svalgang.....  | 63 |

## **Tabelliste**

|   |    |
|---|----|
| Tabell 1 - MMI 1.utgave.....  | 6  |
| Tabell 2 – MMI 2. utgave.....   | 7  |
| Tabell 3 – Eksempel: matrise Q:1.....   | 9  |
| Tabell 4 – Eksempel på postgrunnlag.....  | 10 |
| Tabell 5 – Eksempel egenkomponert postgrunnlag.....                             | 12 |
| Tabell 6 – Matrise BE3.2:1.....   | 13 |
| Tabell 7 – Oversikt over konkurransegrunnlagets redigering del I og del II..... | 14 |
| Tabell 8 – Eksempel på post i detaljbeskrivelse etter NS 3450.....              | 16 |
| Tabell 9 – Struktur i standarden vist med et utdrag.....                        | 17 |
| Tabell 10 – Bygningsdelstabell.....   | 18 |
| Tabell 11 - NS 8360-1:2021, tabell 1.....                                       | 23 |
| Tabell 12 - Rammebetingelser for valg av caser.....                             | 37 |
| Tabell 13 - Rammebetingelser for analyseenheter.....                            | 37 |
| Tabell 14 - Filtervalg ved søk i Doffin.....                                    | 38 |
| Tabell 15 – Systematisering av informasjon.....                                 | 39 |
| Tabell 16 – Kriterier for søkemotorer.....                                      | 42 |
| Tabell 17 - Søk i Norsk Standard.....   | 42 |
| Tabell 18 - Resultater ved Doffinsøk.....                                       | 46 |
| Tabell 19- Data i PDF, XML og IFC.....  | 49 |
| Tabell 20 - Resultater av prising.....  | 51 |
| Tabell 21 – Prissammenligning.....  | 51 |
| Tabell 22 – Matrisevalg.....  | 58 |

# **1 Innledning**

## **1.1 Bakgrunn for oppgaven**

Virksomheter i BAE-næringen opererer i et marked preget av sterk konkurranse. Dersom en entreprenør skal levere positive resultater over tid, er entreprenøren avhengig av å ha mer effektive forretningsprosesser enn sine konkurrenter. Gode kostnadsmålinger og god kalkulasjonspraksis tilrettelegger for aktivitets- og prosessstyring, og dermed grunnlag for den verdiskapingen som entreprenøren søker (Gjønnes & Tangenes, 2014, s. 434).

Trenden innenfor byggebransjen er at prosjektene blir større og mer komplekse (Norges forskningsråd, 2017, s. 12). Visjoner om større bygg, utfordrende og iøynefallende design, ny teknologi og søkelys på bærekraft fører til at BIM vil spille en vital og sentral rolle i planlegging og gjennomføring av fremtidens prosjekter.

BIM er en virtuell fremstilling av konstruksjoner eller systemer som inkluderer informasjon om viktige egenskaper, både fysiske og funksjonelle. En modellert vegg kan gi informasjon om fysiske egenskaper som materialer, mengder og vekt, og i tillegg gi uttrykk for funksjonelle egenskaper veggene har i konstruksjonen. Er veggene bærende, eller er dens eneste funksjon å være en romdeler? Skal veggene ha en bestemt U-verdi, eller er det en uisolert vegg? Detaljeringsgraden til en modell avgjøres av informasjonen den inneholder. Økt investering i en modell vil kreve mer tid og penger før bygging, men grundig planlegging kan gi økt gevinst i form av mindre feil under utførelse og redusert behov for omprosjektering (Bane NOR, 2022).

BIM har ulike fordeler i dagens BAE næring og spiller ofte en viktig rolle i de forskjellige stegene i en byggeprosess, fra prosjektets unnfangelse til prosjektets slutt og videre drift av konstruksjonen. En av fordelene ved å ha en virtuell modell er at man får et realistisk innblikk i endelig resultat, og muligheten dette gir for endringer hvor det er behov (Bane NOR, 2022). Ser man at noe ikke fungerer før bygging har startet kan man løse problemet og avverge uforutsette komplikasjoner og kostnader.

## **1.2 Oppgavens formål**

Formålet med oppgaven var å undersøke om BIM kan benyttes til kostnadsberegning for arbeid og materialer i utførelsesentrepriser, og å undersøke om dataene man får ved bruk av denne metoden har en mer verdi enn ren visualisering. Videre vurderte oppgaven om kalkulasjonsprosessen for utførelsesentrepriser er moden for økt bruk av automatisering.

For å svare på problemstillingen ble det valgt et prosjekt, og gjennomført en casestudie der forskjellige fremgangsmetoder for kalkulering av prosjektets kostnad ble vurdert. To av metodene utledet en kalkyle, ved å automatisk prise IFC- og XML-filen. Den siste metoden utledet en kalkyle ved manuell «tradisjonell kalkulasjon», gjort av MBF.

I tillegg ble informasjonen en kunne lese i de forskjellige filformatene undersøkt. Det ble kontrollert om informasjonen i modellen var tilstrekkelig for å oppnå et korrekt og reelt prisanslag ved bruk av automatisk prising, og eventuelt hvilken informasjon som manglet. Det samme ble gjort med XML-filen.

Resultatene fra de automatisk genererte kalkylene ble sammenlignet med den «tradisjonelle» metoden MBF benyttet for kalkulasjon, og tilbudene fra de øvrige tilbyderne i konkurransen.

Til slutt ble resultatet drøftet.

### **1.3 Oppgavens avgrensninger**

Oppgaven ble avgrenset til norske prosjekter. Det var kun prosjekter publisert i Doffin som var aktuelle for oppgaven, slik at anskaffelsesregelverket la til rette for etterprøvbarhet av valgt prosjekt. Kontraktsform ble avgrenset til NS 8405 eller NS 8406 (utførelsesentrepriser). Prosjekter basert på totalentreprise NS 8407 var ikke en del av oppgaven.

Valg av prosjekt ble avgrenset slik at prosjektets størrelse innebar en passende arbeidsmengde for en bacheloroppgave. Videre ble bare den delen av kalkulasjonen som omhandler utførende tømmerarbeid ved en detaljbeskrivelse basert på NS 3420 betraktet (videre avgrenset til kapittel 12 - Tømmerarbeider, 14 - Vinduer og 15 - Dører). Dersom det ble utlyst en konkurranse for et prosjekt som Moderne Byggfornyelse AS hadde til hensikt å inngi tilbud på skulle dette prosjektet velges for å gi et bedre sammenligningsgrunnlag.

### **1.4 Oppgavens begrensninger**

Under prosessen med å velge ut egnede prosjekter som passet inn i vår oppgave så vi at det i relativt liten grad var vedlagt IFC-modeller til konkurransegrunnlaget. En stor andel av utlyste prosjekter var også utlyst som totalentrepriser. Dette begrenset aktuelle prosjekter til to stykk.

## **2 Teori**

Teorien for denne oppgaven er meget omfattende. Formålet med dette er å gjøre leseren i stand til å se hvor kompleks bruk av BIM ved kalkulasjon av en utførelsesentreprise er. Det presenteres kun et utvalg av relevant teori, da omfanget all relevant teori ville blitt for stort.

Dersom en BIM-modell skal brukes til kalkulasjon for en utførelsesentreprise er det avgjørende at informasjonen i modellen og de øvrige dokumentene samsvarer. I tillegg er det viktig at både oppdragsgiveren og alle leverandører leser og forstår informasjonen likt. Opptreden, kommunikasjon eller endringer av enten dokumenter eller modell kan skape misforståelser mellom partene. Partene vil derfor være tjent med å benytte anerkjente systemer og verktøy for hele anbudsprosessen.

Teoridelen tar sikte på å gjøre leseren i stand til å se avhengighetene mellom prosesser og dokumenter som utarbeides for en utførelsesentreprise. Det finnes ingen fasit for hvilke metoder eller verktøy som skal benyttes. Beskrevet teori utgjør et utvalg av alle valg, løsninger og verktøy som både oppdragsgiver og leverandør kan eller bør benytte seg av, ved en utførelsesentreprise.

Det er lagt opp til en rød tråd gjennom teorien ved å forklare hva BIM og IFC er, og videre hvordan et konkurransegrunnlag med alle dets deler kan lages. Det er beskrevet hvordan de ulike entrepriseformene påvirker hvilken informasjon et konkurransegrunnlag bør inneholde, og hvem som er ansvarlige for at informasjonen er korrekt. Det er beskrevet hvordan Standarder for BIM og tverrfaglig merkesystem legger til rette for at informasjonen i en modell og øvrige konkurransegrunnlag dokumenter samsvarer. Videre følger noen metoder oppdragsgiver har for å velge entreprenør, og hvordan de ulike metodene påvirker anbudsprosessen. Til slutt beskrives anbudsprosessen fra entreprenørens perspektiv.

### **2.1 Database for offentlige innkjøp: Doffin**

Database for offentlige innkjøp er den norske digitale databasen for kunngjøringer av offentlige anskaffelser og anskaffelser i forsyningssektoren (vann- og energiforsyning, transport og telekommunikasjon) som er underlagt EØS-forskriftene (Doffin, u.å.).

### **2.2 Konkurransегjennomføringsverktøy: KGV (EU-supply)**

Konkurransегjennomføringsverktøy (KGV) er et fagsystem som bidrar til digital gjennomføring av en konkurranse fra kunngjøring til kontraktsinngåelse.

Konkurransегjennomføringsverktøyet bidrar til å veilede brukerne i gjennomføringen av konkurransen, og sikrer sporbarhet og dokumentasjon av aktiviteter og hendelser. KGV benyttes også for all kommunikasjon mellom oppdragsgiver og leverandører (DFØ, 2023).

### **2.3 BIM**

#### **2.3.1 Hva er BIM?**

BIM er en forkortelse for Bygningsinformasjonsmodellering eller Bygningsinformasjonsmodell, avhengig av om en ser på BIM som en prosess eller produkt. BIM ble introdusert som uttrykk i 1992 (DiConneX, 2020). BIM er definert i NS-EN-ISO 19650 som "Use of a shared digital representation of a built asset to facilitate design, construction and operation processes to form a reliable basis for decisions" (Standard Norge, 2018). BIM innebærer 3D-modellering av

bygninger og konstruksjoner, der alle elementer, streker og objekter inneholder metadata/informasjon, som gir utfyllende forklaringer om objektet.

Et BIM-objekt er vanligvis bygget opp som en tredimensjonal geometrisk fremstilling, beriket med informasjon som angir objektets egenskaper, funksjoner og identitet (Nicoleta, 2021). Dette kan f.eks. være en vegg, en dør eller en søyle.

### 2.3.2 Åpen BIM

Åpen BIM gir alle aktører mulighet til å benytte og utveksle 3D-modeller med essensiell informasjon, entydige beskrivelser av bygningsobjekter og støtteprosesser som kvalitetssikrer prosjektet (Müller, 2012). Tre hovedelementer må ligge til grunn for en god, velfungerende og effektiv informasjonsutveksling: Lagringsformat (IFC), terminologi (IFD) og prosess (IDM). International Framework for Dictionaries (IFD) gir et grunnlag for felles termologi i bruken av åpen BIM slik at alle BIM-modeller tolkes likt av forskjellige aktører og forhandlere (buildingSMART, 2017). Information Delivery Manual (IDM) er en standardisert prosess- og leveransemanual som beskriver aktører, prosedyrer og krav til leveranser i prosjekter (buildingSMART, 2020).

Når man setter disse tre elementene av BIM i sammenheng, omtaler man åpen BIM som å ha et omforent lagringsformat med enighet om termologi der BIM-modellen kan kobles opp mot veletablerte forretningsprosesser (buildingSMART, u.å.-d; Müller, 2012). Åpen BIM vil fungere som en universell tilnærming for samarbeid, realisering og drift av bygninger basert på åpne standarder og god informasjonsutveksling.

BuildingSMART har kommet fram til seks fordeler med å bruke åpen BIM. Fordelene er at åpen BIM forbedrer samarbeidet for prosjektleveranse betydelig. Det muliggjør en bedre kapitalforvaltning. Bruken muliggjør bruk av BIM-data som ble opprettet under designfasen for hele livssyklusen til bygningsselementet. Åpen BIM utvider bredden og dybden av BIM-leveranser gjennom å skape en felles tilpasning og et felles språk for definerte arbeidsprosesser ved å følge internasjonale standarder. Det legger til rette for et felles datamiljø som gir brukere muligheter til å utvikle nye arbeidsflyter, programvareapplikasjoner og teknologiautomatiseringer. Åpen BIM muliggjør også utvikling av en digital tvilling, som utgjør kjernegrunnet for en langsiktig datastrategi for bygde eiendeler (buildingSMART, u.å.-d).

Det meste av modelleringen skjer i dag med lukket BIM, også kalt proprietær BIM. Dette er modeller laget i ulike programvarer som ikke kan brukes på tvers av programvareleverandører, og kan motvirke informasjonsflyten og informasjonsdelingen i prosjekteringsprosessen (Olsen, 2015). For at BIM-modellen skal kunne anvendes av alle programvareleverandører må det derfor lages IFC-modeller fra proprietære formater.

### 2.3.3 Hva er IFC?

IFC, *Industry Foundation Classes*, er en «standardisert, digital beskrivelse av det "bygde miljøet", inkludert bygninger og infrastruktur» (buildingSMART, u.å.-c) og blir utviklet av buildingSMART (tidl. International Alliance for Interoperability (IAI) (Müller, 2012)).

BuildingSMART er en internasjonal organisasjon som jobber for å forbedre den digitale informasjonsflyten i byggeprosessen og er forpliktet til å skape og utvikle åpne digitale måter å jobbe på for BAE-næringen. For å oppnå det så utvikler buildingSMART International åpne internasjonale standarder som buildingSMART Norge jobber for å implementere bruk av disse standardene gjennom hele verdikjeden og livsløpet til prosjekter i norsk byggenæring og offentlig forvaltning (buildingSMART, u.å.-a).



IFC-formatet er laget etter en åpen, internasjonal standard, ISO 16739-1:2018. Formålet med IFC er å være et leverandørnøytralt og brukbart filformat på tvers av maskinvareenheter, programvare, plattformer og grensesnitt (buildingSMART, u.å.-c). Ved å lage IFC-modeller fra proprietære modeller blir datamodeller kompatible med hverandre uavhengig av hvilken programvare som er benyttet. Slik benyttes IFC for å utveksle informasjon på tvers av modeller (Müller, 2012).

### 2.3.4 Ulike IFC-formater

Filformatet IFC utvikles og vedlikeholdes kontinuerlig. Gjennom utvikling kommer nye versjoner med oppdateringer som forbedrer ulike egenskaper og gir nye muligheter for bruk av IFC-formatet. Det er i hovedsak to versjoner IFC-format som benyttes i dag; IFC2x3 og IFC4. IFC4 er en videreutvikling av IFC 2x3 (buildingSMART, u.å.-b). Modeller basert på IFC4 kan inneholde mer informasjon enn modeller basert på IFC2x3 (buildingSMART, u.å.-b). NS 3457 og NS 8360 baserer entiteter på IFC4. Det er avgjørende for en vellykket modellering av en IFC-modell at eksport av modeller skjer i den samme IFC-utgaven.

### 2.3.5 Detaljeringsgraden til en BIM-modell

Modell Modenhets Indeks (MMI) gir en indikasjon på hvor utviklet og detaljert en BIM-modell er. Rådgivende Ingeniørers Forening, RIF, og Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA) presenterte i 2018 en egen bransjestandard på hvordan MMI skal benyttes i byggenæringen (Fløisbonn et al., 2018). Det finnes ingen standardisert metode for angivelse av modenhet for BIM-modeller, men Standard Norges «komité 379 Digitale samhandlingsformer» har vurdert MMI som egnet for standardisering i regi av Standard Norge (Standard Norges komité 379, 2020, s. 17).

| MMI 1. utgave (Fløisbonn et al., 2018)          |  |  |
|---|--|--|
|   |  |  |
| Klassifisering                                  | Geometri   | Informasjon  |
| <b>MMI 100</b><br>Skisse                        | Objektene er modellert for å fremstille forslag til konsept i form av volumobjekter for å grafisk fremstille plassbehov for løsningen. Objektene er å betrakte som en skisse selv om det er modellert med tilsynelatende nøyaktig og detaljert geometri. | Utover merking med MMI, stilles ingen krav til informasjon på objektene.   |
| <b>MMI 200</b><br>Ferdig konsept                | Alle objektene nødvendig for å definere konseptene er modellert og grafisk fremstilt som generiske system med omtrentlige mengder, form, størrelse og plassering.  | Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfylt iht. Prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. prosjektets krav til dette.  |
| <b>MMI 300</b><br>Klar for tverrfaglig kontroll | Alle objektene relevant for tverrfaglig kontroll er modellert. Objektene er fremstilt og klassifisert i BIM-modellen som bestemte systemer, med riktig mengde, størrelse, form og plassering.  | Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfylt iht. Prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. Prosjektets krav til dette. Objektene er beskrevet korrekt så bla. material og komposittresept fremgår. Objektene har utfylt egenskapsinformasjon iht. Prosjektets krav.   |
| <b>MMI 350</b><br>Utført tverrfaglig kontroll   | Alle objektene er modellert. Objektene er fremstilt og klassifisert i BIM-modellen som bestemte systemer, med riktig mengde, størrelse, form og plassering.  | Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfylt iht. Prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. Prosjektets krav til dette. Objektene er beskrevet korrekt så bla. Material og komposittresept fremgår. Objektene har utfylt egenskapsinformasjon iht. Prosjektets krav.   |
| <b>MMI 400</b><br>Produksjonsunderlag           | Alle objektene er modellert. Objektene er grafisk fremstilt og klassifisert i BIM-modellen som bestemte systemer, med riktig størrelse, form, plassering og orientering. Detaljert med tanke på utførelse.   | Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfylt iht. Prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. Prosjektets krav til dette. Objektene er beskrevet korrekt så bla. Material og komposittresept fremgår. Objektene inneholder informasjon relatert til produksjon. Dette spesifiseres av utførende i samarbeid med prosjekterende og oppdrags giver |

|                |                   |  |  |
|----------------|-------------------|--|--|
| <b>MMI 500</b> | <b>Som bygget</b> | Objektene er grafisk fremstilt og klassifisert i BIM-modellen, og tilsvarer deres respektive komponent i det fysiske bygget/konstruksjonen. Objektene har riktig størrelse, form, plassering og orientering med detaljert utførelse. | Modellinformasjon om prosjekt, tomt, bygg, og etasje er utfyllt iht. Prosjektets krav. Objektene er navngitt etter objekttype iht. Prosjektets krav til dette. Objektene er beskrevet korrekt så bla. Material og komposittresept fremgår. Objektene inneholder informasjon om FDV-dokumentasjon herunder produsent, leverandør etc. Dokumentasjon skal enten utfylles som egne datafelter i BIM-objektene eller leveres som separate dokumenter som kan kobles til objekttyper med produkttyperreferanse. Dette spesifiseres av utførende i samarbeid med prosjekterende og oppdragsgiver |
|----------------|-------------------|--|--|

Tabell 1 - MMI 1.utgave

MMI-veilederen ble revidert i 2022 av EBA og RIF, sammen med Maskinentreprenørenes Forbund, Arkitektbedriftene i Norge, Statens Vegvesen, Nye Veier, Bane NOR og Statsbygg (Fløisbonn et al., 2022). I denne versjonen er det nye primærnivåer og sekundærnivåer som erstatter MMI-veilederen fra 2018. "MMI 600 – I drift" har blitt lagt til som nytt primærnivå etter MMI 500 som omhandler klargjort driftsunderlag overdratt fra bestiller til driftsorganisasjon (Fløisbonn et al., 2022).

Bransjestandarden spesifiserer modningsgraden av objektene i BIM-modeller ved bruk av spesifiserte tallkoder (Fløisbonn et al., 2018, s. 3). Innføringen av begrepet MMI skal også konkretisere den internasjonalt hyppig brukte LOD-indeksen. Betydningen av LOD er ikke konkretisert, og benyttes både som "Level of Detail" og "Level of Development" (Fløisbonn et al., 2018, s. 3). LOD-indeksen er teoretisk og detaljorientert med søkelys på enkeltobjekters utvikling gjennom grafisk nøyaktighet og objekterinformasjon (Hansen, 2021, s. 24). Bruk av MMI definerer derimot sammensatte modellers grafiske modenhet, informasjonsmodenhet, og beskriver utviklingen av fagmodeller fra oppstart prosjektering til ferdigprosjektert fagmodell er ferdig bygget (Hansen, 2021, s. 25).

| <b>MMI 2. utgave (Fløisbonn et al., 2022)</b> |  |   |
|---|--|---|
| <b>Kode</b>                                   | <b>Navn</b>                                    | <b>Beskrivelse</b>  |
| <b>000</b>                                    | <b>Tidligfase</b>                              | Prosesser som går forut for byggeprosjektet, eksempelvis planprosesser, arkitektkonkurranser el. Lign.              |
| 025   | Reservert fremtidig bruk                       |   |
| 050   | Reservert fremtidig bruk                       |   |
| 075   | Reservert fremtidig bruk                       |   |
| <b>100</b>                                    | <b>Grunnlagsinformasjon</b>                    | Objekter og informasjon etablert som grunnlag for utvikling av prosjektet   |
| 125   | Etablert konsept                               | Konsepter er etablert og danner grunnlag for koordinering fram til utført tverrfaglig kontroll                      |
| 150   | Tverrfaglig kontrollert konsept                | Tverrfaglig kontroll er gjennomført og eventuelle avvik er rettet til akseptabelt nivå.                             |
| 175   | Valgt konsept                                  | Konseptuelle løsninger valgt og klar for beslutning om videre utvikling   |
| <b>200</b>                                    | <b>Ferdig konsept</b>                          | Konseptuelle løsninger er besluttet, klargjort for utvikling av prinsipielle løsninger                              |
| 225   | Etablert prinsipielle løsninger                | Prinsipielle løsninger er etablert og danner grunnlag for videre koordinering fram til utført tverrfaglig kontroll. |
| 250   | Tverrfaglig kontrollert prinsipielle løsninger | Tverrfaglig kontroll er gjennomført og avvik er eventuelle rettet til akseptabelt nivå.                             |
| 275   | Valgt prinsipielle løsninger                   | Prinsipielle løsninger valgt og klargjort for beslutning om videre utvikling  |
| <b>300</b>                                    | <b>Underlag for detaljering</b>                | Prinsipielle løsninger er utviklet og besluttet, klargjort som underlag for videre detaljering                      |
| 325   | Etablert detaljerte løsninger                  | Byggbare løsninger er etablert og danner grunnlag for videre koordinering fram til utført tverrfaglig kontroll.     |
| 350   | Tverrfaglig kontrollert detaljerte løsninger   | Tverrfaglig kontroll er gjennomført og eventuelle avvik er rettet til akseptabelt nivå.                             |

|            |   |   |
|------------|---|---|
| 375        | Detaljerte løsninger som grunnlag for anbud / bestilling / prefabrikasjon | Godkjent grunnlag for bestilling, prefabrikasjon, leverandørprosjektering, anbudsgrunnlag (generalentreprise)         |
| <b>400</b> | <b>Arbeidsgrunnlag</b>  | Klart for utførelse på byggeplass. Underlaget kan også brukes for bestilling, planlegging, utførelse og dokumentasjon |
| 425        | Etablert / Utført   | Løsninger er utført på byggeplass   |
| 450        | Kontrollert utførelse   | Utførelse er kontrollert mot prosjektert løsning, og evt. Endringer mot faktisk utførelse er innarbeidet i modell     |
| 475        | Godkjent utførelse  | Faktisk utførelse er godkjent og all informasjon levert iht. Krav, f.eks. i henhold til systematisk ferdigstillelse.  |
| <b>500</b> | <b>Som bygget</b>   | Leveranse iht. Bestilling overdratt fra leverandør til bestiller  |
| 525        | Reservert fremtidig bruk  |   |
| 550        | Reservert fremtidig bruk  |   |
| 575        | Reservert fremtidig bruk  |   |
| <b>600</b> | <b>I drift</b>  | Klargjort driftsunderlag overdratt fra bestiller til driftsorganisasjon   |
| 625        | Reservert fremtidig bruk  |   |
| 650        | Reservert fremtidig bruk  |   |
| 675        | Reservert fremtidig bruk  |   |
| 700        | Reservert fremtidig bruk  |   |
| 800        | Reservert fremtidig bruk  |   |
| 900        | Reservert fremtidig bruk  |   |

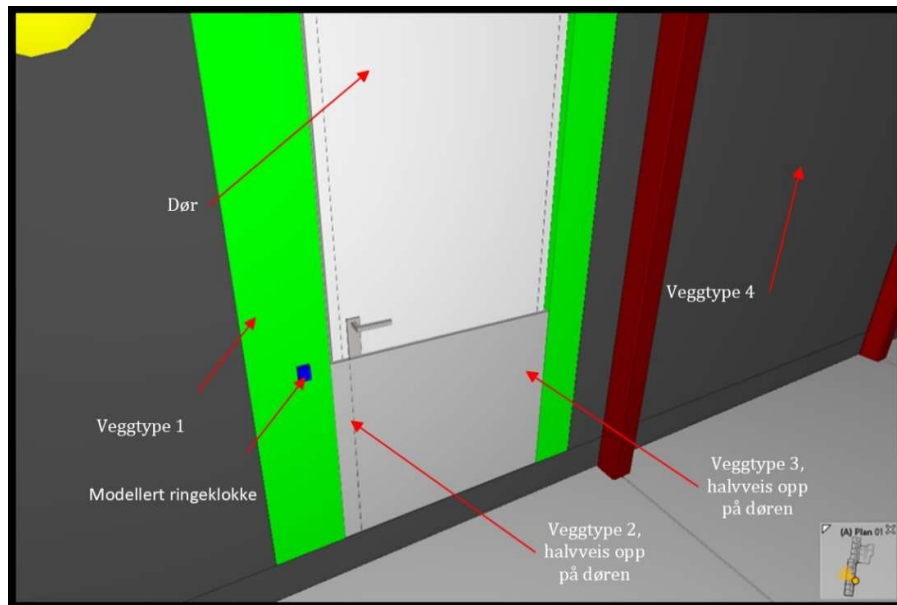
Tabell 2 – MMI 2. utgave

MMI er i hovedsak en fremgangsmåte for kommunikasjon ved gjennomføring av en prosjektering. Ved å planlegge når objektene i hele eller deler av konstruksjonen har en gitt klassifisering, vil man kunne styre prosjekteringsforløpet på en måte som henger sammen med de verktøyene som man har tilgjengelig gjennom BIM (Fløisbonn et al., 2018, s. 3). En forutsetning for bruk av MMI er at det avklares hvorvidt MMI skal baseres på 1. utgave eller 2. utgave. MMI er benyttet i denne oppgaven på overordnet nivå (hele hundre).

### 2.3.6 Praktisk bruk av MMI

MMI blir brukt til planlegging av prosjekteringsleveranser. De definerte kodene blir benyttet av hvert fagfelt til å planlegge sine egne leveranser i ulike soner av prosjektet og signalisere et behov for BIM-leveranser fra andre fagfelt i prosjektet. På denne måten blir det enklere å koordinere og planlegge for BIM-leveranser med samme modenhet, i samme områder levert til samme tid. Prosessen hever kvaliteten på tverrfaglig kontroll og vil ved korrekt bruk redusere prosjektets tidsbruk og gi færre prosjekteringsfeil (Fløisbonn et al., 2018, s. 5). Dette kan gjøres ved å bruke MMI som verktøy for planlegging og utførelse av kollisjonskontroller i prosjektet. En kollisjonskontroll er en digital og tverrfaglig kvalitetssikring av BIM-modell på objektnivå, der eventuelle konflikter mellom prosjekterte objekter oppdages (Consigli AS, 2012, s. 4).

Prosjekteringen for ulike fag ferdigstilles normalt fortløpende. Ved at hvert fag definerer sin prosjektering med MMI 300 kan den ansvarlige for prosjekteringen kjøre kollisjonskontroller fortløpende og avdekke behov for omprosjektering og endringer tidligere enn ved bruk av tegninger (Fløisbonn et al., 2018, s. 3).



Figur 1 - Kollisjon mellom dør og fire ulike vegger i IFC-modell fra Skøyenkroken 11

## 2.4 NS3420 – Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner

### 2.4.1 Bakgrunn for standarden

Standardens formål er å danne grunnlag for entydige poster i en detaljbeskrivelse av et bygge- og/eller anleggsprosjekt (Standard Norge, 2017, s. 15). Ved å fastsette et hierarkisk kodesystem identifiserer standarden delprodukter og/eller ytelser som arbeidene består av (Standard Norge, 2017, s. 15). Postbeskrivelsene danner grunnlaget for prising fra leverandører (Standard Norge, 2017, s. 15).

Standardens hovedformål og funksjon er å gi regler for hvordan de enkelte arbeidets omfang bestemmes, hvilke krav som stilles til materialene som brukes, hvordan arbeidene skal utføres, toleranser, prøving og kontroll. Standardens sekundærfunksjon er å definere hvordan arbeidene skal avregnes. I tillegg kan NS 3420 brukes i prosjekter for å bedømme kvaliteten på prosjertert og/eller utført arbeid, selv i tilfeller der NS 3420 ikke er lagt til grunn (Standard Norge, 2022a, s. 10). Standarden begrunner dette med at “det er bransjens aktører som selv har utviklet kravene, og dermed gjenspeiler det som i bygge- og anleggsbransjen må betraktes som “normale” krav til utførelse av slike arbeider i Norge” (Standard Norge, 2022a, s. 10). For offentlige anskaffelser vil NS 3420 ivareta krav til tekniske spesifikasjoner i henhold til lov om offentlige anskaffelser (Nærings- og fiskeridepartementet, 2018a).

NS 3420 ble utgitt første gang i 1976, og bestod opprinnelig av to innbundne bøker. Det påfølgende året ble det utgitt en standard for rigg og drift NS 3419 (Standard Norge, 2021e). I 1984 fikk installasjonsområdet sin egen standard NS 3421 (Standard Norge, 2021e). Neste utgave av NS 3420 ble utgitt i 1986 uten betydelige forandringer (Standard Norge, 2021e). Da den tredje utgaven av standarden ble utgitt i 1999 var det store forandringer fra tidligere utgaver (Standard Norge, 2021e). Erfaringer viste ulike revisjonsbehov for de ulike delene av standarden, og standarden ble delt opp som en følge av dette. NS 3419 ble også innlemmet i NS 3420 i 1999. NS 3421 ble innlemmet i 2003. Fjerde utgave av standarden ble utgitt i 2008, da det var behov for større kapasitet i systemet. Systemet ble i den fjerde utgaven utvidet fra én-siffer til to-siffer. Under arbeidet med NS 3420-BE:2011 så Norsk Standard også behov for å

endre utseendet på selve postgrunnlaget. Dette medførte utformingen av postbeskrivelser slik vi kjenner dem i dag (Standard Norge, 2021e). Den nyeste versjonen av NS 3420 kom i 2022, og består totalt av 38 enkeltdeler. Del 0, 1 og 2 er av en mer generell karakter, og inneholder blant annet en orientering om standarden, inndeling, stikkordliste og fellesbestemmelser som gjelder for alle deler av NS 3420 (Standard Norge, 2022b, s. 1-3). I dag gjennomgår standardens enkeltdeler kontinuerlig revisjoner med bakgrunn i ny teknologi, nye produkter og materialer (Standard Norge, 2022b, s. 1-3). Derfor er det alltid de nyeste utgivelsene som er gyldige, og hvilken utgave som er benyttet for den enkelte detaljbeskrivelse i et prosjekt burde spesifiseres for å unngå misforståelser (Standard Norge, 2022b, s. 1-3).

## 2.4.2 Postbeskrivelse

Kodeinndelingen i standarden er ordnet i et hierarkisk system, der lavere nivåer inneholder stadig mer detaljer om posten. Kodene 0, 1 og 2 er deler med bestemmelser som gjelder alle underliggende fag.

### Eksempel:

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| Høyest nivå | = | Q Tømrerarbeider  |
| Lavere nivå | = | QB Konstruksjoner av heltre   |
| Lavere nivå | = | QB2 Veggkonstruksjoner av heltre                                    |
| Lavere nivå | = | QB2.8 Andre arbeider i forbindelse med veggkonstruksjoner av heltre |
| Lavest nivå | = | QB2.81 Åpninger i bindingsverk av heltre.                           |

Ved å kode en egenkomponert post med den nærmest tilhørende koden i standarden sikrer det at posten automatisk får med seg kravene fra *del 1: fellesbestemmelser*. Ytelsen skal tilfredsstillende krav fra alle nivåer i koden. Ved motstrid mellom nivåene gjelder lavere nivåer foran høyere. Etter siste siffer (QB2.81) kan koden utfylles med ytterligere informasjon fra ulike matrisevalg.

| Matrise Q:1 (Standard Norge, 2022d, s. 25)                 |   |
|--|---|
| Siffer I koden   | Type bindingsverk                         |
| 0  | Valgfritt                                 |
| 1  | Enkelt                                    |
| 2  | Forskjøvet                                |
| 3  | Dobbelt                                   |
| 4  | Doble stendere                            |
| 9  | Annen type bindingsverk – må spesifiseres |
| MERKNAD Type bindingsverk, se pkt.3 Termer og definisjoner |   |

Tabell 3 – Eksempel: matrise Q:1

Antall siffer som skal tilføyes koden fra hver matrise vises som *bindestrek* for ett siffer, en *x* for to siffer og en *y* for tre siffer (Standard Norge, 2017, s. 18-20). Plasseringen til hvert tegn i koden angir hvilken linje (ovenfra og ned) matrisevalget representerer i postbeskrivelsen (Standard Norge, 2017, s. 18-20). Beskrivelsen, eller “navnet” på matrisevalget plasseres også inn i postbeskrivelsen der den skal (Standard Norge, 2017, s. 18-20).

Etter at matrisevalgene er gjort er det et krav om at stikkord for posten fylles ut (Standard Norge, 2017, s. 21). Stikkordene er delt opp i to hovedtyper (Standard Norge, 2017, s. 21). Stikkord for forhåndsbestemte tema og “andre krav” (Standard Norge, 2017, s. 21). Hvis den som lager postbeskrivelsen mener at det ikke er relevant, eller at det ikke er utslagsgivende for

oppfyllelse av krav i kontrakten, skal stikkord for de forhåndsbestemte temaene fylles ut med «ikke relevant», «valgfritt» eller lignende (Standard Norge, 2017, s. 21).

Den andre stikkordtypen, “andre krav”, fylles ut med nei dersom det ikke stilles andre krav. Hvis det er behov for tilleggsopplysninger utover kodesystemet og forhåndsbestemte tema fylles det ut med «ja». Ved valg «ja» skal stikkordene struktureres inn under sin relevante overskrift fra punkt 5, y6 i NS 3420-1:2019 (eller annen gyldig utgave hvis del 1 blir revidert). Koden merkes også med en A på slutten av koden.

Den som utarbeider postgrunnlaget, har også anledning til å vedlegge veiledning og forklaring til posten.

| Postgrunnlag  | Ferdig utfylt postbeskrivelse   |
|---|---|
| <b>QB2.811-</b><br><b>ÅPNING I BINDINGSVERK AV HELTRE</b><br><br>Antall [stk]<br><b>Type bindingsverk:</b> {Matrise Q:1}<br><b>Fasthet/sortering:</b> {Matrise QB:1}<br>Lokalisering: (NS3420-1, punkt 5, y5)<br>Åpning for:<br>Mål for åpning:<br>Dimensjon bindingsverk:<br>Forsterkning: (QB2.81, y5.3)<br>Andre krav: (Q, y3.2; QB2.81, y5.4)    Ja <input type="checkbox"/> Nei <input type="checkbox"/> | <b>QB2.81112</b><br><b>ÅPNING I BINDINGSVERK AV HELTRE</b><br><br>Antall stk 10<br><b>Type bindingsverk:</b> Enkelt<br><b>Fasthet/sortering:</b> Fasthets-/sorteringsklasse C24/T2<br>Lokalisering: Se tegning nr. A2-201<br>Åpning for: Vindu V1<br>Mål for åpning: åpning for vindu 10x12M<br>Dimensjon bindingsverk: 48x198mm<br>Forsterkning: Dimensjon bærebjelke over åpning: BxH 48x148mm<br>Andre krav: Nei |

Tabell 4 – Eksempel på postgrunnlag

### 2.4.3 Egenkomponert postgrunnlag

Selv om systemet gir standardiserte beskrivelser av ytelsen, åpner NS 3420 for å utvikle egenproduserte koder og beskrivelser som avviker fra standarden. En slik post skal merkes med en Z i tillegg til en A på høyeste nivå (QBZA) (Standard Norge, 2017, s. 27). På laveste nivå merkes posten bare med A (QB2.A).

Det er ingen krav om at posten skal knytte seg til eksisterende postgrunnlag i standarden, men den som utformer postbeskrivelsen vil dra stor nytte av å knytte seg til standarden, og på den måten automatisk få med seg kravene fra NS 3420-1 *fellesbestemmelser* (Standard Norge, 2017, s. 27). Det samme gjelder dersom et eksisterende postgrunnlag splittes opp i flere deler, eller om to eller flere postgrunnlag settes sammen til ett (Standard Norge, 2017, s. 27).

### 2.4.4 Spesifiserte bygningsselementer

Vegger, tak, dører og vinduer er alle eksempler på sammensatte bygningsselementer. De er typisk klimavegg- og takkonstruksjoner, etasjeskiller, eller plassert i disse. Standarden åpner for å forenkle koding og beskrivelse av slike konstruksjoner. NS 3420-BE:2019 inneholder beskrivelser av sammensatte bygningsselementer, der flere fagfelt eller delytelser normalt inngår i postbeskrivelsen. Postinndelingen baserer seg på NS 3451. Inndelingen av alle elementer går fra yttersiden til innsiden, eventuelt ovenfra og nedover (Standard Norge, 2022c, s. vi). Matrisevalg innenfor hvert enkelt element tillegger elementet detaljer for utførelse for alle spesifikke fagdeler. Dermed vil beskrivelser og krav til utførelse for underliggende fag komme med i hovedelementet (Standard Norge, 2022c, s. vi).

| Postgrunnlag  | Ferdig utfylt postbeskrivelse   |
|---|---|
| <p><b>BE3.211x---x-x-x-x</b><br/> <b>YTTERVEGG MED BÆRESYSTEM AV TRE ELLER</b><br/> <b>TYNNPLATEPROFILER – MED UTVENDIG KLEDNING</b></p> <p>Areal [m2]<br/> <b>Utvendig kledning:</b> {Matrise BE3.2:1}<br/> <b>Lufting:</b> {Matrise BE3.2:2}<br/> <b>Vindsperre – ytterste lag:</b> {Matrise BE3.2:3}<br/> <b>Vindsperre – innerste lag:</b> {Matrise BE3.2:3}<br/> <b>Utvendig utlekting:</b> {Matrise BE3.2:4}<br/> <b>Isolasjon i utvendig utlekting:</b> {Matrise BE:6}<br/> <b>Bæresystem:</b> {Matrise BE3.21:1} Isolasjon i bæresystem:<br/> {Matrise BE:6}<br/> <b>Dampspærre:</b> {Matrise BE:7}<br/> <b>Innvendig utlekting:</b> {Matrise BE:8}<br/> <b>Isolasjon i innvendig utlekting:</b> {Matrise BE:6}<br/> <b>Innvendig underkledning:</b> {Matrise BE:9}<br/> <b>Innvendig kledning:</b> {Matrise BE:10}<br/> Lokalisering: (NS 3420-1, 5, y5)<br/> Elementhøyde: (BE, y3.2)<br/> Andre krav: (BE3.2, y3.2)                      Ja <input type="checkbox"/> Nei</p> | <p><b>BE3.211243288841188812</b><br/> <b>YTTERVEGG MED BÆRESYSTEM AV TRE ELLER</b><br/> <b>TYNNPLATEPROFILER – MED UTVENDIG KLEDNING</b></p> <p>Areal m 2 000,00<br/> <b>Utvendig kledning:</b> Bordkledning på vegg utvendig – liggende bord {QK2.211216219}<br/> <b>Lufting:</b> Utlekting på vegg – utvendig – areal {QK1.111220}<br/> <b>Vindsperre – ytterste lag:</b> Vindsperresjikt på vegg {SF1.221}<br/> <b>Vindsperre – innerste lag:</b> Uten sperresjikt<br/> <b>Utvendig utlekting:</b> Uten utlekting<br/> <b>Isolasjon i utvendig utlekting:</b> Uten isolasjon<br/> <b>Bæresystem:</b> Bindingsverk av trebaserte profiler {QD2.1228}<br/> <b>Isolasjon i bæresystem:</b> Isolering av vegger med plater eller ruller av mineralull {SB1.11161}<br/> <b>Dampspærre:</b> Dampspærresjikt av plast {SF1.121}<br/> <b>Innvendig utlekting:</b> Uten innvendig utlekting<br/> <b>Isolasjon i innvendig utlekting:</b> Uten isolasjon<br/> <b>Innvendig underkledning:</b> Uten innvendig underkledning<br/> <b>Innvendig kledning:</b> Ubehandlede plater på vertikal flate innvendig {QK5.31622}<br/> Lokalisering: Alle yttervegger i 1. etasje<br/> Elementhøyde: 2500 mm<br/> Andre krav på elementnivå: Nei</p> <p><b>Utvendig kledning:</b></p> <p><b>QK2.211216219</b><br/> <b>KLEDNING PÅ VEGG UTVENDIG – LIGGENDE BORD</b><br/> <b>Treslag:</b> Gran<br/> <b>Profiltype:</b> Vestlandskledning med not og fjær<br/> <b>Etterfølgende overflatebehandling:</b> Dekkende<br/> <b>Kvalitet:</b> Kvalitetsklasse 1<br/> <b>Forbehandling:</b> Grunnet<br/> <b>Dimensjon:</b> 19x145 mm<br/> <b>Andre krav:</b> Nei</p> <p><b>Lufting:</b></p> <p><b>QK1.111220</b><br/> <b>UTLEKTING PÅ VEGG – UTVENDIG – AREAL</b><br/> <b>Formål:</b> Kledning<br/> <b>Forbehandling:</b> Valgfritt<br/> <b>Dimensjon leker:</b> 19x48 mm<br/> <b>Underlag:</b> ikke relevant<br/> <b>Senteravstand:</b> 600 mm<br/> <b>Andre krav:</b> Nei</p> <p><b>Vindsperre – ytterste lag:</b></p> <p><b>SF1.21122</b><br/> <b>VINDSPERRESJIKT PÅ VEGG</b><br/> <b>Plassering:</b> På bindingsverk av tre<br/> <b>Materiale:</b> Plastbasert – UV-bestendig<br/> <b>Skjøtemetode:</b> Omliggsskjøting med teip<br/> <b>Andre krav:</b> Nei</p> <p><b>Vindsperre – innerste lag:</b> Uten sperresjikt</p> <p><b>Utvendig utlekting:</b> Uten utlekting</p> <p><b>Isolasjon i utvendig utlekting:</b> Uten isolasjon</p> <p><b>Bæresystem:</b></p> <p><b>QD2.1228</b><br/> <b>BINDINGSVERK AV TREBASERTE PROFILER</b><br/> <b>Type bindingsverk:</b> Enkelt<br/> <b>Profiltype:</b> I-profil<br/> <b>Profilhøyde:</b> 200 mm<br/> <b>Spikerslag:</b> Uten<br/> <b>Profiltykkelse:</b> ikke relevant</p> |

|  |   |
|--|---|
|  | <p><b>Andre krav:</b> Nei</p> <p><b>Isolasjon i bæresystem:</b></p> <p><b>SB1.11161</b><br/> <b>ISOLERING AV VEGGER MED PLATER ELLER RULLER AV MINERALULL</b><br/> <b>Montasje:</b> I bindingsverk av tre<br/> <b>Tykkelse:</b> 200 med mer<br/> <b>Krav til fysiske egenskaper:</b> klasse 34<br/> <b>Andre krav:</b> Nei</p> <p><b>Dampsperre:</b></p> <p><b>SF1.11121</b><br/> <b>DAMPSPERRESJIKT AV PLAST</b><br/> <b>Materiale:</b> Dampsperre av plastfolie<br/> <b>Tykkelse:</b> 0,2 mm<br/> <b>Skjøtemetode:</b> Omleggsskjøting med teip<br/> <b>Innfesting:</b> Valgfritt<br/> <b>Andre krav:</b> Nei</p> <p><b>Innvendig utlekting:</b> Uten innvendig utlekting</p> <p><b>Isolasjon i innvendig utlekting:</b> Uten isolasjon</p> <p><b>Innvendig underkledning:</b> Uten innvendig underkledning</p> <p><b>Innvendig kledning:</b></p> <p><b>QK5.31622</b><br/> <b>UBEHANDLEDE PLATER PÅ VERTIKAL FLATE INNVENDIG</b><br/> <b>Platemateriale:</b> Gipsbaserte plater<br/> <b>Utførelse:</b> Skrudd<br/> <b>Antall lag:</b> ett lag<br/> <b>Underlag:</b> ikke relevant<br/> <b>Type flate:</b> ikke relevant<br/> <b>Andre krav:</b> Nei</p> |
|--|---|

Tabell 5- Eksempel egenkomponert postgrunnlag

| <b>Matrise BE3.2:1 (Standard Norge, 2022c, s. 13)</b> |  |
|---|--|
| Siffer I koden  | Type bindingsverk  |
| 00  | Valgfri  |
| 11  | Murt forblending {NB2.7---x-}  |
| 21  | Bordkledning på vegg utvendig – stående bord {QK2.11xx---}           |
| 22  | Bordkledning på vegg utvendig – stående ukantede bord {QK2.12x---}   |
| 23  | Bordkledning på vegg utvendig – stående spaltekledning {QK2.15xx---} |
| 24  | Bordkledning på vegg utvendig – liggende bord {QK2.21xx---}          |
| 26  | Platekledning på vertikal flåte utvendig {QK5.226--}                 |
| 31  | Kledning med tynnplatekassetter av metall {PN3.511} – kobber         |
| 32  | Kledning med tynnplatekassetter av metall {PN3.512} – titansink      |



|    |  |
|----|--|
| 33 | Kledning med tynnplatekassetter av metall {PN3.516} - aluminium          |
| 34 | Kledning med tynnplatekassetter av metall {PN3.514} - varmforsinket stål |
| 35 | Kledning med plane plater av metall {PN3.52--}                           |
| 88 | Uten utvendig kledning   |
| 99 | Annen utvendig kledning - må spesifiseres                                |

Tabell 6 – Matrise BE3.2:1

## 2.5 **NS 3450 - Konkurransgrunnlag for bygg og anlegg - Redigering og innhold**

### 2.5.1 **Bakgrunn for standarden**

Standarden har bestemmelser for hvordan konkurransgrunnlag skal utformes, hvordan innholdet skal redigeres og hvilket innhold som skal ligge til grunn for et tilbud om utførelse av entreprisarbeider innenfor bygg, anlegg og installasjoner (Standard Norge, 2014, s. 2). Standarden inneholder en disposisjon for utforming av prisforespørsel og kontrakt for et bygge- og anleggsarbeid, og har som formål å sikre en ensartet utforming av konkurransgrunnlaget (Standard Norge, 2014, s. 2). Standarden er utviklet av en komité som var sammensatt av ulike representanter for bransjeaktørene i BAE-nøringen som arbeider direkte med anskaffelser (Standard Norge, 2014, s. 2). Den siste revisjonen av utgaven tilpasset standarden til redigeringsmønstrene som benyttes i næringen (Standard Norge, 2014, s. 2). Samtidig ble standarden tilpasset elektroniske kommunikasjonsverktøy og ny teknologi, som for eksempel BIM med mer (Standard Norge, 2014, s. 2).

### 2.5.2 **Konkurransgrunnlag**

Konkurransgrunnlaget skal i henhold til NS 3450 deles inn i to separate deler, del I, *konkurransbeskrivelsen*, og del II, *kontraktsgrunnlaget* (Standard Norge, 2014, s. 8-9). Delene er videre inndelt etter standardens «tabell 2» og «tabell 3» (Standard Norge, 2014, s. 8-9), og skal gi alle opplysninger av relevans til anskaffelsen som er nødvendige for at tilbydere skal kalkulere kostnader og ressursforbruk for alle deler av prosjektet. Punkter fra inndelingen som ikke brukes skal beholdes, med en presisering av at ikke-benyttet punkt ikke er benyttet.

| <b>Tabell 2 – Oversikt over konkurransgrunnlagets redigering Del I (Standard Norge, 2014, s. 8-9)</b> |  |   |
|---|--|---|
| Eventuell forside og innholdsfortegnelse (for både del I og II)(dokumentliste)                        |  |   |
| Del I<br>Konkurransbeskrivelsen   | Innholdsfortegnelse for del I              |   |
| 1   | Innbydelsen                                | 1.1 Kort om anskaffelsen<br>1.2 Kort om oppdragsgiver<br>1.3 Forbehold om tillatelser eller finansiering  |
| 2   | Anskaffelsesprosedyre og konkurranseregler | 2.1 Anskaffelsesprosedyre<br>2.2 Konkurranseregler<br>2.3 Kunngjøring<br>2.4 Tilbudsåpning  |
| 3   | Grunnlag for tilbudet                      | 3.1 Konkurransgrunnlagets oppbygning<br>3.2 Spørsmål og svar til konkurransgrunnlaget<br>3.3 Befaring og informasjonsmøte   |
| 4   | Krav til tilbudet                          | 4.1 Tilbudets utforming<br>4.1.1 Organisering av tilbudsokumentene<br>4.1.2 Språk<br>4.2 Tilbudets innhold<br>4.2.1 Avvik og forbehold<br>4.2.2 Alternative tilbud<br>4.2.3 Deltilbud |

|   |                                     |   |
|---|-------------------------------------|---|
|   |                                     | 4.3 Offentleglova<br>4.4 Levering av tilbudet<br>4.4.1 Leveringsadresse<br>4.4.1 Innpakning, format og kopier<br>4.4.1 Tilbudsfrist<br>4.5 Vedståelsesfrist<br>4.6 Tilbudskostnader |
| 5 | Kvalifikasjonskrav                  | 5.1 Tilbyders organisatoriske og juridiske stilling<br>5.2 Tilbyders økonomiske og finansielle soliditet<br>5.3 Tilbyders tekniske og faglige kapasitet                             |
| 6 | Tildelingskriterier                 |   |
|   | Vedlegg til konkurransebeskrivelsen |   |

**Tabell 3 – Oversikt over konkurransegrunnlagets redigering Del II**

|  |                |  |  |
|--|----------------|--|--|
| Eventuell forside og innholdsfortegnelse |                |  |  |
| Del I<br>Kontraktgrunnlaget              | Avtaledokument |  |  |
|  | A              | Innbydelsen                                | A.1 Innledning<br>A.2 Kort om kontraktarbeidets omfang<br>A.3 Organisasjon og entreprisemodell<br>A.4 Dokumentliste              |
|  | B              | Anskaffelsesprosedyre og konkurranseregler | B.1 Alminnelige kontraktsbestemmelser<br>B.2 Spesielle kontraktsbestemmelser   |
|  | C              | Grunnlag for tilbudet                      | C.1 Tekniske rammebetingelser<br>C.2 Teknisk beskrivelse<br>C.3 Tegninger og modeller<br>C.4 Tekniske referansedokumenter        |
|  | D              | Krav til tilbudet                          | D.1 Administrative rutiner<br>D.2 Kvalitetssikring<br>D.3 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø<br>D.4 Øvrige krav til byggeprosessen |
|  | E              | Frister og dagmulktskrav                   | E.1 Frister<br>E.2 Dagmulker<br>E.3 Framdriftsplanlegging  |
|  | F              | Vederlaget                                 | F.1 Prissammenstilling<br>F.2 Regningsarbeider<br>F.3 Påslag for side- og underentrepriser<br>F.4 Opsjoner<br>F.5 Regulering     |
|  | G              | Oppdragsgivers ytelser                     |  |
|  |                | Vedlegg                                    |  |

*Tabell 7 – Oversikt over konkurransegrunnlagets redigering del I og del II*

### 2.5.3 Konkurransegrunnlag del I

Konkurransegrunnlagets del I skal inneholde den informasjonen som behøves for gjennomføring av selve konkurransen (Standard Norge, 2014, s. 9-12). Del I skal ikke tillegges informasjon som har betydning for kontrakten, og skal etter inngåelse av kontrakt kunne fjernes (Standard Norge, 2014, s. 9-12). Delen skal bare gi en overordnet presentasjon av omfanget til kontrakten, informasjon om hvem som er oppdragsgiver, regler og rutiner for utførelse av konkurransen, krav til innhold og utforming (Standard Norge, 2014, s. 9-12). I tillegg defineres hvilke krav som stilles til tilbyder hva gjelder økonomiske forhold, organisatoriske og juridiske forhold og tekniske og faglige kvalifikasjoner (som at leverandører tidligere har utført arbeider av samme kompleksitet og omfang) (Standard Norge, 2014, s. 9-12). Til slutt hvordan valg av tilbyder som velges av oppdragsgiver til utførelse av kontraktarbeidet gjennomføres (Standard Norge, 2014, s. 9-12).

### 2.5.4 Konkurransegrunnlag del II

Konkurransegrunnlagets del II skal inneholde all informasjon av betydning for kontrakten (Standard Norge, 2014, s. 12-18). Herunder en generell del som beskriver hvilken type avtale som skal inngås, og om det skal benyttes en spesiell type kontraktsformular (Standard Norge, 2014, s. 12-18). Videre beskrives omfanget av kontrakten, organiseringen og

gjennomføringsmodellen for kontrakten, en oversikt over kontraktsdokumenter som inngår i kontrakten, alminnelige kontraktsbestemmelser og spesielle kontraktsbestemmelser (Standard Norge, 2014, s. 12-18). Spesielle kontraktsbestemmelser skal utformes entydig, og henviser spesielt til eventuelle bestemmelser som endres eller erstattes fra standardiserte bestemmelser (Standard Norge, 2014, s. 12-18). Dokumentet skal orientere om alle forhold som er av betydningen for kontrakten, herunder det ytre miljø og andre rammebetingelser som grunnforhold og arbeidsunderlag (for eksempel en tilstandsrapport) (Standard Norge, 2014, s. 12-18).

Videre inneholder konkurransegrunnlagets del II en teknisk beskrivelse, med tilhørende tegninger, modeller og referansedokumenter eller bestemmelser som bestemmer hva som inngår i kontrakten (Standard Norge, 2014, s. 14). Den tekniske beskrivelsen sier hva oppdragsgiver ønsker å oppnå med kontrakten. Utformingen skal tilpasses entreprisformen som er valgt, og må angi hvilke krav som stilles på en slik måte at leveransen eller sluttproduktet kan måles opp mot dette. Dette definerer hva som i prosjektet regnes som avtalt kvalitet. Utformingen utføres som én av to hovedtyper, avhengig av entreprisform (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 156):

- Hovedtype 1: Funksjonsbeskrivelse
- Hovedtype 2: Detaljbeskrivelse

Funksjonsbeskrivelsen oppgir hvilke funksjoner som leveransen skal oppfylle. Standarden stiller krav til at "*Beskrivelsen skal omfatte tilstrekkelig grunnlag for utarbeidelse av løsning, gjennomføring av prosjektering og kalkulasjon*" (Standard Norge, 2014, s. 14). I dette ligger det at hovedvekten av prosjekteringen for prosjektet ikke er gjort, og skal gjøres av den parten som påtar seg ansvaret i kontrakten (normalt leverandøren). Hovedtypen benyttes normalt for totalentrepriser, der totalentreprenør påtar seg ansvaret for det vesentlige av eller all prosjektering (Standard Norge, 2011, s. 6). Standarden presiserer at utformingen av funksjonskrav skal gjøres konkret, slik at funksjonsbeskrivelsen skal kunne benyttes til å verifisere og måle kvalitet i den endelige leveransen (Standard Norge, 2014, s. 15). I funksjonsbeskrivelsen skal det presiseres hvilken medvirkning oppdragsgiver eller dens brukere (typisk leietager) skal ha i prosjekteringsfasen etter at konkurransen er utført (Standard Norge, 2014, s. 18).

Detaljbeskrivelsen angir "*krav til kvalitet for de enkelte delprodukter og ytelse, og skal normalt angi mengder*". Standarden bemerker at beskrivelsene "*bør baseres på et anerkjent beskrivelsessystem, som da skal benyttes konsekvent og korrekt*" (Standard Norge, 2014, s. 16). I Norge finnes det i hovedsak to slike systemer, henholdsvis NS 3420 og Prosesskoden til Statens vegvesen (Standard Norge, 2014, s. 14). Utformingen av detaljbeskrivelsen skal være i henhold til NS 3450 tillegg C. Tabell C1 i tillegg C deler fag og leveranser som inngår i entreprisforhold inn i ulike kapitler som sammenfaller med kompetansen til de ulike aktørene og fagområdene i næringen. Når NS 3420 benyttes som beskrivelsessystem skal konkurransen utformet etter NS 3450 følge oppsettet i tabell C1 (Standard Norge, 2014, s. 23).

Hvert kapittel deles inn i ulike poster som beskriver hvilke delprodukter eller poster som faller inn under hvert kapittel (Standard Norge, 2014, s. 15). Hver post inneholder en beskrivelse som utvetydig beskriver hva posten inneholder, normalt i form av postgrunnlag med kodifisering i henhold til NS 3420 eller Statens vegvesens prosesskoder (Standard Norge, 2014, s. 15).

Hver post nummereres med sitt unike postnummer. Postnummeret kan settes sammen av kapittelnummer, etterfulgt av bygningsdelsnummer etter NS 3451 og eventuelt løpenummer

(Standard Norge, 2014, s. 26). Standarden åpner for fleksibilitet i utformingen av postnummer.

| Post nr.  | Kode og tekst  | Enhet | Mengde | Pris | Sum |
|-----------|--|-------|--------|------|-----|
| 12.231.01 | <b>QB2.81112</b><br><b>ÅPNING I BINDINGSVERK AV HELTRE</b><br><br>Antall stk 10<br><b>Type bindingsverk:</b> Enkelt<br><b>Fasthet/sortering:</b> Fasthets-/sorteringsklasse C24/T2<br>Lokalisering: Se tegning nr. A2-201<br>Åpning for: Vindu V1<br>Mål for åpning: åpning for vindu 10x12M<br>Dimensjon bindingsverk: 48x198mm<br>Forsterkning: Dimensjon bærebjelke over åpning: BxH<br>48x148mm<br>Andre krav: Nei | stk   | 10     |      |     |

Tabell 8 – Eksempel på post i detaljbeskrivelse etter NS 3450

Videre skal kontraksgrunnlaget i henhold til konkurransegrunnlagets del II inneholde en tegningsliste, informasjon om eventuell BIM i prosjektet, krav til selve byggeprosessen, frister og dagmulker, vederlag og en spesifisering av oppdragsgivers ytelser i kontrakten (Standard Norge, 2014, s. 16).

## **2.6 NS 3451 – Bygningsdelstabell og systemkodetabell for bygninger og tilhørende uteområder**

### **2.6.1 Bakgrunn**

Standarden har klassifikasjonssystemer for BAE-næringen i Norge (Standard Norge, 2022e, s. v-vi). Standarden gir en inndeling i bygnings- og installasjonsdeler for systematisering, klassifisering og koding av informasjon som omfatter de fysiske delene av bygningen og de tilhørende uteområder (Standard Norge, 2022e, s. v-vi). Standarden ble utgitt første gang i 1984, og har siden blitt revidert og utgitt på nytt (Standard Norge, 2022e, s. v-vi). Standarden benyttes som normativ standard i en rekke norske standarder (Standard Norge, 2022e, s. v-vi). NS 3451 inngår i det samlede klassifikasjonssystemet for BAE-næringen (Standard Norge, 2022e, s. v-vi).

## 2.6.2 Struktur i standarden

Bygningsdelstabellen er inndelt i fire nivåer, med ulik grad av detaljering. 1-sifret nivå har lavere detaljering, 4-sifret nivå har høyest detaljering (Standard Norge, 2022e, s. 2). Standardens bygningsdelstabell benyttes når bygningsdeler eller installasjoner eller bygningsdeler skal klassifiseres eller beskrives, og gir et rammeverk for strukturering av alle typer tilhørende informasjon.

| Kilde: (Standard Norge, 2022e, s. 5) |    |      |                          |  |  |
|--------------------------------------|----|------|--------------------------|--|--|
| Kode                                 |    |      | Navn                     | Veiledning   |  |
| 2                                    |    |      | Bygning                  | Omfatter bygningsmessige deler.  |  |
|                                      | 23 |      | Yttervegger              | Se figur 4.  |  |
|                                      |    | 231  | Bærende yttervegger      | Omfatter bærende yttervegger i betong, mur, bindingsverk m.m. For bærende bindingsverksvegger omfattes yttervegg fra og med innvendig plate/panel til og med vindtetting (klimaskille). Utvendig kledning og overflate inngår da i 235. Innvendig kledning og overflate inngår da i 236. |  |
|                                      |    | 232  | Ikke-bærende yttervegger | Omfatter fra og med innvendig plate/panel til og med vindtetting (klimaskille) samt påføring. Utvendig kledning og overflate inngår da i 235. Innvendig overflate inngår da i 236.   |  |
|                                      |    | 234  | Vinduer, dører, porter   | Inkludert blindkarm, tetting, utføringer, belistning, Lås og beslag, eventuelle persienner montert mellom vindusglass, sålebensbeslag, vannbrettbeslag og andre bygningsbeslag.  |  |
|                                      |    | 2341 | Vinduer, yttervegger     | Inkludert røykluker  |  |
|                                      |    | 2342 | Dører, yttervegger       | Inkludert luker for tilgang eller inspeksjon.  |  |

Tabell 9 – Struktur i standarden vist med et utdrag

Dersom standardens bygningsdelstabell benyttes ved utarbeidelse av detaljbeskrivelse etter NS 3420 forenkler det lesbarheten av beskrivelsen, da valg og beskrivelser som gjøres gjeldende for poster på lavere nivå følger videre på mer detaljert nivå. Eksempelvis vil post 12.231.01 (fra eksempel på NS 3420) ha medtatt beskrivelser for toleranser, krav og annen informasjon som er opplyst under post 12.2, 12.23 og 12.231.

| Post nr. | Kode og tekst   | Enhet | Mengde | Pris | Sum |
|----------|---|-------|--------|------|-----|
| 12       | <p><b>Tømrerarbeider</b></p> <p>Denne beskrivelsen er basert på NS 3420:2019.</p> <p>Beskrivelsen er hierarkisk oppbygd. Dette innebærer at generelle og spesielle krav i innledende tekst gjelder foran og i tillegg til oppgitt kode og tekst i henhold til NS3420 og at krav i innledende tekst kan påvirke enhetsprisen.</p> <p>Enhetsprisene skal inkludere komplett produksjon, levering, montering og utførelse inklusive alle nødvendige delytelser, materialer og tilpasninger samt innfesting og forankring iht. NS 3420 og de krav som er angitt i denne beskrivelsen.</p> |       |        |      |     |
| 12.2     | <p><b>Bygning generelt</b></p> <p>Etterfølgende poster gjelder oppbygning av nye konstruksjoner med tilpasninger til eksisterende bygning.</p> <p>Nye overflater skal ha tilsvarende visuelt uttrykk som eksisterende</p>   |       |        |      |     |

|           |   |     |    |  |  |
|-----------|---|-----|----|--|--|
| 12.23     | <b>Yttervegger</b><br><br>Alt bindingsverk skal forankres til betongkonstruksjoner, dvs. Topp og bunnsviller og stendere skal festes til dekker og dragere iht. Entreprenørens egne anbefalinger og beregninger. Kostnad for disse beregninger medtas i egen post, og kostnader for selve innfestingen inkluderes i poster for bindingsverk.  |     |    |  |  |
| 12.231    | <b>Bærende yttervegger</b><br><br>Mellom bindingsverk (mot alle tilstøtende konstruksjoner / bygningsdeler) legges gummilister av ekspanderende ekstrudert gummi (skal inkluderes i enhetsprisene).<br><br>NB! Entreprenør er ansvarlig for dimensjonering og innfesting av alt bindingsverk. For last- og vindpåkjenninger kfr. Byggherre / RIB.   |     |    |  |  |
| 12.231.01 | <b>QB2.81112</b><br><b>ÅPNING I BINDINGSVERK AV HELTRE</b><br><br>Antall stk 10<br><b>Type bindingsverk:</b> Enkelt<br><b>Fasthet/sortering:</b> Fasthets-/sorteringsklasse C24/T2<br>Lokalisering: Se tegning nr. A2-201<br>Åpning for: Vindu V1<br>Mål for åpning: åpning for vindu 10x12M<br>Dimensjon bindingsverk: 48x198mm<br>Forsterkning: Dimensjon bærebjelke over åpning: BxH 48x148mm<br>Andre krav: Nei | stk | 10 |  |  |

Tabell 10 – Bygningsdelstabell

## **2.7 NS 3459 – Overføring av data for beskrivelser, prisinformasjon og avregning i bygg og anlegg**

### **2.7.1 Bakgrunn for standarden**

Norsk standard som fastsetter format for overføring av prosjektdata innen bygg og anlegg. Dette innebærer prisforespørsler, pristilbud og avregning mellom ulike programsystemer og lagringsmedier. Standarden har gjennomgått flere nyutgivelser siden den første utgaven ble utgitt i 1993, i tråd med ny teknologi og utvikling i BAE-næringen. Dagens utgave ble fastsatt i 2023, og er tilpasset bruk av BIM-referanser (Standard Norge, 2023c, s. 7).

### **2.7.2 Datastruktur**

Standarden definerer at det for NS- og prosessbaserte prosjekter skal benyttes XML 1.0 med datatyper basert på XML Schema Definition Language, Part 2. Det bemerkes i standarden at utvikling av nye og eksisterende datasystemer kan medføre endrede begrensninger og rammer for utforming av postnummerdeler. Standarden er avgrenset til å bare «definere et format for datateknisk overføring av informasjon» (Standard Norge, 2023c), og derfor ikke hvordan formatet skal brukes. Formatet for overføring av data i bygg og anlegg skal bygges opp ved hjelp av sammensatte datatyper og nummereringstyper (Standard Norge, 2023c, s. 13). Ved å benytte standardens system for formatering av filer lages en «åpen» datafil som egner seg for praktisk bruk på tvers av ulike datasystemer.

### **2.7.3 Bruk av standarden**

Standarden kommer særlig til anvendelse ved prisforespørsler som baseres på NS 3420, da det som åpent filformat sikrer at poster og elementer i form av koder og tekster fra NS3420 er elektronisk overførbare på tvers av ulike digitale verktøy (Standard Norge, 2017, s. 31). Standarden sikrer dermed at prisforespørsel og pristilbud ikke avviker fra hverandre,

uavhengig av hvilken programvare hver enkelt aktør benytter. Uklarheter i hvilket dokument som er gjeldende for kontrakten, som følge av motsetningsforhold mellom digital og manuell utfylling av prisforespørsler, kan dermed bli unngått. Utarbeidelse av detaljbeskrivelse etter NS 3420 som del av konkurransegrunnlag utformet i tråd med NS 3450 kan derfor ha krav om utsendelse/innsendelse av prisforespørsler/tilbud i tråd med NS 3459 (Standard Norge, 2023a).

XML-formatet er et omforent og åpent filformat, og videreutvikles i overskuelig fremtid (Standard Norge, 2023c). Formatet er laget og opprettholdt av W3C (The World Wide Web Consortium), som er en frivillig organisasjon bestående av bedrifter og ideelle organisasjoner. Informasjonen som legges i XML-filen ordnes etter et hierarki som identifiserer og organiserer informasjon slik at elektroniske dataverktøy kan lese den samme informasjonen på lik måte.

Ulike aktører innen databehandling i BAE-næringen har medført et behov for å definere hvilke data som er obligatoriske for overføring mellom enheter, og hvilke data som er valgfrie. Dette gjøres gjennom å definere for hver datatype hvilken informasjon som er obligatorisk ved overføring, og hvilken informasjon som er valgfri. Dette er typiske særdata som behandles av en enkelt leverandørs datasystem, eksemplifisert ved NOIS' Isy Linker som benytter et eget proprietært filformat for behandling av informasjon (NOIS, u.å., s. 10). Når en prisforespørsel skal sendes ut fra oppdragsgiver, vil eksport i tråd med NS 3459 sikre at prisforespørselen inneholder «gyldige tagger» ordnet korrekt hierarkisk hos både avsender og mottaker (Standard Norge, 2023a). Slik sikres det at all programvare som benyttes av aktører innen BAE-næringen gjenkjenner nødvendig og korrekt informasjon i filen (Standard Norge, 2023a).

Det er utviklet et eget XML-skjema som er vedlagt standarden som tillegg A for validering av innholdet i en utvekslingsfil (Standard Norge, 2023c). Filer som ikke passerer validering etter tillegg A er ikke gyldige i henhold til NS 3459:2023 (Standard Norge, 2023c). Standarden definerer at XML-filen kun kan inneholde én innholdstype per fil, som enten er prosjektdata, prisforespørsel, pristilbud eller avregning (Standard Norge, 2023c). Valg av innholdstype som oppdragsgiver bruker kommer an på hva fileksporten skal brukes til (Standard Norge, 2023c). Slik sikres «én-til-én»-forhold mellom prisforespørselen fra oppdragsgiveren og tilbudet fra leverandørene (Standard Norge, 2023c). Valideringen som beskrives i tillegg A stiller krav om at ingen prispålysende kan ha mengde 0 (Standard Norge, 2023c), slik at tilbydere ikke kan «glemme poster». Ved bruk av NS 3459 ved eksport av en beskrivelse basert på NS 3420 vil hver post bli tildelt en GUID, i tillegg til at NS 3459 sier hvordan postgrunnlaget skal presenteres (som hvilken tekst som skal stå på hver post) (Standard Norge, 2023c). Hvordan de ulike enkeltdel av postgrunnlaget skal være formatert står i NS 3420-1 tillegg A (Standard Norge, 2023c).

## **2.8 Entrepriser**

### **2.8.1 Hva er en entrepriser?**

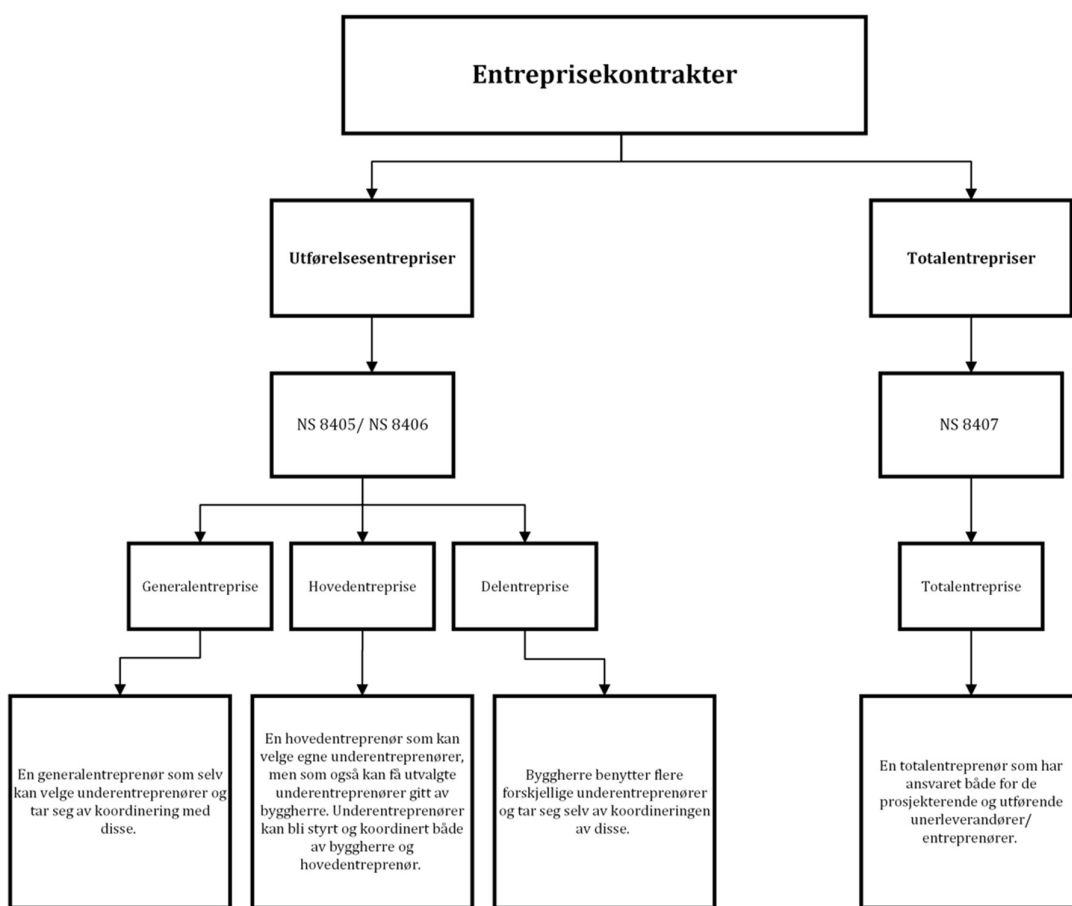
En entrepriser beskriver en avtale om utførelse av et spesifisert bygge- og/eller anleggsarbeid. Den part som bestiller oppdraget er normalt byggherren, mens parten som utfører arbeidet normalt er entreprenør.

Det er ulike måter å utforme entrepriser. Felles er at de definerer omfang, risikofordeling og ansvarsfordeling mellom partene. Ved entrepriseravtaler vil ikke partene være tvunget eller lovpålagt å følge etablerte kontraktsstandarder eller de tradisjonelle entrepriserformene som bygger på dem, med mindre oppdragsgiveren er en offentlig byggherre.

Standardene er utarbeidet av komitéer bestående av representanter fra både oppdragsgiver- og oppdragstakersiden (Standard Norge, 2008, s. 3). Formålet er å legge til rette for balanserte kontraktsvilkår mellom partene for utførelsen av bygge- og anleggsprosjekter.

Dersom byggherre velger å benytte én entreprisemodell, utelukker det ikke innslag fra en annen. En byggherre står fritt til å velge å kombinere og sette sammen flere ulike entreprisemodeller i ett og samme prosjekt.

Det er ulike forhold som påvirker byggherres valg av entreprisemodell, der fordelingen av ansvar for feil og mangler er et av de mest sentrale (DFØ, 2022c). En viktig avklaring for ethvert entrepriseprojekt er derfor hvem som er ansvarlig for prosjekteringen, og eventuelle feil av denne (DFØ, 2022c). I hovedsak er det to ulike hovedformer innenfor entrepriser, henholdsvis utførelsesentrepriser og totalentrepriser (DFØ, 2022c). Hovedforskjellen mellom de to er hvilken part som tar på seg prosjekteringsansvaret (DFØ, 2022c).



Figur 2 – Entreprisekontrakter

### 2.8.2 Utførelsesentreprise

Ved utførelsesentrepriser står byggherren for det vesentlige av prosjekteringen, mens entreprenørens oppgaver i utgangspunktet begrenser seg til å utføre arbeidet i henhold til beskrivelser og tegninger utarbeidet i regi av byggherren (DFØ, 2022b). Kontraktsform for utførelsesentrepriser mellom byggherre og entreprenør er normalt basert på



standardkontraktene NS 8405 *Norsk bygge- og anleggskontrakt* og NS 8406 *forenklet norsk bygge- og anleggskontrakt*. Forskjellen mellom de to kontraktene ligger i varslingsreglene og konsekvenser ved manglende varsling. NS 8405 setter strenge krav til varsling og en utstrakt plikt til samordning med andre aktører i bygge- eller anleggsprosjektet (Standard Norge, 2008), mens NS 8406 har mindre formaliserte frister tilknyttet varsling og samordning med andre aktører (Standard Norge, 2009). Videre kan byggherren organisere prosjektet som enten delte entrepriser, hovedentreprise eller en generalentreprise. Når entreprenøren videre i kontraktkjeden inngår kontrakt med underleverandører (og delvis trer inn i rollen som oppdragsgiver) kan entreprenør fritt velge å benytte seg av «back to back»-betingelser eller alternative kontrakter. Dersom byggherre og entreprenør har benyttet en NS8405 som kontrakt er den tilpassede og korresponderende kontrakten for entreprenør og underentreprenør NS 8415. Entreprenøren står likevel fritt til å velge å benytte NS 8417 eller andre kontrakter i den videre kontraktkjeden, med mindre annet er særskilt avtalt.

### **2.8.3 NS 8405 – Norsk bygge- og anleggskontrakt.**

NS 8405 er en standardkontrakt for utførelsesentrepriser i bygge- og anleggsprosjekter, der byggherren er ansvarlig for prosjektering og de valg og løsninger som entreprenør skal utføre (Standard Norge, 2008). Kontrakten inneholder strenge formaliserte varslingsprosedyrer, og endringer og varsler må varsles “uten ugrunnet opphold” (Standard Norge, 2008). For sent innkomne varsler medfører tap av rettigheter ved passivitet - preklusjon (Standard Norge, 2008).

### **2.8.4 NS 8406 – “Forenklet bygge- og anleggskontrakt”.**

Standardkontrakten er i stor grad lik NS 8405, i form av at byggherren er ansvarlig for prosjektering, tegninger og beskrivelser både før og under utførelse (Standard Norge, 2009). Endringer og varsler må varsles “innen rimelig tid”, og for sent svar vil etter NS 8406 ikke automatisk medføre preklusjon (Standard Norge, 2009).

### **2.8.5 Totalentreprise**

Ved en totalentreprise er det entreprenøren som påtar seg ansvaret og risikoen knyttet til det vesentlige av prosjekteringen og utførelsen (Meyer-Myklestad et al., 2018, s. 66). Det normale er å benytte standardkontrakten NS 8407 som kontraktsform (Meyer-Myklestad et al., 2018, s. 66). Entrepriseformen baserer seg på at byggherren definerer hva vedkommende vil ha ved funksjonskrav fremfor spesifikke detaljbeskrivelser når det gjelder materialbruk, utforming og metode (Meyer-Myklestad et al., 2018, s. 66). I praksis gir byggherre delvis fra seg retten til å foreta valg og løsninger etter kontraktsignering, med mindre dette er eksplisitt nevnt i kontraktsformularet (Meyer-Myklestad et al., 2018, s. 66). Dette medfører at totalentreprenøren oppnår en større frihet til å bestemme valg av løsninger og materialer som skal benyttes i prosjektet, og derfor former det endelige resultatet av prosjektet i større grad (Meyer-Myklestad et al., 2018, s. 66).

### **2.8.6 NS 8407 – Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser**

Standarden regulerer kontraktsforholdet mellom utførende totalentreprenør og byggherre, der totalentreprenøren påtar seg hele eller deler av ansvaret for prosjektering og oppføring av et bygg eller anlegg i tråd med en funksjonsbeskrivelse gitt av byggherren (Standard Norge, 2011).

## **2.9 NS 3457 – Klassifikasjon av byggverk**

NS 3457 er en norsk standard som angir “hvordan klassifikasjon benyttes til strukturering og identifikasjon av byggverk og alle romlige strukturer som dannes i og utenfor byggverk og alle fysiske deler som inngår i byggverk” (Standard Norge, 2021d, s. 5). Standarden bygger på Statsbyggs PA 0802 Tverrfaglige merkesystem (Standard Norge, 2023b). Formålet med standardisering var å gi et system der alle deler av et byggverk kan defineres entydig med nødvendig informasjon som plassering, system og komponent (Standard Norge, 2023b). Dermed får eksempelvis hver komponent en entydig unik kode som kan benyttes gjennom hele byggets levetid, fra «vugge til grav». Standarden består av 9 deler og en veiledning, som sammen med NS 3451 og NS-ISO 81346-12 Bygg og anlegg med installasjoner (2018) utgjør et samlet klassifikasjonssystem for byggverk. Standardens del 7, 8 og 9 ble utgitt i 2021, der del 7 er utviklet med særlig hensyn til bruk av digitale modeller og angir normative bestemmelser for det tverrfaglige merkesystemet, veilederen til del 7 angir systemkodelisten, del 8 angir komponentkodelisten for det tverrfaglige merkesystemet og del 9 definerer hvordan den fysiske merkingen på tegninger og i byggverk skal gjøres (Standard Norge, 2023b). Systemet blir i hovedsak anvendt for prosjektering av tekniske systemer i bygninger, med mindre det er krav om en komplett TMF-streng med systemreferanse i prosjektet. Det kan derfor være hensiktsmessig å ikke benytte systemet for koding av bygningsdeler etter NS 3451 hoveddel 2 Bygning, da komponentene (f.eks. en dør) ikke er distribuerende systemer.

Koding av bygningselementene når endelig prosjektert løsning er valgt, vil derfor resultere i redusert behov for oppfølging og vedlikehold av systemet (Standard Norge, 2021f, s. 25). Likevel kan det være hensiktsmessig å benytte systemet, med en overordnet kode som gir dekket en unik kode, under prosjektering, da eksempelvis et dekke vil modelleres både av RIB og ARK. Nødvendig informasjon som gjelder dekkets oppbygning, utforming og krav til utførelse vil dermed kunne sammenstilles når det skal utarbeides en detaljbeskrivelse som er avhengig av flere fagdisipliner.

Standarden for tverrfaglig merkesystem er normativ for NS 8360 – BIM-objekter for byggverk.

## **2.10 NS 8360 – BIM-objekter for byggverk**

Hensikten med NS 8360 er å forenkle samhandlingen i BIM ved at objekter blir typekodet og klassifisert, og egenskaper og verdier blir koblet til IFC-formatet. Grunnarbeidet skal resultere i automatisk gjenkjenning av informasjon på tvers av ulike IFC-kompatible programmer, og effektiviserer samarbeidet mellom de forskjellige fagene som jobber med BIM i samme prosjekt (Standard Norge, 2021b). Tidligere var NS 8360 mer fokusert på modelleringspraksisen, men ved revisjonen som kom i 2021 skiftet dette fokuset til modellpraksis. Dette er fordi det stilles krav til ferdig produkt og leveranse i IFC, og ikke selve modelleringsprosessen (Standard Norge, 2021b). Standarden består foreløpig av to deler, hvorav del 1 omhandler modellpraksis, navngiving, typekoding og egenskaper, og del 2 omhandler egenskaper for identifikasjon i digitale modeller og merking i byggverk. I tillegg er det planlagt 3 nye deler som enda ikke er utarbeidet (Standard Norge, 2021b). Del 3 vil omhandle referansem metode for og krav til dokumentasjon for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling, del 4 vil omhandle energiberegning, og del 5 vil omhandle infrastruktur og geografisk informasjonssystem.

IFC-objekter kan tillegges koder etter NS 8360, som sammenfaller med koding etter NS 3457. Dette kan benyttes som grunnlag for utarbeidelse av detaljbeskrivelser basert på NS 3420. Dette tilrettelegger for harmonisering av informasjon i beskrivelse og modell ved å definere en entydig kode som beskriver BIM-objektet.

### 2.10.1 Del 1: Modellpraksis, navngivning, typekoding og egenskaper

| Punkt i NS 8360, Del 1  | Leveransekrav | Orienteringskrav |
|---|---------------|------------------|
| 1: Omfang   |               | X                |
| 2: Normative referanser   |               | X                |
| 3: Termer og definisjoner   |               | X                |
| 4: Forkortelser   |               | X                |
| 5: Samsvarsnivåer   |               | X                |
| 6: Regler og prinsipper for objekter  | X             |                  |
| Tillegg A: Navngiving, typekoding og klassifikasjon av objekttyper og objektforekomster | X             |                  |
| Tillegg B: Særskilte regler og prinsipper for bruk av klassifikasjon for samsvarsnivå 2 |               | X                |
| Tillegg C: Kvalitetssikring av modeller   |               | X                |
| Tillegg D: Norske egenskaper  |               | X                |

Tabell 11 - NS 8360-1:2021, tabell 1

Tabellen viser innholdet i del 1 av standarden, og opplyser om krav til programvare, objektbiblioteker og bruk av programvare. Det stilles krav til gjennomførelse og tilretteleggelse av punkt 6 og tillegg A i NS 8360-1. Ved å følge disse punktene sikrer man samarbeid mellom ulike fagmodeller, georeferering, tildeling av funksjoner og egenskaper for objekter, områder og strukturer, angivelse av objekttyper med mer. Kravene gjelder for alle parter som har direkte innvirkning på modelleringsprosessen, som i hovedsak er leverandør av programvare, leverandør av objektbiblioteker og bruker av programvare. Leverandør av en programvare, f.eks. Autodesk Revit, må primært legge opp til at programvaren støtter NS 8360-1 krav til modellpraksis, navngiving, typekoding og håndtering av egenskaper, og leverandør av objekter i objektbiblioteker må gjøre det samme for sine objekter. Dette må også oppfylles for brukere av programvare i håndtering av egenskaper og utvikling av egne modeller (Standard Norge, 2021a). For de resterende punktene i NS 8360-1 er det krav for alle parter om å orientere seg om innholdet og forstå prinsippene.

### 2.10.2 Del 2: Egenskaper for identifikasjon i digitale modeller og merking i byggverk

NS 8360-2 er en informativ del av standarden med hensikt å sikre entydig identifikasjon av systemer og komponenter ved hjelp av tverrfaglig merkesystem (Standard Norge, 2021c). Identifikasjonskoder som angir opplysninger som plassering, system, komponent, relasjoner og egenskaper er listet fra andre standarder. Referansedokument som inngår i kravene til NS 8360 er NS3457-7, NS 3457-8, NS 8360-1, NS 3451, NS 8351, ISO 16739-1:2018 og ISO 19650-1:2018.

## **2.11 Anskaffelser**

En anskaffelse av et bygge- og/eller anleggsprosjekt har ulike regler avhengig av om den gjennomføres av en offentlig eller en privat aktør. Selve anskaffelsen omhandler kun prosessen med å kontrahere en entreprenør til å gjøre et arbeid. Det kan både gjennomføres som en direkteanskaffelse eller gjennom en anbudskonkurranse. Dersom en privat aktør foretar en direkteanskaffelse, er det få begrensninger av handlefriheten for hvordan anskaffelsen skal gjennomføres. Derimot vil alle anskaffelser være underlagt noen regler når det gjennomføres en anbudskonkurranse. En privat anbudskonkurranse må følge alminnelige anbuksrettslige regler. Dette er ulovfestede regler som gjelder når det ikke er avtalt at anskaffelsen skal følge et sett anbuksregler. I tillegg kan private aktører avtale at en anskaffelse skal følge et standardisert eller forhåndsavtalt oppsett for gjennomføring (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 133). Eksempler på standardiserte konkurranseformer er NS 8400 og NS 8410. Offentlige anskaffelser er regulert gjennom *lov om offentlige anskaffelser*, med tilhørende *forskrift om offentlige anskaffelser*.

### **2.11.1 Hva er private anskaffelser?**

En måte en privat aktør kan overholde de alminnelige anbuksrettslige reglene på, er ved å anvende NS 8400 eller NS 8410. De alminnelige anbuksrettslige reglene sammenfaller med NS 8400 og NS 8410. Disse er norske standarder som tar for seg gjennomføring av private anskaffelser i form av anbudskonkurranser i bygge- og anleggsprosjekter. Standardene angir prosedyrer for gjennomføring av konkurranse, herunder krav om at konkurransegrunnlag skal utformes etter NS 3450.

En hovedforskjell mellom private anskaffelser og offentlige anskaffelser er muligheten for kontroll i ettertid av gjennomført konkurranse. Det er ingen lover eller regler som gir allmenheten rett til innsyn i gjennomførte private konkurranse. Dette gjør det vanskelig å etterprøve i hvilken grad reglene for anbud er fulgt, om alle aktører har mottatt den samme informasjonen og hvilke vurderinger som er gjort av oppdragsvier i konkurransen.

### **2.11.2 Hva er en offentlig anskaffelse?**

Det offentlige er den største og viktigste byggherren i Norge (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 114). Anskaffelsesloven regulerer hvordan offentlige anskaffelser skal gjennomføres. Lovverket gjelder alle offentlige myndigheter og organer, inkludert prosjekter i privat regi som mottar offentlige tilskudd på mer enn 50% av kontraktens verdi (Dragsten, 2013, s. 83). Loven gir overordnede føringer og prinsipielle utgangspunkter om lovens formål. De mer konkrete reglene om gjennomføring av anskaffelser finnes i den tilknyttede forskriften.

Anskaffelsesforskriften er delt inn i seks deler. Del I angir alminnelige regler som gjelder alle anskaffelser. Del II angir regler for anskaffelser under EØS-terskelverdiene. Del III har regler for anskaffelser over EØS-terskelverdiene og del IV inneholder regler om enkelte særlige prosedyrer, herunder prosedyrer for «plan- og designkonkurranser», «bygge- og anleggskonsesjon» og «bygge- og anleggskontrakter for sosiale formål».

Anskaffelsene følger forskjellige prosedyrer som kan deles inn i:

1. Anbudskonkurranse («åpen» og «begrenset»)
2. Konkurranse med forhandling («ett-trinns» og «to-trinns»)
3. Konkurransepreget dialog

Hvilken anskaffelsesprosedyre som skal brukes avgjøres av om kontraktens verdi faller inn under anskaffelsens del II eller del III. Felles for alle anskaffelsesprosedyrene (over 100 000

norske kroner) er prinsippene om forholdsmessighet, konkurranse, likebehandling, forutberegnelighet og etterprøvbarhet (Nærings- og fiskeridepartementet, 2018a). I hovedsak medfører dette at prosjekter ikke kan gjennomføres med vesentlige endringer mellom konkurranse og kontrakt. Konkurranses grunnlaget må derfor være utformet entydig og definert, samtidig som uklarheter skal avklares før tildeling av kontrakt. Forskriften gir ingen eksplisitte krav til at Norske Standarder skal benyttes for gjennomføring, men i praksis vil konkurransegrunnlag utformes i stor grad lik NS 3450. Dersom det foretas «vesentlige endringer» ved konkurransegrunnlaget, kontraktsgrunnlaget eller en kontrakt (etter tildeling) skal prosjektet i utgangspunktet lyses ut på nytt. Samtidig er det verdt å merke seg at KOFA har forutsatt at endringer gjort innenfor de rammer som standardkontraktene åpner for ikke er problematiske under anskaffelsesregelverket (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 131).

I praksis medfører regelverket at alle tilbydere vil motta den samme informasjonen, de samme dokumentene og konkurrerer på like vilkår (Nærings- og fiskeridepartementet, 2018b). I tillegg skal alle konkurranser omfattet av forskriftens del II og del III annonseres gjennom databasen Doffin, ifølge Anskaffelsesforskriften §8-17 (Anskaffelsesforskriften, 2016). Alle spørsmål fra leverandører skal svares ut, og svaret skal formidles til alle mulige leverandører. Normalt gjennomføres derfor konkurranser ved å benytte et konkurransegjennomføringsverktøy, slik som KGV (EU-supply). Det er også krav om at alle beslutninger, valg og løsninger skal dokumenteres for å sikre etterprøvbarhet. Allmenheten har rett på innsyn i gjennomførte prosjekter og konkurranser i tråd med Offentleglova §3.

## **2.12 Anbudsprosessen**

Anbudsprosessen kan beskrives som en av de innledende fasene av et byggeprosjekt. Prosessen er normalt entreprenørens første steg inn i et byggeprosjekt, og foregår parallelt med byggherrens anbudskonkurranse. Hvor god tid som er avsatt til utarbeidelse av et tilbud ved en anbudskonkurranse varierer fra prosjekt til prosjekt. Dette bestemmes av byggherrens føringer for forespørselen/konkurransen. Det er hensiktsmessig for entreprenøren at utarbeidelsen foregår som en effektiv prosess. Samtidig må ikke effektiviteten forringe kvaliteten på tilbudet.

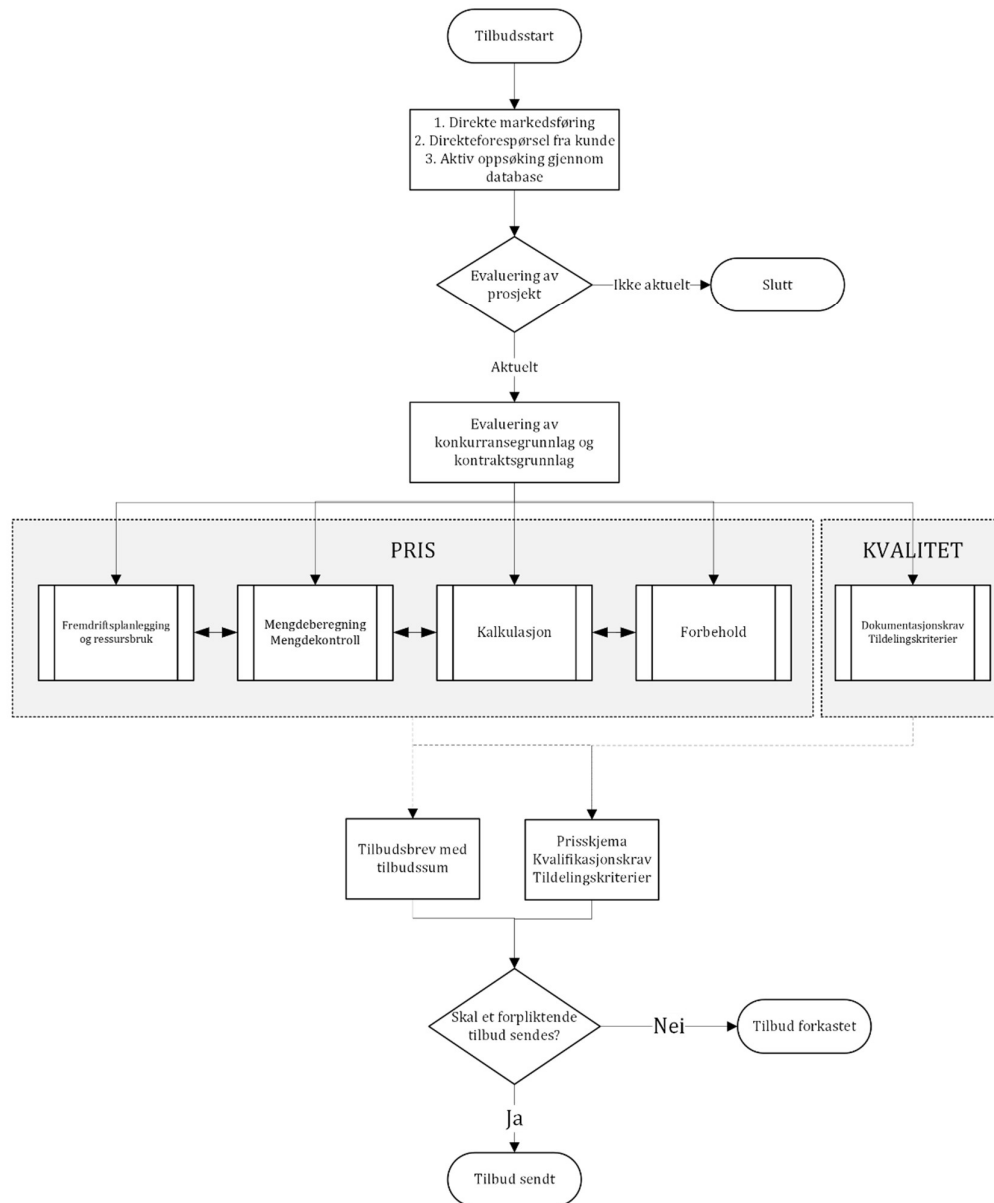
Det avsluttende i anbudsfasen er oversendelse av tilbudet til oppdragsgiver. Byggherren vil deretter vurdere tilbudet, og kontrahere entreprenøren til arbeidene.

Den klassiske bruken av kalkylen ved entrepriserettslige spørsmål er hvorvidt en type arbeid «var medtatt i tilbudet eller ikke» (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 242). Kontrakten regulerer gjennomføringen av bygge- og anleggsprosjektet, inkludert fordeling av ansvar. Det vil av den grunn være av særlig betydning for forståelsen av kontrakten at arbeidene er kalkulert grundig og på en entydig måte, slik at eventuelle misforståelser og feil kan oppklares (både internt i bedriften og mellom oppdragsgiver og leverandør) (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 169).

Kalkylen utgjør dermed både grunnlag for kontraktsdokumentene med juridisk virkning for entreprenøren, og utgjør en viktig bestanddel av entreprenørens økonomiske styringsdokumenter. Det er ikke uvanlig at blant annet endringsordrer, rapporter om fremdrift, kalkyler og timelister fremlegges som bevisførsel i domstolsbehandling av tvister innen entrepriseretten. Dette selv om alle nevnte dokumenttyper normalt er ensidig utarbeidet av entreprenør (avhengig av entreprisgjennomføringsmodell). Ulempen med slik bevisførsel er at byggherren har mindre kontroll over innholdet i slike bevis (Marthinussen et al., 2016, s. 391). Dokumenter som utelukkende er utarbeidet av én part vil ofte anses som mindre pålitelige bevismiddel enn referater fra møter eller korrespondanse som er signert/kvittert av begge parter. Allikevel vil dokumenter som tilbudskalkylen kategoriseres som «tidsnære» eller

«begivenhetsnære» bevis, og omtalt som «samtidig dokumentasjon» (HR-2018-1189-A). I HR-2019-1225-A (HAB-dommen) avsnitt 85 påpekte Høyesterett at «Høyesterett i flere avgjørelser har pekt på at begivenhetsnære bevis veier særlig tungt». Hver delfase i prosessen har derfor potensiale til å være både kostnadsdrivende og avgjørende for både entreprenørens endelige tilbudssum og prosjektets sluttoppgjør.

En anbudsprosess kan illustreres slik:



Figur 3 - Skisse av anbudsprosessen

### 2.12.1 Opstartsfasen

Det er i hovedsak tre måter en entreprenør kan begynne en anbudsprosess for et bygge- og/eller anleggsprosjekt.

1. Entreprenøren kan gjennomføre direkte markedsføring ved å aktivt oppsøke personer, virksomheter eller organisasjoner (heretter kalt oppdragsgiver/byggherre). Det er

ingen formelle regler for hvordan en entreprenør kan avgjøre hvem som er en potensiell oppdragsgiver. Det kan tenkes at entreprenører ringer oppdragsgiver uoppfordret og forespør om oppdragsgiver har til hensikt å gjennomføre et prosjekt. Alternativt kan entreprenør få kjennskap til planer eller prosjekter gjennom jungeltelegrafene, gjennom byggesaker i offentlig saksinnsyn eller media.

2. Entreprenøren kan selv bli oppsøkt av en oppdragsgiver som har til hensikt å gjennomføre et bygge- eller anleggsprosjekt. Ved en slik henvendelse kan entreprenøren eksempelvis bli invitert til å delta i en konkurranse med andre entreprenører, alternativt bli forespurt om å gi et tilbud direkte uten konkurranse.
3. Entreprenører kan aktivt oppsøke oppdragsgivere som har annonsert prosjekter gjennom ulike databaser eller "portaler" tilpasset formålet. Dette kan være kommersielle plattformer som [www.byggfakta.no](http://www.byggfakta.no) og offentlige databaser som [www.doffin.no](http://www.doffin.no).

Felles for de tre formene er at entreprenør befinner seg i en situasjon der oppdragsgiver har et ønske om å få et arbeid utført, og ønsker et tilbud på kostnader for ferdig utført arbeid. Det må derfor være forståelig for entreprenøren hva som inngår i arbeidene.

En naturlig første fase er å gjennomføre en innledende tilbudsevaluering. Evalueringen kan både gjennomføres konkret ved å formelt gjennomgå tilbudsforespørselen og dokumentere valg og avgjørelser (ved bruk av sjekklister eller andre styringsdokumenter) eller mer overordnet og uformelt (ved muntlig samtale eller lignende).

I denne evalueringen gjøres en gjennomgang av om entreprenør har kapasitet og gjennomføringsevne, om entreprenøren har behov for oppdrag og andre tilsvarende forhold (Sending, 2013b, s. 19). Det avgjøres hvorvidt prosjektet oppdragsgiver ønsker et tilbud på passer inn i de overordnede planene for bedriften, og entreprenøren vil normalt gjøre seg opp en mening av hvor prioritert utarbeidelse av et tilbud skal være (Sending, 2013b, s. 19). BAE-næringen er en konkjunkturbasert næring, og entreprenører kan oppleve liten og stor ordrerreserve (NOU 2015:1, 2015, s. 200). Det er derfor viktig at eventuelle prosjekter passer inn i entreprenørens strategiplan, og legger til rette for god økonomistyring (Sending, 2013b, s. 19). Prosjekter, både store og små, binder opp både ressurser og kapital i lengre perioder.

Et byggeprosjekt innebærer ideelt sett en prosjekteringsfase, utførelsesfase og driftsfase/reklamasjonsfase (DFØ, 2022a). Allikevel må det bemerkes at det er et relativt høyt konfliktnivå i bygge- og anleggsbransjen (Ibenholt & Kostøl, 2018, s. 3), og ettervirkningene av en tvist kan binde opp nøkkelpersonell i tvistesaker som varer over flere år. Det er derfor viktig at man kjenner forutsetningene for avgjørelser, og at det i hvert enkelt beslutningstilfelle er vurdert hvorvidt valg er holdbare i akkurat den situasjonen man vurderer (Sending, 2013b).

Videre må entreprenøren ta stilling til om underlaget er egnet for å utforme et tilbud. Dersom oppdragsgiver i tilbudsforespørselen har gitt eksplisitte føringer for presentasjonsform av tilbud, herunder enhetspriser, priser inndelt etter bygningsdeler (NS 3451), priser inndelt etter fag eller lignende, er entreprenøren avhengig av at kontraktsunderlaget er tilpasset byggherrens ønske. Det vil f.eks. være uheldig å prise en detaljbeskrivelse basert på NS 3420 dersom byggherren ønsker en totalentreprise (Standard Norge, 2017, s. 5). Dersom oppdragsgiver ikke har gitt noen føringer, vil entreprenør stå fritt til å bestemme en presentasjonsform som videre utarbeidelse av kalkyle baserer seg på.

## 2.12.2 Prissettingsmetoder

Entreprenøren må ta stilling til hvilken prissettingsmetode som skal anvendes for utarbeidelsen av tilbudet. En viktig forutsetning for bedriftens suksess er at de klarer å sette prisene slik at de bidrar til at virksomhetens salgs- og lønnsomhetsmål nås (Sending, 2013a, s. 298).

*Kostnadsorientert* prissetting er en metode der tilbudt pris skal dekke kostnader, både direkte (produksjonskostnad) og indirekte kostnader (stabsfunksjoner etc.) (Sending, 2013a, s. 150-154). Fordelen med metoden er en høyere sannsynlighet for at kostnader dekkes inn. Derimot kan metoden gi en mulig svakere markedsituasjon dersom andre har mer effektiv drift eller lavere priser. Metoden egner seg for å kalkulere prisen for konkrete entydige prisposter.

Enten benyttes bidragsmetoden for å basere prisen på variable kostnader, med tillegg for nødvendig dekningsbidrag, slik at målsatt fortjeneste kan oppnås (Sending, 2013a, s. 231).

$$\begin{aligned} & \underline{\text{Direkte materialer} + \text{Direkte lønn} + \text{Indirekte variable kostnader}} \\ & = \text{Variable tilvirkningskostnader} \\ & + \underline{\text{Indirekte variable kostnader for administrasjon og drift}} \\ & = \text{Totale variable kostnader} \\ & + \underline{\text{Dekningsbidrag}} \\ & = \text{Salgspris} \end{aligned}$$

Alternativt kan selvkostmetoden benyttes, der det tilføyes et tillegg for målsatt fortjeneste (Sending, 2013a, s. 228).

$$17 \text{ kr Selvkost} + 5 \% \text{ fortjeneste} = 17,85 \text{ kr}$$

*Konkurransorientert* eller *konkurrentbasert* prissetting er en metode der tilbudt pris forholder seg til markedsituasjonen (f.eks. gjennom overvåkning av konkurrenters priser), og lar disse prisene være utgangspunkt for egne priser. Dermed kan en tilby tilsvarende eller lavere priser enn markedets gjennomsnittspris (Sending, 2013a, s. 324). Metoden kan gi en bedre salgsposisjon med lavere priser enn konkurrentene. Derimot risikerer entreprenøren å ikke få dekning for utgifter.

*Markedsorientert* prissetting er en metode der tilbudt pris er den prisen markedet er villig til å betale (Sending, 2013a, s. 298). Dersom entreprenøren vet at han er den eneste entreprenøren som er forespurt, kan entreprenøren øke prisene uten at det nødvendigvis øker sannsynligheten for å ikke vinne anbudet. Metoden er spesielt aktuell dersom entreprenøren er den eneste som besitter nødvendig kompetanse for gjennomføringen av prosjektet.

*Strategisk* prising er en metode der tilbudt pris for eksempel er priset kunstig lavt, fordi entreprenøren ønsker å komme inn i et marked (Sending, 2013a, s. 324). Metoden kan gi innpass til byggherreorganisasjoner og gi prosjektreferanser som ved en senere anledning åpner for nye prosjekter (Sending, 2013a, s. 324). Samtidig legger metoden i stor grad opp til økonomisk tap ved gjennomføring av prosjektet (Sending, 2013a, s. 324).

*Taktisk* prising er en prissettingsmodell der enten tilbudt pris utnytter svakheter i konkurransegrunnlaget, feil mengder eller feil i postgrunnlag. Entreprenør kan også utnytte svakheter ved at poster som entreprenøren forventer vil pådra tilleggsarbeider prises høyt, og poster som entreprenøren antar vil falle bort fra kontrakten og gi byggherren fradrag prises lavt (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 369). Dermed kan den totale tilbudssummen representere korrekt verdi av kontrakt og dermed være konkurransedyktig målt opp imot konkurrerende tilbydere, samtidig som utførelsen av kontrakten kan slå meget gunstig ut for leverandøren.



Flere offentlige oppdragsgivere har innført forbud mot taktisk prising, da det ikke er noe lovregulert forbud mot dette. Taktisk prising vil kunne påvirke oppdragsgiver negativt, siden utgiftene ikke fremlegges for oppdragsgiver før det er for sent å trekke seg fra kontrakten (Lædre, 2006, s. 115). Taktisk prising har også potensiale til å vanskeliggjøre tilbyders mulighet for redelige konkurranser, og vil derfor på lang sikt kunne svekke leverandørens inntjeningspotensial.

### **2.12.3 Gjennomgang av konkurransedokumenter**

Det bør gjennomføres en kontroll av om nødvendig dokumentasjon er medtatt i konkurransen. Dersom det er definert at en konkurranse gjennomføres i tråd med en gitt standard eller prosedyre, må entreprenør påse at all nødvendig dokumentasjon er gjort tilgjengelig. Eventuell dokumentasjon som ikke er vedlagt etterspørres fra oppdragsgiver, for eksempel hvis det henvises til en ikke-vedlagt tegning. Mengden dokumentasjon som følger en tilbudsforespørsel vil kunne variere, både med kompleksitet, størrelse, entrepriseform og erfaring hos oppdragsgiver.

### **2.12.4 Entrepriseform**

Hvilken entrepriseform som brukes er avgjørende for utformingen av tilbudet. Tradisjonelt vil entrepriseform bestemmes av byggherren, normalt som en del av deres overordnede kontrakt- og prosjektstrategi. Entreprenøren står naturligvis fritt (merk at det ikke gjelder en offentlig anskaffelse) til å kunne tilby alternative entrepriseformer, og det vil være fordelaktig for byggherren om kontraktstrategien også er tilpasset leverandøren (Lædre, 2022, s. 23). Byggherren bør ved valg av entrepriseform ha tatt stilling til sin egen kompetanse og kapasitet, slik at riktig entrepriseform for hvert enkelt prosjekt velges. Det kan f.eks. for byggherren være "ugunstig å betale entreprenøren for å ta på seg å bli mer delaktig i prosessen, hvis byggherren er bedre eller vel så skikket til dette, og samtidig har den samme kapasiteten" (Lædre, 2022, s. 14). Dersom entreprenøren skal påta seg ansvar for prosjektering og styring vil entreprenør naturligvis kreve betalt for dette (Lædre, 2022, s. 18). Entreprenøren burde også vurdere byggherrens faglige kompetanse for prosjektering og styring av prosjekter. En byggherre som har gjennomført mange store prosjekter vil ha bedre forutsetninger for å besitte faglig kompetanse innen prosjektgjennomføring enn en byggherre som har utført få (Lædre, 2022, s. 18).

## **2.13 Utarbeidelse av tilbud**

### **2.13.1 Mengdeberegning**

Beregning av mengder omtales både som «uttak» og «kontroll». Uttak av mengder gjøres tradisjonelt ved avlesning fra eksempelvis PDF-filer eller DWG-filer. Ved totalentrepriser gjør entreprenøren en oppmåling av de prosjekterte løsningene, og supplerer med mengder som de selv ser er nødvendig for gjennomføring av kontrakten. Ved utførelsesentrepriser er det normalt å gjøre en kontroll av mengdene i beskrivelsen opp mot tegninger, for å avdekke eventuelle feil, uoverensstemmelser og mangler.

En annen metode er å anvende BIM for uttak av mengder. Ved å se på egenskapene til objektene i BIM-modellen kan entreprenøren enkelt hente ut lengder, volumer og andre enheter som deretter kan kontrolleres opp mot funksjonsbeskrivelse eller detaljbeskrivelse. Derimot kan metoden medføre utfordringer når de skal sammenlignes med informasjonen i detaljbeskrivelser. BIM vil normalt gi eksakte mengder. NS 3420 vil ta høyde for overlapp, kapp og svinn. Problematikken kan løses med koding av script, som tolker informasjonen i modellen

korrekt. En forutsetning for mengdeuttak ved bruk av BIM er at det er en omforent forståelse av målingsreglene for BIM-modellen (Standard Norges komité 379, 2020, s. 26).

### **2.13.2 Ressursforbruk og fremdriftsplanlegging**

Et prosjekt binder opp kapital og ressurser. Både fordeler og ulemper av dette må hensyntas i kalkylen.

Prosjekter som går over lengre tid, der like arbeidsoperasjoner utføres gjentatte ganger, kan gi entreprenøren stordriftsfordeler som reduserer kostnadene for enkeltposter. Hvis det f.eks. skal monteres 100 like vinduer vil erfaringer fra tidligere monteringer gjøre arbeidene mer effektive etter hvert som prosjektet pågår.

Samtidig må entreprenøren være sikker på at han har tilgang på de ressursene som er nødvendig for gjennomføringen av både det pågående, og andre prosjekter. Et prosjekt med 100 vinduer kan gjøre at entreprenøren ikke kan påta seg andre jobber, fordi alle tømmerne benyttes på ett prosjekt. Dette kan gjøre entreprenøren sårbar for svingninger i markedet, og entreprenører vil risikere å stå uten arbeid etter endt prosjekt.

### **2.13.3 Risikoanalyse og usikkerhet**

Usikkerhet er en klar prisdrivende faktor. Når det skal tas valg og avgjørelser der utfallet av valgene ikke er kjent, behøves det prinsipper og metoder for å gjøre gode valg. Arbeidet til en kalkulatør skal både legge til rette for at bedriften oppnår driftsinntekter som overstiger driftsutgiftene, for både prosjektets direkte og indirekte kostnader. Samtidig skal tilbudt pris til kunden være så konkurransedyktig at den "vinner" over konkurrerende tilbud. Kalkulatøren er avhengig av en kontrollert risikostyring, slik at risiko balanseres med andre hensyn.

Risiko kan grovt deles inn i to: Risiko for uønskede hendelser/tap (kostnader) og risiko for ønskede tilstander eller verdiskapning (nytte) (Aven, 2015, s. 38). Det er avgjørende for en vellykket kalkulasjon at den som kalkulerer har bevissthet rundt begge mulige utfall. Ved kalkulasjon av bygge- og anleggsprosjekter har vi valgt å dele risikobildet inn i to hovedgrupper.

### **2.13.4 «Abstrakte» prisdrivere**

Rehabiliteringsprosjekter medfører tradisjonelt økt risiko at det ikke er slik at det fysiske arbeidsunderlaget "er slik entreprenøren hadde grunn til å regne med ut fra kontrakten" (Standard Norge, 2008). Eksempelvis kan veggene vise seg å være konstruert på en annen måte enn det som var antatt. Dersom det i kontrakten avtales at entreprenøren skal bære risikoen for slike forhold vil det normalt medføre at risikoen prises inn som en egen post eller fordeles på prosjektets poster som helhet. Det kan også være at entreprenøren har dårlige erfaringer med byggherren fra tidligere eller usikre kontraktsvilkår. Prissetting av «abstrakte» prisdrivere må gjøres konkret i hvert enkelt tilfelle, og gjøres «utenfor» hver enkelt postberegning. Deretter vil risikopremien enten fordeles jevnt på alle poster eller legges inn som en egen «risiko-post».

### **2.13.5 «Konkrete» prisdrivere**

En typisk risiko ved kalkulasjon av utførelsesentrepriser er når en kalkulatør beregner prisen for en post som er ufullstendig utfylt, enten ved feil bruk av beskrivelsestekster eller det som kalles «uteglemte poster». Utfallet av usikkerheten har potensiale til å gi utfall både som fortjeneste og kostnad. Entreprenøren kan velge å medta posten i sitt tilbud, med risiko for at en annen tilbyder ikke har medtatt posten, og dermed ikke «vinne jobben». Alternativt kan

entreprenøren velge å ikke medta posten, med strategi om å fremme krav om ekstra vederlag i ettertid av kontraktsgnering eller utførelse i form av en endring. Dersom sistnevnte metode benyttes må entreprenøren bære risikoen for om byggherren godtar endringen eller ikke.

Det er ulike tilnærminger til hva som er risiko. Den typiske ingeniør-metoden benytter en matematisk fremstilling der sannsynlighet multipliseres med konsekvens. Til forskjell er den klassiske økonomi-metoden typisk mer opptatt av usikkerheten knyttet til utfallet (Aven, 2015, s. 41). Dette kan f.eks. være gjennom en «kost-nytte»-analyse. I en kalkyle er det uunngåelig at begge metodene møtes, og at de sammen definerer hvilken *risikopremie* eller risikoavsetning entreprenøren tillegger prosjektet (og som dermed utgjør en økt kostnad for byggherren).

### **2.13.6 Kalkulasjon**

Et av målene med kalkulasjonsprosessen er blant annet å beskrive og definere kostnader for en komplett ferdig leveranse, der produkter og kunder blir belastet med kostnader i samsvar med deres forbruk av ressurser (Gjønnes & Tangenes, 2014). Entreprenøren ønsker å identifisere og estimere *beslutningsrelevante kostnader* relativt treffsikkert, slik at entreprenørens kan anslå et prosjekts effekter på både resultat og verdi.

En god kalkyle for et tilbud på et bygge- eller anleggsprosjekt er en forkalkyle entreprenøren er trygg på, laget slik at uforutsette kostnader og utgifter i så stor grad som mulig er forespeilet. Kostnader og utgifter innebærer både «abstrakte» og «konkrete» prisdrivere. Egenkalkulasjon bør inneholde en korrekt vurdering av både variable og faste kostnader. De variable kostnadene utgjør mesteparten av kalkylen, og må således vurderes konkret (Holm, 1990, s. 162). Det er ulike metoder for utforming av en kalkyle. Valg av kalkyletype vil avgjøres av en rekke faktorer, som kompleksitet på prosjektet, hvor detaljert og gjennomført beskrivelsen av arbeidene er, oppdragsgivers ønsker for utforming av tilbudet eller entreprenørens egne valg av presentasjonsform, tilbudets interne prioritering internt i bedriften og hvor god tid entreprenøren har til utarbeidelse av tilbud. Det viktigste er at kalkylen uavhengig av metode representerer en metode for dekning av kostnader, som materialkostnad, lønnskostnader og sosiale utgifter m.m. I tillegg skal kalkylen ta høyde for og dekke inn kostnader i forbindelse med tilbud og eventuell risiko i prosjektet, i tillegg til entreprenørens fortjeneste.

Det er ingen gitt fasit for kalkylemetode, og det er en rekke former for kalkyler. Under er relevante metoder for denne oppgaven beskrevet.

### **2.13.7 Selvkostkalkyle**

Kalkylen tar utgangspunkt i å beregne den faktiske kostnaden for varen eller tjenesten som skal leveres med selvkostmetoden for prissetting (Sending, 2013a, s. 228-229).

### **2.13.8 «Pekefingerregelen»**

Metoden er definert av Norges Byggmesterforbund ved Egil Amundsen som at man "holder pekefingeren opp i lufta og tipper en sum" (Amundsen, 1990). Metoden er ikke en faktisk måte å kalkulere på, men blir benyttet når grunnlag for vurdering av pris ikke foreligger (Amundsen, 1990).

### **2.13.9 Erfaringstallmetoden**

Erfaringstall kan benyttes som grunnlag for kalkylens priser. Dersom en entreprenør har gjennomført arbeider av tilsvarende art og omfang som kunden ønsker utført, kan entreprenøren sitte på gode erfaringstall for faktiske kostnader. Dette kan både være i form av «pris per kvadratmeter bygget idrettshall» eller som «pris per løpemeter (av en bestemt type) vegg». Utslagsgivende for hvor godt egnet en slik kalkulasjonsmetode er, er entreprenørens tidligere erfaringer og datagrunnlag. Dersom entreprenøren har gjennomført mange

idrettshaller tidligere besitter de sannsynligvis et godt grunnlag for å anslå pris. Dersom det er første eller andre gang de skal bygge en idrettshall vil en slik metode naturligvis gi mer usikkerhet (Gjønnnes & Tangenes, 2014). Det er ikke uvanlig å benytte erfaringstall for hvor stor prosentandel av den totale kontrakten rigg og drift utgjør når rigg og drift skal prises.

#### **2.14 Tilbudssum**

Felles for alle kalkyler i bygge- og anleggsprosjekter er at de utgjør grunnlaget for entreprenørens prosjektbudsjett og prosjektregnskap, som igjen direkte påvirker entreprenørens totale budsjett og regnskap (Gjønnnes & Tangenes, 2014). Kalkulasjonen vil i de fleste tilfeller "i svært stor grad måtte basere seg på de opplysninger byggherre har gitt, typisk i et konkurransegrunnlag" (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 240).

Tilbudssum utgjør til slutt en tilbudt pris som dekker inn alle kostnadsdrivende og kostnadsreducerende bidrag fra alle de andre delfasene/prosessene i anbudsprosessen.

### **3 Benyttet og omtalt programvare**

**Solibri** – Programvare for kvalitetskontroll av BIM-modeller. Programmet kan benyttes til visning, mengdeuttak, kollisjonskontroller m.m.

**Autodesk Revit** – Modelleringsprogram for bygningsinformasjonsmodeller, utviklet for arkitektur, konstruksjon og tekniske fag.

**Dalux BIM-viewer.** – Visningsprogram for BIM-modeller, utviklet av Dalux.

**Holte SmartKalk** – Kalkulasjonssystem for bygg og anlegg, utviklet av Holte.

**Bluebeam Revu** – Programvare for visning og redigering av PDF-filer, spesielt utviklet for bruk innen bygg og anlegg (inkludert verktøy for sammenligning av dokumenter og mengdetaking)

## **4 Metode**

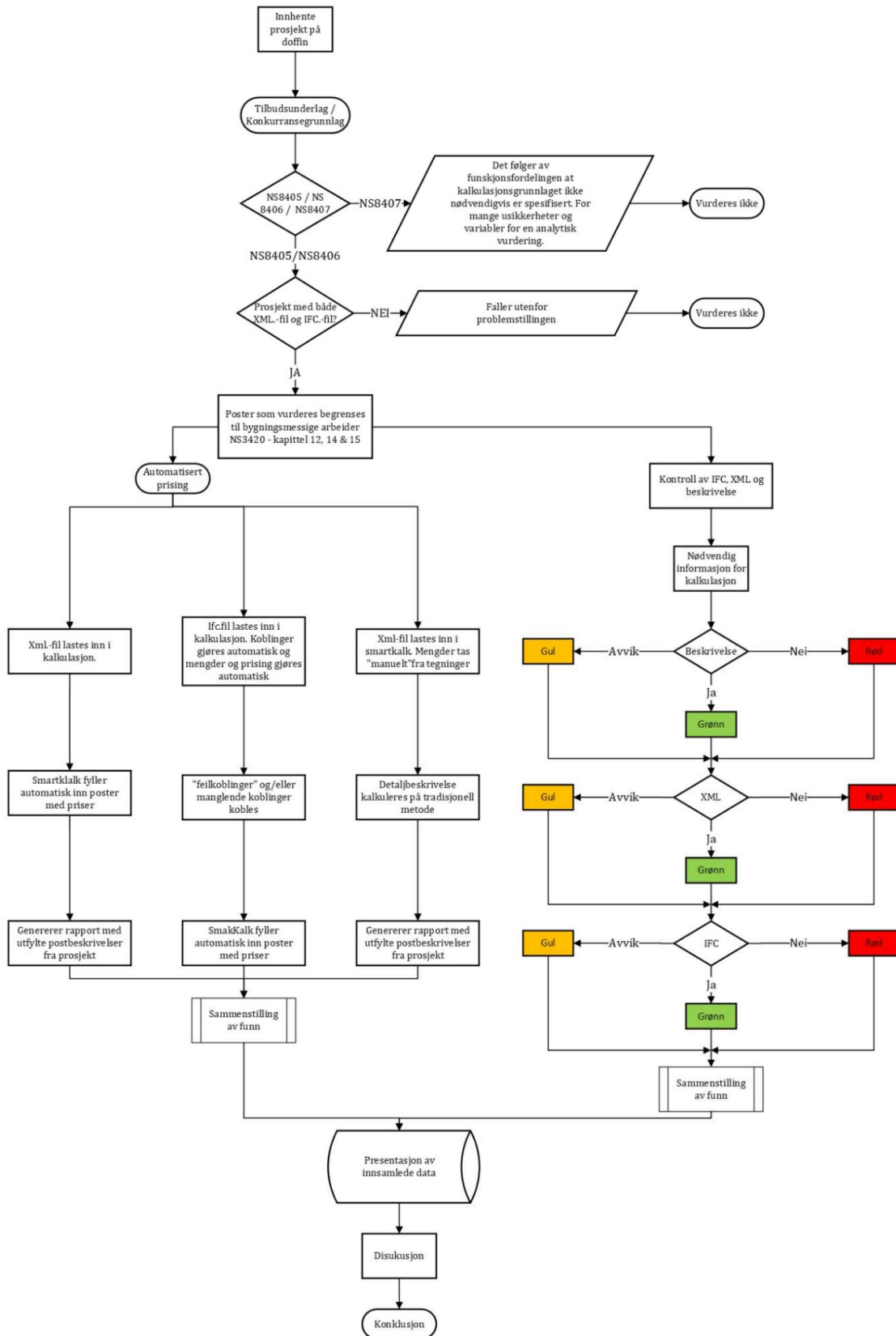
### **4.1 Undersøkellesmetoder**

Undersøkelser har som formål å samle inn empiri, som er data og informasjon om virkeligheten (Jacobsen, 2022, s. 13). Empiri utledes som regel ved at teorier og spekulasjoner om virkeligheten formuleres på en måte som gjør at data innhentet fra virkeligheten kan begrunne om det man har undersøkt er sant eller usant (Jacobsen, 2022, s. 13). For at empirien skal være valid og reliabel er det viktig å velge rett metode, slik at problemstilling blir besvart og konklusjon kan dekkes av innsamlet data og informasjon. Det er også viktig at data behandles og tolkes etter ett sett kriterier, slik at vi får sikre svar som kan diskuteres og undersøkelsen kan etterprøves av andre (Jacobsen, 2022, s. 14).

Kvantitativ metode er innsamling av data innenfor et tema, hvor man samler data fra en stor mengde analyseenheter (Jacobsen, 2022, s. 263). Hver enkelt analyseenhet produserer en begrenset mengde data som i og for seg selv ikke gir noe grunnlag for å trekke konklusjoner, men som i et helhetlig perspektiv vil bidra til å danne mønster og statistikk som man kan trekke konklusjoner fra. Grunnet den store mengden analyseenheter baseres ofte kvantitative undersøkelser på spørreskjema med lukkede svaralternativer (Jacobsen, 2022, s. 263). Siden mulighet for å gjøre endringer er små når undersøkelsen først er i gang er det viktig med god planlegging i forkant, hvor man utformer konkrete spørsmål som ikke kan mistolkes eller gi tvetydige svar (Jacobsen, 2022, s. 264).

Kvalitativ metode dreier som om innsamling av data fra få, aktuelle analyseenheter. Denne dataen omhandler egenskaper eller kjennetegn, og samles ofte inn i form av tekster og ord (Jacobsen, 2022, s. 157), i motsetning til kvantitative data som innsamles som mengder og tall. Datainnsamlingen skilles mellom primærdata, som er data utledet av de som utfører undersøkelsen, og sekundærdata, som er samlet inn fra eksterne kilder som forskningsartikler eller databaser (Jacobsen, 2022, s. 67). Det finnes mange forskjellige metoder for innsamling av kvalitativ data, og det er derfor viktig å velge rett fremgangsmåte for undersøkelsen for å sikre gyldighet og pålitelighet. Dette krever en nøye planlagt fremgangsmetode for innsamling av primærdata, og riktige kildekriterier for innsamling av sekundærdata.

## 4.2 Valgt undersøkellesmetode



Figur 4 - Skisse av metoden i oppgaven

### **4.3 Casestudie**

Hensikten med denne oppgaven var å finne ut om BIM egner som kalkulasjonsgrunnlag for beregning av kostnader i en utførelsesentreprise. Videre ble det undersøkt om entreprenør kan anvende BIM-modell som grunnlag for å utføre automatisk prising av modellens IFC-fil. For at dette skal være en mulighet er det nødvendig at modelleringen fra oppdragsgiveren er såpass detaljert og konsekvent at man kan utlede et realistisk og korrekt estimat. Dette gjør det mulig å enten tilføye manglende informasjon til modellen, eller så kan modellen (dersom detaljeringsgraden er høy) kobles direkte i kalkulasjonsprogram med tilhørende prisdatabase.

For å svare på problemstillingen er det undersøkt et eksisterende prosjekt, for å finne ut om det er mulig og hensiktsmessig å bruke prosjektets vedlagte IFC-modell, slik at en automatisk generert kalkyle fra modellen stemmer overens med tilbudssum fra leverandører. Det er også undersøkt om automatisk prising av XML-filen er mulig. Dette er en kvalitativ tilnærming, med casestudie som undersøkelsesmetode. Oppgaven går i dybden på én case, og henter ut informasjon som kan drøftes.

De forskjellige fasene i vårt casedesign er basert på Robert K. Yins fem komponenter for gjennomføring av caseundersøkelser, beskrevet i boken «Case Study Research: Design and Methods» (5. utgave, 2014). I følge Yin handler de første to fasene i casedesign henholdsvis om utforming av oppgavens problemstilling og teoretiske antakelser (Johannessen et al., 2016, s. 206).

I denne oppgaven er problemstillingen utledet fra temaer som effektivisering i planleggingsfasen av prosjekter, funksjonalitet, og potensiale ved bruk av BIM. Det er formulert en problemstilling som ønsker å undersøke nåværende status og funksjonalitet ved kostnadsberegninger med BIM som grunnlag. Grunnet økende kompleksitet og informasjonsmengde i dagens prosjekter er det en nødvendig med økt kompetanse innenfor bruk av BIM. I 2016 utførte Bygg21 en undersøkelse som viste at digitale produktsøk, logistikk, vareflyt og dokumentasjon var i for liten grad anvendt, og at det er behov med videre arbeid i digitaliseringsprosessen (Bygg21, u.å.).

Kostnadsberegning med BIM som grunnlag er en praksis som ikke enda er optimalisert, men er et viktig steg i effektiviseringen av BAE-næringen. BIM kan bidra til reduserte kostnader og tidsbruk i prosjekter. Ved å undersøke problemstillingen får vi mulighet til å få innblikk i hva det er som kreves for å effektivisere med BIM, og hvilke tiltak som må tas i bruk i modelleringsfasen for å oppnå et godt kostnadsestimat.

#### **4.3.1 Analyseenheter og utvalgsstrategi**

Tredje og fjerde fase i casedesignet handler om henholdsvis analyseenheter og utvalgsstrategi (Johannessen et al., 2016, s. 206). Undersøkelsen i oppgaven kan defineres som enkeltcasedesign, med flere analyseenheter.

Opgaven analyserer kostnadsestimering for et prosjekt ved bruk av ulike metoder (blant annet med BIM-modell som grunnlag), og forskjellen i resultatet ved de ulike metodene. Samtidig sammenlignes informasjon om prosjektets bygningsdeler, og om detaljeringsgraden varierer mellom detaljbeskrivelse, XML-fil og IFC-modell. Det er brukt totalt fire analyseenheter, henholdsvis automatisk prising ved bruk av et prosjekts XML-fil, automatisk prising ved bruk av prosjektets ARK IFC-fil, prising ved manuell utfylling i Holte SmartKalk med detaljbeskrivelsen som grunnlag, og til sist sammenligning av informasjonen man finner i de forskjellige filformatene som følger prosjektet.



| Rammebetingelser for valg av caser |  |
|------------------------------------|--|
| Portal for innhenting              | Doffin.no  |
| Kontraktsform                      | NS 8405 eller NS 8406  |
| CPV-kode                           | 45400000 (Bygge- og anleggsvirksomhet, Ferdigstillende bygningsarbeid) |
| Dato kunngjøring av prosjekt       | 01.01.2023-28.02.2023  |
| Kostnad prosjekt                   | 3-25 millioner NOK   |
| Vedlegg                            | Beskrivelse, (ARK) IFC, XML  |

Tabell 12 - Rammebetingelser for valg av caser

| Rammebetingelser for analyseenheter  |  |
|--------------------------------------|--|
| Analyserte poster                    | NS 3420 – kapittel 12 tømmerarbeider, 14 vinduer og 15 dører |
| Tradisjonell mengdeuttaksprogramvare | Bluebeam Revu  |
| Kalkulasjonsprogram                  | Holte SmartKalk  |
| Program for kontroll av IFC          | Solibri  |
| Visuell dobbeltkontroll av IFC       | Dalux  |

Tabell 13 - Rammebetingelser for analyseenheter

Prosjektet som brukes er hentet fra «Doffin.no», der alle nasjonale offentlige anskaffelser blir publisert. Søkekriteriet i databasen for å sikre relevante prosjekter var publisering under kategorien «Bygge- og anleggsvirksomhet, Ferdigstillende Bygningsarbeid» med CPV-kode 45400000. Kunngjøringsdatoen var avgrenset til mellom 01.01.2013 og 28.02.2023. Når et aktuelt prosjekt ikke har IFC og/eller XML, er det mulig å kontakte oppdragsgiver og etterspørre dette. Prosjektet måtte være en utførelsesentreprise basert på «NS 8405» eller «NS 8406».

Prosjektet som brukes hentes fra «Doffin.no», der alle nasjonale offentlige anskaffelser blir publisert. Grunnen til at vi velger et offentlig prosjekt er for å sikre oppgavens etterprøvnbarhet. Søkekriteriet i databasen for å sikre relevante prosjekter er at offentlige anskaffelser er publisert under kategorien «Bygge- og anleggsvirksomhet, Ferdigstillende Bygningsarbeid» med CPV-kode 45400000. Vi vil lete etter prosjekter med kunngjøringsdato fra 01.01.2013 og frem til 28.02.2023. Viser det seg at et aktuelt prosjekt mangler IFC og/eller XML, er det mulig å kontakte oppdragsgiver og etterspørre dette.

Totalentrepriser er ikke en del av casestudien. Det følger av funksjonsfordelingen til «NS 8407» at kalkulasjonsgrunnlaget ikke nødvendigvis er detaljert spesifisert. Dette gir for mange usikkerheter og variabler for en objektiv analytisk vurdering.

| Filtervalg ved søk i Doffin    |  |
|--------------------------------|--|
| Fylker og kommuner             | Alle   |
| Kunngjøringstype               | Alle   |
| Publikasjonstype               | Alle   |
| Inkluder utgåtte kunngjøringer | Huket av   |
| Kategorier (CPV koder)         | 45400000 (Bygge- og anleggsvirksomhet, Ferdigstillende Bygningsarbeid) |
| Doffin referanse               | Ingen  |
| Tilbudsfrist fra               | Ingen  |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Tilbudsfrist til     | Ingen      |
| Kunngjøringsdato fra | 01.01.2023 |
| Kunngjøringsdato til | 28.02.2023 |

Tabell 14 - Filtervalg ved søk i Doffin

For å avgrense oppgavens omfang måtte prosjektets størrelse tas i betraktning. Postene som er analysert er bygningsmessige arbeider. Utgangspunktet var et prosjekt med prisantagelse mellom 3 og 25 millioner NOK. Det å se på alle postene er være en uforholdsmessig stor oppgave, og krever forkunnskaper om spesialiserte og tekniske fag. Det ble derfor avgrenset til typiske «tømmerarbeider». Med disse rammebetingelsene for utvalg av prosjekt ble *Skøyenkroken 11* valgt. Prosjektet var også aktuelt for MBF, som leverte tilbud i den offentlige anskaffelsesprosessen.

Prosjektet går ut på å bygge om eksisterende næringslokaler til boligformål for Boligbygg Oslo KF. Vårt samarbeid med MBF legger da til rette for at vi kan bruke deres tilbudssum for sammenligning med resultat av automatisk prising av prosjektet. I tillegg kan øvrige tilbyderes tilbudssummer analyseres ved å innhente anskaffelsesdokumenter med dokumentinnsyn.

#### 4.3.2 Automatisert og manuell prising

Det er benyttet to metoder for automatisert prising av *Skøyenkroken 11* i Holte SmartKalk. Det er også brukt én metode der detaljbeskrivelsen er priset «tradisjonelt» i Holte SmartKalk. Mengdene er da tatt «manuelt» fra tegninger, ved bruk av Bluebeam Revu. Sistnevnte metode er gjennomført av Moderne Byggfornyelse, og tilbudet deres er brukt for sammenligning med de automatisk genererte kostnadene, hovedsakelig for å se i hvilken grad vedlagt IFC-modell er egnet for automatisk prising med kobling mot kalkulasjonsprogram.

Automatisk prisede kalkyler lages ved at prosjektets XML- og IFC-fil lastes inn i Holte SmartKalk. XML-filen lastes inn i kalkulasjonen, og Holte SmartKalk fyller automatisk inn poster med priser fra sin egen prisbase. Deretter genereres en rapport med utfylte postbeskrivelser fra prosjektet, kalt kalkyle.

IFC-filen vil også lastes inn i kalkulasjonen, og kobles slik at automatiske mengde- og prisberegninger kan gjøres. Feilkoblinger og/eller manglende koblinger mellom elementer fra IFC-modell og Holtes prisdatabase kommer opp i en dialogboks. Deretter utbedres manglende koblinger, før Holte SmartKalk automatisk priser postene.

Begge disse metodene vil generere en liste med individuelt, prisede poster med koder fra NS 3420. Til sammen utgjør disse totalsum for hele prosjektgjennomføringen (av kapittel 12, 14 og 15). Det må forventes at noen poster ikke blir priset og at det er generelle avvik som fører til feilprising av poster. Resultat av prisede poster, avvik og ikke prisede poster er ført i tabell, og sammenlignet med den manuelle prisingen av postene som Moderne Byggfornyelse har gjennomført. Avvik kan føre til at noen poster blir «feilpriset», så det ble også gjort en prissammenligning av enkeltposter.

#### 4.3.3 Kontroll av IFC, XML og beskrivelse

Til slutt vil informasjonen som finnes i prosjektets vedlagte IFC-, XML- og PDF-fil systematisk kontrolleres. Detaljeringsgraden av nødvendige data som følger i de forskjellige filene er sammenlignet og ført inn i tabell.

| Kapittel                      | Bygningsdel           | Nødvendige data | PDF                       | XML                       | IFC                       | Kommentar          |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| Kapittel i detaljbeskrivelsen | Spesifikk elementkode | Postbeskrivelse | Er informasjon til stede? | Er informasjon til stede? | Er informasjon til stede? | Kommentar til funn |

Tabell 15 – Systematisering av informasjon

#### 4.4 Generaliserbarhet

Kvantitativ forskning har lenge vært regnet som den forskningsmetoden som er best egnet for å finne generaliserbar informasjon (Morse, 1999, s. 5), da kvalitative undersøkelser gjerne fokuserer på intern validitet i stedet for å finne informasjon som kan generaliseres (Merriam, 1995, s. 57). Det finnes likevel mange problemstillinger som ikke egner seg for kvantitative undersøkelser hvor man ønsker å finne generaliserbar informasjon. For å utlede generaliserbare påstander ved kvalitativ forskning har man som mål å finne informasjon om et tema ved å undersøke én eller flere caser, og deretter bestemme om informasjonen kan overføres til lignende, ikke-analyserte caser. Informasjon som hentes fra hver case skal kunne brukes til å enten understøtte eller motsi undersøkelsens hypotese (Morse, 1999, s. 5).

I motsetning til kvantitativ forskning er det større rom for feiltolkning ved kvalitativ forskning. For begge forskningsmetodene er det rom for feil ved undersøkelses planleggingsfase, når man bestemmer analyseenheter og utvalgsstrategi. Kvalitativ forskning skiller seg ut ved at utførende i større grad må sy sammen resultatet, danne påstander og bestemme påstandenes validitet og reliabilitet. Dette er til syvende og sist avgjørende for generaliserbarheten. Siden kvantitativ data er statistisk bestemt kreves det ikke at resultatet bearbeides og analyseres i like stor grad.

I denne oppgaven er det valgt å undersøke bare én case, *Skøyenkroken 11*. Ved å kun se på én case er det særdeles viktig at utvalgsstrategien er nøye planlagt og at man setter kriterier for casen som sikrer at resultatet kan anvendes til å svare på problemstillingen. Dette er direkte knyttet til utvalgsstrategi og analyseenheter, og bidrar til å unngå feilaktig statistisk generalisering, som innebærer at informasjon som er unikt for en case blir brukt til å beskrive andre enheter hvor denne informasjon ikke nødvendigvis er gyldig (Jacobsen, 2022, s. 111).

Når man gjennomfører casestudien undersøker man ofte mer enn én case, slik at man kan sammenligne resultatet på tvers av flere, uavhengige caser. Med en felles konklusjon på tvers av flere uavhengige caser, er det større sannsynlighet for at informasjonen også kan generaliseres til andre ikke-undersøkte caser (Jacobsen, 2022, s. 111).

Til tross for dette vil én case vil være nok til å undersøke oppgavens problemstilling, da problemstillingen er et såpass åpent spørsmål som sannsynligvis har argumenter, både for og imot. Ønsket er ikke å danne konkrete påstander i denne oppgaven, men å undersøke hvorvidt entreprenører kan anvende BIM-modeller utformet av byggherre for kalkulasjon av utførelsesentrepriser.

I tillegg er det viktig å påpeke at bygge- og rehabiliteringsprosjekter er såpass forskjellige at det ikke nødvendigvis er hensiktsmessig å sammenligne resultat mellom flere caser, og at en har mulighet til å danne påstander fra all informasjon man henter ut fra én casestudie. Spørsmålet er i hvilken grad påstandene man utleder fra informasjonen er konkret eller vag.

## **4.5 Validitet og reliabilitet**

Det er særdeles viktig at vurdering av validitet og reliabilitet for en undersøkelse gjennomføres ved bruk av kvalitativ metode, da det er fare for at personen som gjennomfører undersøkelsen feiltolker data eller kommer frem til forutinntatte konklusjoner. Validitet handler om sannhet og nøyaktighet av vitenskapelige funn, hvorav reliabilitet handler om de vitenskapelige funnernes stabilitet og om gjentagelse av forsøket vil føre til samme resultat (Brink, 1993, s. 35).

Validitet kan deles inn i to kategorier; intern validitet, som handler om hvorvidt de vitenskapelige funnene er nøyaktige for den undersøkte casen. Den andre er ekstern validitet, som i hovedsak er hvorvidt de vitenskapelige funnene er generaliserbare for andre, ikke-undersøkte caser (Merriam, 1995, s. 53).

I casen *Skøyenkroken 11* er det lett å argumentere for at den interne validiteten er god, da det som undersøkes ikke er komplisert og tilsørt. Den automatiserte prisingen av XML og IFC har få og konkrete steg, med lite rom for feilutførelse. Den tradisjonelle prisingen er utført av en bedrift som daglig arbeider med å legge inn tilbud i en anbudsprosess. Til slutt handler informasjonskontroll på tvers av de forskjellige filformatene kun om å kartlegge om informasjonen er til stede eller ikke.

Det er med andre ord liten sannsynlighet for at det er feil i fremgangsmetoden for undersøkelsen av analyseenhetene. Det samme gjelder reliabilitet, da å gjennomføre undersøkelsen på trolig ville gitt et tilsvarende resultat. Når det gjelder ekstern validitet er det umulig å si om en ville endt opp med samme konklusjon om det ble undersøkt et annet vilkårlig prosjekt. Uten lovpålagte krav til BIM-modeller som legger til rette for at modellen skal kunne være anvendbar for beregninger finnes det for mange variabler som har innvirkning på modellens kvalitet. Disse variablene kan f. eks være hvem som er byggherre, hvem som har prosjektert og laget BIM-modellen, størrelse på prosjekt, type prosjekt med mer.

Det er likevel mulig å trekke noen generelle konklusjoner rundt bruken av BIM som kalkulasjonsgrunnlag, til tross for at oppgaven bare ser på én case. Dette fordi resultatet klart indikerer nivået av modelleringsprosessen fra byggherrens side.

## **4.6 Litteraturstudie/litteratursøk**

### **4.6.1 Søkemotor, med søkeord og databaser**

Litteratursøket er gjort med hensikt om å systematisk innhente og gjennomgå så mye som mulig av relevant sekundærdata til oppgavens problemstilling. Samtidig har det blitt lagt vekt på dokumentering og strukturell innhenting av litteraturen, for å oppnå varige muligheter for etterprøvbarehet. Litteraturen undersøkt i oppgaven tar for seg BIM og kalkulasjonsprosessen, samt delvis anskaffelser og entrepriser.

For å innhente sekundærdata har søkemotorene Oria, Google Scholar, UiS Brage, USN Open Archive, og Norsk Standard blitt benyttet.

### **4.6.2 Oria**

Oria er en søkemotor for å søke i norske fag- og forskningsbiblioteks ressurser (UNIT, u.å.). Dette består blant annet av bøker, artikler, tidsskrifter, musikk, filmer og elektroniske ressurser (UNIT, u.å.). De ulike institusjonene tilbyr egne søkemotorer som begrenser seg til ressursene institusjonen selv har tilgang på, men det er også mulig å utvide søket til å gjelde for andre norske fag- og forskningsbiblioteker (UNIT, u.å.).

### 4.6.3 Google Scholar

Google Scholar er en database som har tilgang til vitenskapelig litteratur på tvers av mange disipliner, fra akademiske forlag, universiteter, nettarkiver og andre nettsteder (Google Scholar, u.å.).

### 4.6.4 UiS Brage

Universitetet i Stavangers publiseringsarkiv for vitenskapelige publikasjoner (Universitetet i Stavanger, 2023).

### 4.6.5 Open Archive USN

Universitetet i Sørøst-Norges arkiv for faglige og vitenskapelige publikasjoner (Universitetet i Sørøst-Norge, u.å.).

### 4.6.6 Standard Norge

Standard Norge utvikler og forvalter standarder i Norge, og har enerett på å utgi Norsk Standard (Standard Norge, 2022f). Standard Norge er en privat og uavhengig medlemsorganisasjon med enerett til å utgi Norsk Standard (Hofstad, 2021). Standard Norge har ansvar for standardiseringsoppgaver i Norge på alle områder unntatt elektro- og telestandardisering (Hofstad, 2021). Norsk Standards side med alle publikasjoner, standarder og veiledere.

### 4.6.7 Metode for kildekritikk i oppgaven

Gjennom litteratursøket har kildekritikk vært et sentralt prinsipp. Siden mye av litteraturen er sekundærdata, baserer de seg i stor grad på tolkning og argumentasjon fra andre fagpersoner. Derfor var det behov for et verktøy for vurdering av sekundærdataene. I denne oppgaven er det benyttet hjelpemiddelet TONE for å kvalitetssikre kildekritikken. TONE bygger på prinsippene Troverdighet, Objektivitet, Nøyaktighet og Egnethet (Overland, 2018).

TONE bygger på disse prinsippene:

- Troverdig: Kan man stole på kilden? Her er det lurt å se nærmere på hvem er som er forfatter, og hvem som står bak siden hvor kilden er publisert.
- Objektiv: Er kilden nøytral? Det er viktig at kilden ikke prøver å overbevise om et bestemt synspunkt. Viktige spørsmål knyttet til objektivitet er hva som var forfatterens hensikt med teksten. Om hensikten er å informere på en nøytral måte, og om innholdet stemmer med det man vet fra tidligere.
- Nøyaktig: Er kilden detaljert og presis? For å sjekke nøyaktighet i en kilde, ser en etter skrivefeil og slurv, når kilden ble sist oppdatert og om forfatteren oppgir sine kilder.
- Egnat: Passer kilden til formålet? Her kan en også se etter hvem er målgruppen til forfatteren er, om denne egner seg til oppgaven, og om kilden er lett tilgjengelig slik at den er enkel å finne.

For å finne relevant litteratur for vår oppgave har vi benyttet oss av følgende søkeord og kriterier i de forskjellige søkemotorene i tabell 15:

| Søkemotor                    | Dato søk   | Søkeord                   | Antall treff | Kriterier                         |
|------------------------------|------------|---------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Oria<br>(Norsk fagbibliotek) | 16.02.2023 | BIM + Kalkulasjon         | 18           | Mastergrad eller doktoravhandling |
|                              |            | BIM + MMI                 | 25           |                                   |
|                              |            | BIM + VDC                 | 134          |                                   |
|                              |            | Kontrakt + Bygg og Anlegg | 34           |                                   |
| Google Scholar               | 16.02.2023 | BIM + Kalkulasjon         | 128          | Mastergrad eller doktoravhandling |
|                              |            | BIM + MMI                 | 3460         |                                   |
|                              |            | BIM + VDC                 | 4460         |                                   |
|                              |            | Kontrakt + Bygg og Anlegg | 4580         |                                   |
| Brage UIS                    | 16.02.2023 | BIM + Kalkulasjon         | 26           | Mastergrad eller doktoravhandling |
|                              |            | BIM + MMI                 | 9            |                                   |
|                              |            | BIM + VDC                 | 27           |                                   |
|                              |            | Kontrakt + Bygg og Anlegg | 367          |                                   |
| Openarchive USN              | 16.02.2023 | BIM + Kalkulasjon         | 0            | Mastergrad eller doktoravhandling |
|                              |            | BIM + MMI                 | 0            |                                   |
|                              |            | BIM + VDC                 | 1            |                                   |
|                              |            | Kontrakt + Bygg og Anlegg | 124          |                                   |

Tabell 16 – Kriterier for søkemotorer

Søkeordene er benyttet i henhold til boolsk søking. Dette muliggjør kombinerings av søkeord ved hjelp av søkeoperatorene «+», «OR» og «\*». Benyttelse av disse søkeoperatorene fører til ytterligere innsnevring av søket og gir gjerne mer nøyaktige søkeresultater. Søkeordene er brukt i flere ulike kombinasjoner med boolsk søking i de søkemotorene og databasene for å få et bredere søk.

| Søkemotor      | Dato       | Søkeord      | Antall treff | Kriterier            |
|----------------|------------|--------------|--------------|----------------------|
| Norsk Standard | 16.02.2023 | BIM          | 102          | NS, NS-EN, NS-EN-ISO |
|                |            | Kalkulasjon  | 13           |                      |
|                |            | Anskaffelser | 27           |                      |
|                |            | Entreprise   | 427          |                      |
|                |            | Kontrakt     | 125          |                      |

Tabell 17 - Søk i Norsk Standard

Relevante standarder fra Norsk Standard er beskrevet i teori-delen. NS 3420, NS 3450, NS 3451, NS 3457, NS 3459, NS 8360, NS 8405, NS 8406, NS 8407.

Disse avhandlingene ble benyttet for skriving av oppgaven:

#### **4.6.8 “Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekter”**

Skrevet av Ola Lædre. Avhandlingen er en doktorgradsavhandling som ble levert i juli 2006 ved NTNU, og funnet i Google Scholar. Avhandlingen oppfyller alle TONE-kriteriene.

Avhandlingen handler om valg av kontraktsstrategi i tidligfase i bygg- og anleggsprosjekter. Kontraktstrategien består av valg av eventuell prekvalifisering, tildelingskriterier, kontraheringsform, ytelsesbeskrivelser, avtaleform for prosjekteringsfasen, entreprisform, kontraktstype, insentiver og kontraktsbestemmelser. Hovedproblemstillingen er å avklare hvordan resultatene fra tidligfasevurderinger kan benyttes til å velge de mest formålstjenlige kontraktstrategiene i hvert enkelt prosjekt. Avhandlingen tar for seg flere delproblemstillinger som blant annet handler om hvilke tidligfasevurderinger påvirker valg av kontraktstrategier, hva annet som påvirker dette valget og hva som er anbefalt praksis for valg av kontraktstrategier.

Kontraktstrategiene har to ytterpunkter, der maksimalt med ansvar og styringsmuligheter er enten plassert hos leverandøren eller hos byggherren. Lædre konkluderer med at valg av kontraktsstrategi skjer delvis i samsvar med anbefalt praksis i litteratur, men det skjer ikke i alle de undersøkte prosjektene Lædre har valgt.

#### **4.6.9 “Implementering av openBIM i kalkulasjonsprosessen”**

Skrevet av Bjørn Christian Muller. Avhandlingen er en masteroppgave som ble levert i juni 2012 ved NTNU, og ble funnet i *Google Scholar*. Avhandlingen oppfyller alle TONE-kriteriene.

Opgaven tar for seg hvilke muligheter implementering av openBIM i kalkulasjonsprosessen medfører. Det beskrives at openBIM i hovedsak baserer seg på de tre forskjellige åpne standardene IFC, IDV og IDM. Når disse tre standardene settes i sammenheng omtales åpen BIM som å ha et åpent lagringsformat som muliggjør enighet om terminologi på tvers av standardene slik at BIM-modellen kan kobles opp mot veletablerte forretningsprosesser. Forfatteren poengterer derfor at åpen BIM dermed vil fungere som en universell tilnærming til samarbeid, realisering og drift av bygninger basert på åpne standarder og god informasjonsutveksling. En kalkulasjonsprosess som baserer seg på openBIM består av å integrere objekter og deres informasjon fra prosjektets ulike BIM-modeller inn i entreprenørens kostnadsbase, som inneholder prisinformasjon til hvert enkelt objekt eller delobjekt. Ifølge forfatteren kan prosessen fra entreprenørens mottakelse av en BIM til en ferdig utarbeidet kalkyle deles inn i tre delprosesser: Organisering av modellen, oppbygning av objektenes resepter, og selve kalkulasjonen av kalkylen. Innen kalkulasjon ses mengdeberegning ofte på som det første steget, og for tradisjonelle kalkulasjonsprosesser utgjør mengdeberegning ofte mellom 50-80% av kalkulatørens tidsbruk. OpenBIM tilrettelegger automatiserte mengdeberegningsprosesser og frigir i så måte mye tid og ressurser som kalkulatørene heller kan benytte til å fokusere på vurderinger av prosjektets konsept og alternative løsninger.

Opgaven konkluderer med at implementering av openBIM i kalkulasjonsfasen vil åpne for nye muligheter i tilnærming til nye prosjekter. Informasjonen tilknyttet en BIM bidrar til å gi bedre grunnlag for konseptutvalg, og alternative løsninger gjennom gode visualiseringsmuligheter sammenlignet med tradisjonelle 2D-baserte kalkulasjonsprosesser. Det vil også gi et mer komprimert og koordinert prosjektmateriale i en bedre samhandlingsprosess der

informasjonen vil ligge tilgjengelig i modellservere som kontinuerlig oppdateres ved endringer i modellen. Dette medfører færre feiltolkninger og konflikter, samt større og tidligere innsikt i prosjektmaterialet og mindre fare for byggefeil i produksjonsfasen.

#### **4.6.10 «Effektiviseringen av prosjekteringsprosessen – Med implementering av BIM, Lean Construction og VDC»**

Skrevet av Trine Lene Austrøne Olsen. Avhandlingen er en masteroppgave som ble levert i juni 2015 hos NTNU og ble funnet i Oria. Avhandlingen oppfyller alle TONE-kriteriene.

Oppgaven tar for seg effektiviseringsmulighetene ved implementering av BIM, Lean Construction og VDC i byggeprosjekter og hensikten med rapporten var å se på mulighetene for å optimalisere bruken av BIM ved også å benytte Lean og VDC. I oppgaven er det også utført en casestudie. Casestudiet ble gjort hos AF Gruppen Bygg Oslo og i prosjekt Sørenga byggetrinn 7 og 8, som var et totalentrepriseprosjekt.

Oppgaven konkluderer blant annet med at selv om BIM og Lean er to separate initiativ som ikke er avhengige av hverandre er det allikevel nødvendig for å oppnå et optimalisert prosjekt å implementere dem begge, og helst også samtidig på grunn av deres mange felles elementer. Lean sitt fokus på tidlig involvering av aktører resulterer også i at utformingen av design blir mer pålitelig, som igjen fører til redusert omarbeid når de utførende kan være med å påvirke designet allerede i tidlig fase.

#### **4.6.11 “Implementering av BIM i kalkulasjonsprosessen”**

Skrevet av Simen Birkeland Aass. Avhandlingen er en masteroppgave som ble levert i juni 2015 hos Universitetet i Stavanger og funnet i Brage UIS. Avhandlingen oppfyller alle TONE-kriteriene.

Oppgaven handler om å definere og beskrive kalkulasjonsprosessen i de ulike prosjekteringsfasene og i en anbudsfasen ved implementering av BIM. I denne oppgaven er det tatt utgangspunkt i eksisterende prosjekter i Kruse Smith som gjennomføres som totalentreprise. Ved implementering av BIM så skriver Aass at vil det bli behov for nye aktiviteter og ansvarsområder i kalkulasjonsprosessen. Kvalitetssikring av BIM vil bli en helt nødvendig øvelse for å sikre bruken ikke bidrar til økt risiko fremfor å redusere den. Kalkulatorer bør i stor grad utføre denne kvalitetssikringen selv, på grunn av kunnskapen den gir om et prosjekt.

Det overordnede målet med kalkulasjonsprosessen vil ikke endre seg med implementering av BIM. Men man forventer seg en kalkyle som har et bedre resultat og som kan kommunisere bedre og lettere. De visuelle egenskapene ved BIM vil bli et hjelpemiddel i utarbeidelsen av kalkylen.

Ifølge Aass (2015) så kan BIM for kalkulasjon bli vellykket ved å følge disse kriteriene:

- «Bruksområder for BIM må planlegges tidlig i prosjektet for at man skal få utnyttet potensialet på en best mulig måte.
- Gode rutiner for kvalitetssikring av BIM. BIM skal redusere risiko, ikke øke den.
- Det er alltid noe å få ut av en BIM. God kjennskap til hvordan man behandler en «dårlig» BIM er nyttig.
- Man må tørre å ta et steg av gangen. Mange tar enten alle eller ingen.
- Man må vite hva du skal bestille i en BIM leveranse. Videre må bestillingen følges opp og kontrolleres ihht. krav og forventninger.
- Modelleringskompetanse i egen bedrift.
- Kort vei mellom BIM- og kalkulasjonskompetanse. Det er nødvendig med et bindeledd mellom fagområdene, og det optimale er at dette finnes i alle avdelinger i landet.



- Brukervennlighet er en forutsetning for å få alle til å bruke det. Dette kan blant annet gjøres ved at prosesser er standardiserte, og at man legger til rette for sømløs informasjonsflyt mellom ulike programvarer».

## 5 Resultater

### 5.1 Innhenting av prosjekt

Resultatene etter innhenting av prosjekter ved søk i doffin:

|  | Antall treff | Treff med IFC | Treff med XML/GAB | Treff med IFC og XML/GAB | Aktuelle for MBF |
|--|--------------|---------------|-------------------|--------------------------|------------------|
| Relevante (8405/06)                          | 14           | 2             | 6                 | 2                        | 1                |
| Ikke relevante (8407)/ Manglende informasjon | 93           |               |                   |                          |                  |

Tabell 18 - Resultater ved Doffinsøk

*Skøyenkroken 11* var aktuelt for Moderne Byggefornyelse AS og er benyttet i casestudiet. Prosjektet hadde en estimert totalverdi på 18 millioner norske kroner. Opprinnelig inneholdt konkurransen bare en beskrivelse i GAB-format. Det ble etterspurt av leverandør, gjennom spørsmål og svar i KGV, om prisforespørselen kunne deles som XML-fil og om det var en IFC-fil til prosjektet. Oppdragsgiver delte deretter disse filene som ble tillagt konkurransegrunnlaget.

Prosjektet er en utførelsesentreprise med XML-fil og en IFC-fil basert på IFC2x3. Modellen var ikke mulig å «se» i Holte SmartKalks IFC-Viewere, både Viewer for IFC4 og den utgatte Viewer for IFC2x3. Import av IFC-fil til Holte SmartKalk er gjort med kobling mot kalkulasjonselementer, ved å kontrollere informasjonen med bruk av Solibri.

### 5.2 Kontroll og sammenligning av informasjon - Beskrivelse/XML/IFC

Under presenteres undersøkelsenes resultater med en tabell. Tabellen har medtatt et representativt utvalg av bygningsdeler, med nødvendig informasjon for at kalkulator kan utføre prisberegning av poster, og kommentarer til funnene. Det er ikke medtatt en komplett oppstilling av alle 108 analyserte poster. Dette er begrunnet med at elementer inneholder tilsvarende og/eller mindre informasjon enn de som finnes i tabellen.

Dette gir et klart bilde av at modellen ved prosjektet *Skøyenkroken 11* har en meget lav detaljeringsgrad, og det er klare indikasjoner på at modelleringspraksis ved utarbeidelse av IFC-modell ikke har fulgt et gjennomgående "oppsett" (eksempelvis SIMBA), har vært udefinert eller tidvis vilkårlig. Modellen er dermed ikke egnet som grunnlag for beregning av prispåbærende poster ved utførelsesentreprisen for *Skøyenkroken 11*. Det er både avvik på areal, utforming, krav og beskrivelser der IFC-modellen tidvis er i direkte motstrid til kontraktsdokumentene. Med utgangspunkt i kvaliteten på modellen, antall kollisjoner og ufullstendig modellering er det også vanskelig å «berike» modellen med nødvendig informasjon.

Fravær av informasjon, IFC-objekter med både uriktige visuelle uttrykk og uryddig bruk av veggelementer og dekker med videre etterlater et inntrykk av at BIM-modellen er blitt benyttet hovedsakelig for utarbeidelse av plantegninger i to-dimensjonalt format, lik tradisjonelle DAK-tegninger.

| Kapittel               | Bygningsdel                 | Nødvendige data                               | PDF | XML | IFC         | Kommentar  |
|------------------------|-----------------------------|---|-----|-----|-------------|--|
| 12<br>(Tømrerarbeider) | IV 3101<br>(PJ7.211--<br>-) | Areal (PJ7.211---)                            | JA  | JA  | JA          | <u>Areal:</u><br>Avvik mellom IFC og beskrivelse   |
|                        |                             | Atmosfærisk korrosivitetstilstand (PJ7.211--) | JA  | JA  | NEI         | <u>NB1:</u><br>Beskrivelse matrisevalg 9: «dimensjoneres av leverandør iht. platetype»   |
|                        |                             | Senteravstand lekt (PJ7.211---)               | NB1 | NB1 | NEI         |  |
|                        |                             | Montering (PJ7.211---)                        | JA  | JA  | NEI         |  |
|                        |                             | Lokalisering (PJ7.211---)                     | JA  | JA  | JA          | <u>NB2:</u><br>Beskrivelsestekst: «Horisontal bentilert fasade lekt». Særskrivningsfeil gir uklarhet.  |
|                        |                             | Profiltype (PJ7.211---)                       | NB2 | NB2 | NEI         |  |
|                        |                             | Dimensjon (PJ7.211---)                        | JA  | JA  | NEI         |  |
|                        |                             | Innfesting (PJ7.211---)                       | JA  | JA  | NEI         |  |
|                        |                             | Underlag for (PJ7.211---)                     | JA  | JA  | NEI         | <u>NB3:</u><br>Andre krav er ikke valgt fra standarden. Vedlagt er et tilfeldig bilde av et profil.  |
|                        |                             | Andre krav (PJ7.211---)                       | NB2 | NB2 | NEI         |  |
|                        | IV 3101<br>(SF1.2x--)       | Areal (SF1.2x--)                              | JA  | JA  | JA          | <u>Areal:</u><br>Avvik mellom IFC og beskrivelse   |
|                        |                             | Plassering (SF1.2x--)                         | JA  | JA  | NEI         |  |
|                        |                             | Type vindspærre (SF1.2x--)                    | JA  | JA  | NEI         | <u>NB1:</u><br>Andre krav har valgt å medta «merarbeid for oppbretter, nedbretter, tilslutninger og gjennomføringer» i posten. Standardens krav er at dette skal føres i egen post jf. SF1.2 y2.1). Andre krav for SF1.2x—skal velges fra SF1 y3.2 |
|                        |                             | Skjøtemetode (SF1.2x--)                       | JA  | JA  | NEI         |  |
|                        |                             | Lokalisering (SF1.2x--)                       | JA  | JA  | JA          |  |
|                        |                             | Tykkelse (SF1.2x--)                           | NEI | NEI | NEI         |  |
|                        |                             | Sd-verdi (SF1.2x--)                           | JA  | JA  | NEI         |  |
|                        |                             | Andre krav (SF1.2x--)                         | NB1 | NB1 | NEI         |  |
|                        | IV 3101<br>(QA1.21)         | Lengde (QA1.21)                               | JA  | JA  | JA          | <u>NB1:</u><br>Beskrivelsestekst: «Opprettholder krav» er uten klar betydning  |
|                        |                             | Lokalisering (QA1.21)                         | JA  | JA  | NEI         |  |
|                        |                             | Type (QA1.21)                                 | JA  | JA  | NEI         | <u>NB2:</u><br>Vegg er modellert utenfor dekke   |
|                        |                             | Materialkrav (QA1.21)                         | NB1 | NB1 | NEI         |  |
|                        |                             | Bredde x tykkelse (QA1.21)                    | JA  | JA  | NEI         |  |
|                        |                             | Underlag (QA1.21)                             | JA  | JA  | NB2         |  |
|                        | IV 3101<br>(QB2.1--x-<br>)  | Areal   | JA  | JA  | JA          | <u>Areal:</u><br>Avvik mellom IFC og beskrivelse   |
|                        |                             | Fasthet/sortering                             | JA  | JA  | NEI         |  |
|                        |                             | Type bindingsverk                             | JA  | JA  | JA          | <u>NB1:</u><br>IFC har kun oppgitt dybde   |
|                        |                             | Dimensjon                                     | JA  | JA  | NB1         |  |
|                        |                             | Spikerslag                                    | JA  | JA  | NEI         | <u>NB2:</u><br>Vegg er modellert utenfor dekke   |
|                        |                             | Lokalisering                                  | JA  | JA  | JA          |  |
|                        |                             | Feste bunnsvill                               | JA  | JA  | NB2         | <u>NB3:</u><br>Beskrivelsestekst: «ikke relevant». Se forøvrig NB2   |
|                        |                             | Vegghøyde                                     | JA  | JA  | JA          |  |
|                        |                             | Underlag                                      | NB3 | NB3 | NB3         |  |
|                        | Antall                      | JA  | JA  | NEI | <u>IFC:</u> |  |

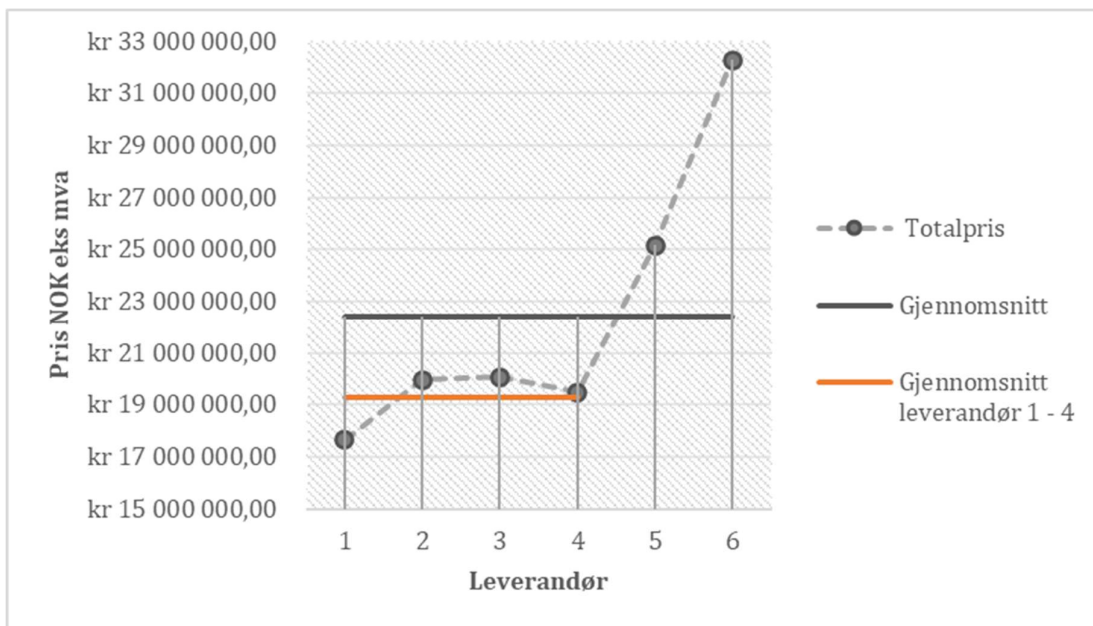
|                         |                    |                             |     |     |  |   |
|-------------------------|--------------------|-----------------------------|-----|-----|--|---|
| 14<br>(Vinduer)         | IV 3101<br>(QB2.8) | Type                        | JA  | JA  | NEI  | Finnes ikke i modell.<br>Vegg er modellert som fire enkeltelementer plassert med stort mellomrom.   |
|                         |                    | Fasthet/Sortering           | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Lokalisering                | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Åpning for                  | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Dimensjon                   | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Forsterkning                | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         | IV 3101<br>(SB1.1) | Areal                       | JA  | JA  | JA   | <u>Areal:</u><br>Avvik mellom IFC og beskrivelse<br><br><u>NB1:</u><br>Oppgitt tykkelse på vegg = 350mm, beskrevet bindingsverk 198mm isolert |
|                         |                    | Type konstruksjon           | JA  | JA  | JA   |   |
|                         |                    | Montasje                    | JA  | JA  | JA   |   |
|                         |                    | Isolasjonsmateriale         | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Tykkelse                    | JA  | JA  | NB1  |   |
|                         |                    | Lokalisering                | JA  | JA  | JA   |   |
|                         |                    | Krav til fysiske egenskaper | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         | IV 3101<br>(SF1.1) | Areal - utbrettet flate     | JA  | JA  | JA   | <u>Areal:</u><br>Avvik mellom IFC og beskrivelse  |
|                         |                    | Plassering                  | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Type dampsperre             | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Skjøtemetode                | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Lokalisering                | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Tykkelse                    | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Sd-verdi                    | JA  | JA  | NEI  |   |
|                         |                    | Innfesting                  | JA  | JA  | NEI  |   |
| V05<br>(RI2.11-x-x-x—x) | Antall             | JA                          | JA  | JA  | <u>NB1:</u><br>Beskrivelse/XML:<br>"Brannmotsand = Ingen krav" - IFC: Ingen parameter<br><br><u>NB2:</u><br>Beskrivelse/XML:<br>"Yttervegg" - IFC: "Is External = False"<br><br><u>Vindu type nr.:</u><br>Beskrivelse/XML: "Vindu type nr.: Se vindusskjema" - IFC: Ingen parameter<br><br><u>NB3:</u><br>Beskrivelse/XML:<br>1790mm x 1290mm - IFC: "Height = 1,32m, Width = 1,82" (IFC gir størrelse for åpning) |   |
|                         | Omfang             | JA                          | JA  | NEI |  |   |
|                         | Type:              | JA                          | JA  | NEI |  |   |
|                         | Vindusbetegnelse:  | JA                          | JA  | JA  |  |   |
|                         | Materiale:         | JA                          | JA  | NEI |  |   |
|                         | Brannmotstand:     | JA                          | JA  | NB1 |  |   |
|                         | Varmegjennomgang:  | JA                          | JA  | NEI |  |   |
|                         | Luftlydisolasjon:  | JA                          | JA  | NEI |  |   |
|                         | Innbruddsmotstand: | JA                          | JA  | NEI |  |   |
|                         | Solfaktor:         | JA                          | JA  | NEI |  |   |
|                         | Lokalisering:      | JA                          | JA  | NB2 |  |   |
|                         | Vindu type nr.:    | NEI                         | NEI | NEI |  |   |
|                         | Dimensjon:         | JA                          | JA  | NB3 |  |   |

|  |                                |                                       |     |     |     |  |
|--|--------------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|--|
|  |                                | Krav til glass:<br>Lystransmisjon 70% | JA  | JA  | NEI |  |
|  |                                | Karm: Tre                             | JA  | JA  | NEI |  |
|  |                                | Andre krav:                           | JA  | JA  | NEI |  |
| 15<br>(Dører)                            | YD10<br>(RH2.112-<br>----XX—X) | Antall                                | JA  | JA  | JA  | <u>NB1:</u><br>Beskrivelse angir ikke overflatemateriale, men krav til dørens konstruksjon<br><br><u>NB2:</u><br>Beskrivelse henviser til dørskjema som angir slagretning<br><br><u>NB3:</u><br>Matrisevalg RH2:3 : 88 «Ingen krav»<br><br><u>NB4:</u><br>Matrisevalg RH.2 : 99 «Annet må spesifiseres». Valgt verdi ligger mellom standardens verdier 0,8 og 1,2<br><br><u>NB5:</u><br>Definerte krav til glass i beskrivelsen er feillagt til «lokalisering»<br><br><u>NB6:</u><br>Avvik mellom IFC og beskrivelse. Beskrivelse sier 1, IFC sier 1.1<br><br><u>NB7:</u><br>IFC-modell har ikke glassfelt |
|  |                                | Omfang                                | JA  | JA  | NEI |  |
|  |                                | Dørbetegnelse                         | JA  | JA  | JA  |  |
|  |                                | Overflatemateriale                    | NB1 | NB1 | NEI |  |
|  |                                | Slagretning                           | NB2 | NB2 | JA  |  |
|  |                                | Antall fløyer                         | JA  | JA  | JA  |  |
|  |                                | Brannmotstand                         | NB3 | NB3 | NB3 |  |
|  |                                | Varmegjennomgang                      | NB4 | NB4 | NB6 |  |
|  |                                | Luftlydisolasjon                      | JA  | JA  | JA  |  |
|  |                                | Innbruddsmotstand                     | JA  | JA  | NEI |  |
|  |                                | Solfaktor                             | JA  | JA  | NEI |  |
|  |                                | Lokalisering                          | NB5 | NB5 | JA  |  |
|  |                                | Dørtype                               | JA  | JA  | JA  |  |
|  |                                | Dimensjon                             | JA  | JA  | JA  |  |
|  |                                | Terskel                               | JA  | JA  | NEI |  |
|  |                                | Overflatebehandling                   | JA  | JA  | NEI |  |
| Krav til glass                           | NB5                            | NB5                                   | NB7 |     |     |  |
| Forberedelse for tillegglåser og -beslag | JA                             | JA                                    | NEI |     |     |  |
| Andre krav                               | JA                             | JA                                    | NEI |     |     |  |

Tabell 19- Data i PDF, XML og IFC

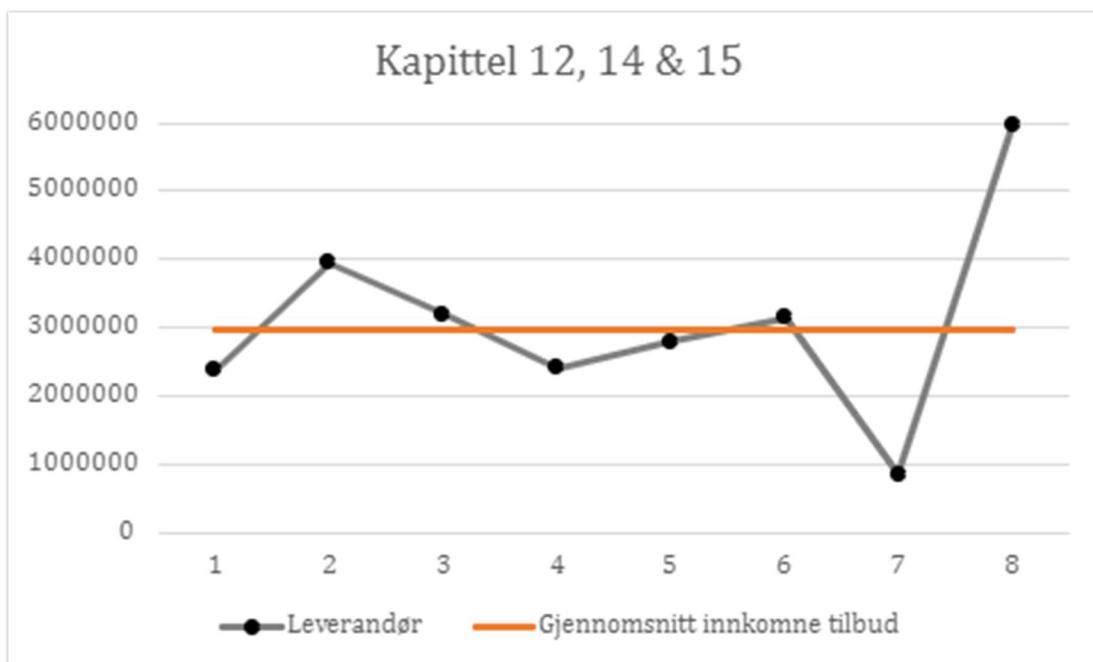
### 5.3 Automatisk prising av poster

Tildeling av kontrakt på den offentlige anskaffelsen for entreprenør til arbeidene ved *Skøyenkroken 11* ble gjort den 18.04.2023. Det var innkommet seks tilbud, der fire hadde relativt like totalsummer. Moderne Byggfornyelse AS er leverandør 4.



Figur 5 - Tilbud fra leverandører

Under følger en tabell som viser resultater av automatisk prising og kobling av IFC (leverandør 7) og automatisk prising av XML (leverandør 8), ved bruk av Holtes prisbase. Øvrige leverandører er reelle tilbud ifra anbudskonkurransen. Funnene viser at IFC-modellen i liten grad er egnet for kobling mot kalkulasjonsprogram, gitt detaljeringsgraden og informasjonen modellen inneholder.



Figur 6 - Prising av kap. 12, 14 & 15

Automatisk prising av XML-filen med Holte SmartKalks prisbase resulterte i 84 utfylte poster. Majoriteten av disse postene ble priset av Holte SmartKalk basert på lignende poster eller poster med «lavere detaljeringsgrad». I hovedtrekk er postene av prisbasen blitt kalkulert med en betydelig høyere kostnad enn MBFs egen kalkyle. Til tross for at den automatiske prisingen har satt 24 poster som «0» er totalsummen omkring 150 % høyere enn MBFs kalkyle. Kun fire poster avviker fra MBFs kalkyle med  $\pm 5\%$ .

Dette er trolig et resultat av metoden som er anvendt for oppbygning av detaljbeskrivelsen fra oppdragsgiver. Veggelementer er uoversiktlig lagt inn som underposter, adskilt av tekstoverskrifter i detaljbeskrivelsen. Dette resulterer også i en kobling av veggelementer fra IFC til kalkulasjonsposter som gir lite eller intet bidrag inn mot utfylling av postbeskrivelsen.

Vinduselementer og dørelementer fra IFC-modellen egner seg for automatisk prising, men får skjevfordelt kostnader for underposter. Det er ikke benyttet BE-koder (bygningselementer), men oppdelte underposter plassert henholdsvis under både tømmerarbeider og vindus-/dørarbeider i detaljbeskrivelsen. Underposter for dytting/fuging/gerikter etc. medtas dermed i kalkulasjonselementet, der detaljbeskrivelsen har arbeidene som egen separat underpost.

| <b>Resultater av tradisjonell prising og automatisk prising</b> |                                |                           |
|---|--------------------------------|---------------------------|
| <b>MBF</b>  |                                |                           |
| Antall poster priset uten avvik                                 | Antall poster priset med avvik | Antall poster ikke priset |
| 108   | 0                              | 0                         |
| <b>XML</b>  |                                |                           |
| Antall poster priset uten avvik                                 | Antall poster priset med avvik | Antall poster ikke priset |
| 23  | 61                             | 24                        |
| <b>IFC</b>  |                                |                           |
| Antall poster priset uten avvik                                 | Antall poster priset med avvik | Antall poster ikke priset |
| 0   | 29                             | 79                        |

Tabell 20 - Resultater av prising

| <b>Prissammenligning</b>   |                                    |                                |           |             |   | <b>Totalsum Kap. 12, 14 &amp; 15</b> |
|--|------------------------------------|--------------------------------|-----------|-------------|---|--------------------------------------|
| Pris MBF   | $\pm 15\%$<br>$\rightarrow \infty$ | $\pm 5\%$ $\rightarrow$<br>15% | $\pm 5\%$ | Ikke priset | Bygningselement ikke oppdelt i prispåbærende poster | 2 417 728 kr                         |
| XML  | 79                                 | 1                              | 4         | 24          | 0   | 5 955 723 kr                         |
| IFC  | 21                                 | 0                              | 0         | 79          | 8   | 855 070 kr                           |
| Priser for kapittel 12, 14 og 15 fra øvrige leverandører er opplistet til høyre. Enhetspriser er taushetsbelagte bedriftshemmeligheter og er ikke utlevert fra oppdragsgiver, jfr. forvaltningsloven § 13 første ledd. Tallgrunnlaget er summert av oppdragsgiver og utlevert anonymisert. |                                    |                                |           |             |   | 3 147 666 kr                         |
|  |                                    |                                |           |             |   | 2 802 079 kr                         |
|  |                                    |                                |           |             |   | 3 197 668 kr                         |
|  |                                    |                                |           |             |   | 3 958 143 kr                         |
|  |                                    |                                |           |             |   | 2 375 872 kr                         |

Tabell 21 - Prissammenligning

## **6 Diskusjon**

### **6.1 Hva sier litteraturen om BIM for utførelsesentrepriser?**

Litteraturen som har blitt undersøkt i oppgaven uttrykker i stor grad positive holdninger til BIM-modellenes potensial i kalkulasjonsprosessen. Oppgavene ble skrevet for 5-10 år siden, og problemstillingene var i stor grad knyttet til at prosedyrer og filformater ikke var standardiserte nok for at BIM-modeller kunne benyttes effektivt i kalkulasjonsfasen. Det var heller ikke søkelys på hvilke entreprisformer som ble benyttet. Avhandlingen til Simen Birkeland Aass konkluderer blant annet med at BIM-modellen kan være et verktøy for å gi bedre grunnlag for konseptvalg, og alternative løsninger gjennom gode visualiseringsmuligheter i kalkulasjonsfasen. Resultatene fra vår casestudie viser også at BIM-modellen i stor grad fortsatt begrenser seg til nettopp visualisering.

Inntrykket er at litteraturen ser på totalentrepriser eller bruk av BIM for kun én kontraktspart, og at deling av informasjon ikke blir nevneverdig problematisert. Dette gjør avhandlingene mindre relevante for denne oppgaven som omhandler utførelsesentrepriser.

### **6.2 Er BIM egnet for en utførelsesentreprise?**

Entreprisekontrakter omhandler i hovedsak ulike metoder for fordeling av risiko og ansvar mellom kontraktspartene. For utførelsesentrepriser er det byggherren som har stått for det vesentlige av prosjekteringen. Dersom det på et senere tidspunkt oppstår utfordringer knyttet til feil eller mangler ved prosjekteringen er det byggherren som må stå til ansvar for å få rettet opp feilen. Dette innebærer også å ta på seg fremdriftskonsekvenser for det ekstra arbeidet og/eller kostnadene feilen medfører.

Det er en hyppig forekomst av konflikter knyttet til uenigheter rundt hvorvidt feilen *egentlig* skyldes feil eller mangler ved prosjekteringen fra byggherres side, eller om det er den utførende entreprenøren som har forårsaket feilen gjennom ukorrekt utførelse av arbeidene. I tillegg er et ikke uvanlig spørsmål som behandles i rettssystemet hvorvidt arbeider *var* eller *ikke var* medtatt i kontakten (Nyland & Apelseth, 2019). Dette gjelder både om entreprenøren burde ha forstått at arbeider skulle vært medtatt, eller at de skulle utføres på en bestemt måte.

Ved utførelsesentrepriser er det derfor ekstra viktig for byggherren med god dokumentasjon på prosjekterte løsninger og arbeider som skal utføres. For entreprenøren er det avgjørende med god dokumentasjon på at arbeidene utføres etter bestemte beskrivelser av byggherren, og på korrekt beskrevet måte. For begge parter vil det være ønskelig med klarhet i beskrivelser, tegninger og modell, slik at informasjonen om arbeidene kan beskrives på en entydig måte.

Det er også viktig med god kommunikasjon mellom partene før inngåelse av kontrakt for å unngå misforståelser. Allerede fra en utlysning av konkurranse eller en innbydelse til å inngi tilbud er det byggherres ansvar at beskrivelsene og detaljene fra prosjekteringen er formulert slik at enhver normalt oppegående entreprenør vil tolke informasjonen likt. Et vilkår for dette er at prosjektet er tilstrekkelig prosjektert og beskrevet, for å unngå eventuelle feil og avvik som kan oppstå i utførelses- eller driftsfasen.

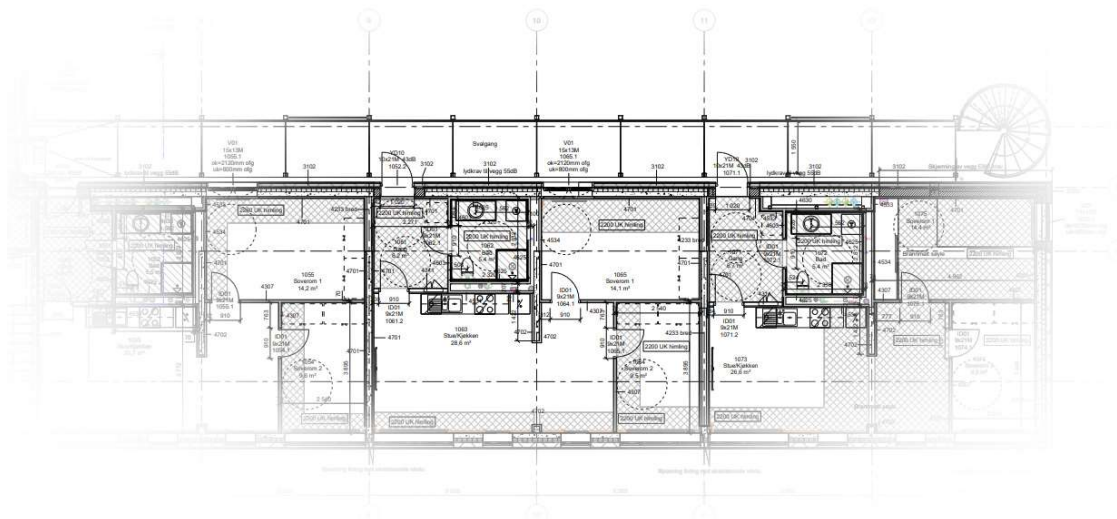
I teoridelen i denne oppgaven er det beskrevet et utvalg av standarder, valg og løsninger som må gjøres av både oppdragsgiversiden og leverandørsiden ved en utførelsesentreprise. Ideelt sett skal informasjonen i alle dokumenter som baseres på disse valgene harmonisere. Det krever meget kvalifisert innkjøpskompetanse hos en oppdragsgiver for å kunne kontrollere at det er tilsvarende informasjon i alle dokumenter og modeller for en utførelsesentreprise, hvis dagens «løsninger» skal brukes. Dersom denne kompetansen ikke er tilstrekkelig hos



oppdragsgiver vil det være risiko for uklarheter ved anbudskonkurransen som kan ha negativ påvirkning på den påfølgende gjennomføringen av kontrakten. Det er ingen rask måte å sjekke at prisforespørsel og tilbud fra leverandør har et «èn-til-en»-forhold dersom IFC-modeller brukes. Dette er derimot enkelt med valideringen av prisforespørsel og tilbud i XML-format etter NS 3459.

Standard Norge nedsatte en egen komite SN/K 379 DIGITALE SAMHANDLINGSREFORMER som leverte sin endelige rapport 21.10.2020 om bruk av BIM i entrepriser. Komiteen hadde som formål å «gi en oversikt over forhold ved bygningsinformasjonsmodellering – og særlig BIM – som tilsier regulering i kontraktsvilkår eller vedlegg, eller standardiseringsarbeid uten direkte tilknytning til kontraktsstandardene» (Standard Norges komité 379, 2020, s. 7). I rapporten beskrives det hvor viktig organiseringen av kontraktene som verktøy for å styre hvilken rolle BIM skal ha for prosjektene er. I rapporten er det et klart skille mellom *utførelsesentrepriser* og *totalentrepriser*, basert på plassering av prosjekteringsansvar. Dette gjør et behov for ulike kontraktsvilkår og gjennomføringsmodeller for de ulike prosjektypene gjeldende. Rapporten påpeker at utfordringer ved koordinering av selvstendige aktører, som i de enkelte kontraktene i prosjektet inntar BIM-leveranser som en del av kontrakten, må ivaretas gjennom harmonerende kontraktsvilkår for hele kontraktskjeden. Det må være en felles forståelse av hvordan BIM skal benyttes. Historisk er tegninger i to-dimensjonalt format brukt for samhandling og informasjonsdeling i byggeprosjekter. Slike tegninger kan ofte lages med utgangspunkt i modeller, for deretter å tilføyes informasjon med betydning for krav til ytelsen påført som både tekst og symboler. En slik metode for prosjektering innebærer stor risiko for disharmoni mellom modell og tegning, ved at informasjonen på tegningen ikke legges inn i modellen.

Tegninger vil normalt være enkle å skille fra hverandre basert på fag. Dette gjør at grensesnittet mellom fagene klart kan leses av i form av forskjellige tegninger. Når BIM brukes i større grad kan samhandling i modell gjøre grensesnittet mer uklart (i et avtalemessig perspektiv), og dermed medføre et særlig behov for organisering og klarhet når kontrakter og konkurranser utarbeides. For eksempel hvem som er ansvarlig for å modellere hulltaking og gjennomføringer: RIV eller ARK?



Figur 7 - Illustrasjon av uklare grensesnitt, Skøyenkroken 11 Plan 01

Rapporten påpeker en særlig utfordring som er høyst aktuell for utførelsesentrepriser. Dersom et prosjekt skal gjennomføres «tegningsløst» betyr dette at produksjonsunderlaget for entreprenøren kan basere seg på en BIM-modell. Med tradisjonell prosjektering vil det på tegninger være målsatt med «inntegnede» målanvisninger hvor eksempelvis en vegg skal plasseres. Disse anvisningene vil ikke fremkomme tegningsløst før entreprenøren selv henter ut målene fra modellen. Entreprenøren vil da «i praksis ha påtatt seg et prosjekteringsansvar» (Standard Norges komité 379, 2020, s. 21) ved å ta mål i modellen.

Komiteen presiserer at bruk av BIM må hensyntas allerede i konkurransen, med kvalifiserte vurderinger av konsekvenser for konkurransen og kontrakten. «Komiteen har likevel ikke gått nærmere inn på de praktiske utfordringene man møter når dette skal konkretiseres» (Standard Norges komité 379, 2020, s. 13). Etter komiteens syn har «formålet med bruk av BIM i prosjektet betydning for flere sentrale forhold i kontraktsreguleringen. [...] Formålet bør derfor angis så presist som mulig» (Standard Norges komité 379, 2020, s. 14). Rapporten har opplistet eksempelvis *bruk av modellen, krav til leveransen og de faseavhengige formål* som formål som bør konkretiseres i kontrakten når BIM anvendes. Krav til leveransen kan være tverrfaglig merkesystem, produksjonsgrunnlag, energiberegning og mengdeuttak (Standard Norges komité 379, 2020). I tillegg påpeker rapporten hvordan det er mulig å anvende «modeller til å liste opp mengder på objekttyper og prisdrivende egenskaper for disse i kalkyleverktøy» (Standard Norges komité 379, 2020). Hovedinntrykket av rapporten er at den tar utgangspunkt i prosjekter der BIM er et grunnlag for gjennomføring av kontrakten.

Spørsmål som derfor må avklares før utlysning av en anbudskonkurranse er hvilken modenhet modellen skal ha, hvilken betydning for kontraktsdokumentene den skal ha, hvilke konsekvenser feil og mangler har, hvem som er ansvarlig for informasjonen og hva som er gjeldende.

NS 8405/NS8406 og NS 8407 er ikke laget for bruk av BIM slik de er i dag. Hva som er avtalt, må tolkes i lys av en objektiv forståelse av ordlyden i avtaledokumentene (Woxholth, 2017, s. 412). I hvilken grad entreprenøren kan gjøre denne skjønsmessige vurderingen avhenger direkte av erfaringen og skjønnnet til kalkulatøren som skal utføre den. Som et grunnlag for disse vurderingene kan det brukes tidligere rettspraksis. Høyesterett har avsagt flere dommer som klargjør «hva som gjelder» for tradisjonelle prosjekter basert på tegning og beskrivelse, herunder Rt-2007-1489 (BYGGHOLT) og Rt-2012-1729 (MIKA).

Til forskjell er det liten rettspraksis innen entrepriseretten som omhandler rettslige spørsmål om BIM. BIM-modellens rettslige relevans er ikke blitt behandlet i høyesterett. Det er imidlertid en domsavsigelse fra lagmannsretten som omhandler bruk av BIM-modell, LB-2015-65756. Saken handlet om et erstatningskrav etter prosjekteringsfeil, der en isolasjonsløsning på vannrør ikke var utført i tråd med BIM-modellen. Den prosjekterte løsningen fremkom bare i modellen, og ikke på tegningene Bravida bygget etter.

Bravida hadde, etter lagmannsrettens syn, medvirket til skaden gjennom å ikke sjekke BIM-modellen fra de prosjekterende i tillegg til arbeidstegningene. Dommen sier ingenting om kontraktsvilkårene mellom partene, utover at det var inngått et prosjekteringsoppdrag basert på NS 8401 (alminnelige kontraktsbestemmelser for prosjekteringsoppdrag). Samtidig støtter dette opp under antagelsen om at BIM-modellens «rettsvirkning» i prosjektet vil bero på en vurdering av hele kontrakten, herunder de samlede kontraktsdokumentene, for hvert enkelt prosjekt.

Derfor er utformingen av konkurransen avgjørende. En godt utformet konkurranse vil typisk være helt eller delvis bygget opp etter NS 8400/8410 (både offentlig og privat). Dermed er alle relevante dokumenter plassert enten i del 1 eller del 2, og hva som er avgjørende for kontrakt og konkurranse helt klart. Dokumentene som er plassert inn under del 1 er ikke gjeldende for

kontrakten, med mindre de nevnes eksplisitt. Dersom det er en sammenblanding av del 1 og del 2 kan dette bli mindre klart.

Videre blir hvilke dokumenter som er gyldige for kontrakten definert i selve kontrakten, som normalt da er basert på standardkontraktene. Standardkontraktens rekkefølge i NS 8405 pkt.

3.1 sier:

«er ikke annet avtalt, inngår følgende dokumenter i kontrakten:

- a) Avtaledokumentet, dersom slikt dokument er opprettet;
- b) Eventuelle referater eller skriftlig materiale fra oppklarende drøftelser eller forhandlinger avholdt etter at tilbudet ble inngitt, som er godkjent av begge parter;
- c) Entreprenørens tilbud;
- d) Skriftlige avklaringer og eventuelle referater eller skriftlig materiale fra befaringer eller konferanser avholdt før tilbudet ble inngitt;
- e) Tilbuds eller konkurransegrunnlaget
- f) Denne standarden (NS 8405)»

Andre kontraktsdokumenter enn de som følger uttrykkelig av bestemmelsen kan inntas, herunder også BIM-modeller. Det er ikke en nødvendighet at kontraktsdokumenter er vedlagt kontrakten som vedlegg for å være inkludert. Det er tilstrekkelig at de finnes og kan lokaliseres (Bergsaker et al., 2013). En naturlig tolkning av ordlyden i a-f plasserer BIM-modellen, dersom vedlagt, under bokstav e) Tilbuds eller konkurransegrunnlaget.

Dermed vil spørsmålet om tolkningsregler spille inn: Gjelder beskrivelser foran tegninger, og spesifikke beskrivelser foran generelle? Er BIM-modellen en tegning, en beskrivelse eller begge deler?

NS 8405 pkt. 3.2 sier:

«Inneholder kontraktsdokumentene bestemmelser som strider mot hverandre, skal de gjelde i den rekkefølge som er angitt i 3.1

Er det motstrid mellom dokumentene som er nevnt i 3.1 e), gjelder beskrivelsen foran tegningene, Utførelse som bare er angitt på tegning, men som også burde ha vært angitt i beskrivelsen eller mengdefortegnelsen, omfattes ikke av kontrakten.

Er det motstrid mellom bestemmelser i den enkelte dokumentgruppen nevnt i 3.1, går spesielle bestemmelser foran generelle bestemmelser og bestemmelser utarbeidet særskilt for kontrakten foran standardiserte bestemmelser»

Spørsmålet er om digital modell forstås som likestilt med tegninger? Vi ser ikke nærmere på dette juridiske spørsmålet i denne oppgaven, men har arbeidet med utgangspunkt i at modell og tegning er likestilt.

For en utførelsesentreprise lages det en detaljert detaljbeskrivelse, ideelt sett basert på et anerkjent beskrivelsessystem som NS 3420. Det kan fra denne standarden sies at dersom tegninger (eller modell) legger opp til en utførelse som ikke har eget postgrunnlag i NS 3420, og det ikke er utarbeidet slike tekster i selve detaljbeskrivelsen, vil arbeidene uansett ikke inngå i arbeidene som omfattes av totalsummen. Dette er helt uavhengig av om det er helt avgjørende for selve gjennomføringen av kontrakten at arbeidene utføres (Marthinussen et al., 2016, s. 75). Det bør derfor utvises forsiktighet med sidestilling av BIM-modell med et av motstridsbestemmelsernes eksplisitt opplistede kontraktsdokumenter (herunder tegninger), da det i ytterste konsekvens kan medføre at tilbudet kun er basert på beskrivelse og mengdefortegnelser, og ikke tegning (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 181). Dette kan gjøre byggherren/oppdragsgiveren meget utsatt for taktisk prising. Det er usikkert hvor effektivt et «forbud mot taktisk prising» vil være i en slik situasjon. Derfor kan en følge av slik praksis «være at BIM-modellene benyttes i mindre grad. Dette er en stor utfordring i dagens prosjekter»

(Standard Norges komité 379, 2020, s. 23). I tillegg har IFC også sine begrensninger når det gjelder muligheten til å formidle informasjon.

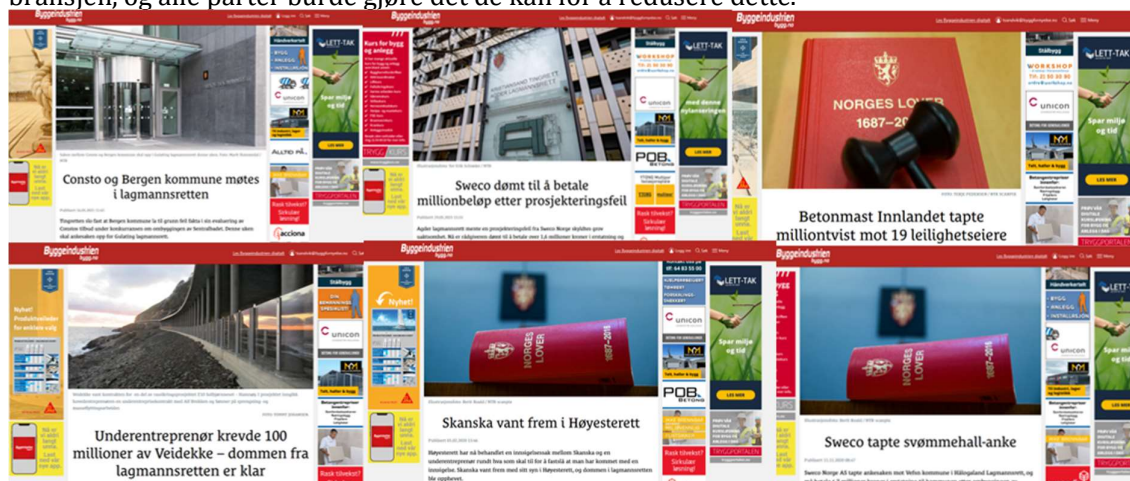
På proprietær programvare, eksempelvis Autodesk Revit, er det mulig å prosjektere eksempelvis fall til sluk i et dekke. Denne informasjonen vil ikke vises i det åpne IFC-formatet, og informasjonen vil normalt tillegges tegning i form av tekst og beskrives i det enkelte postgrunnet. Det er derfor viktig at det er avklart hvor slik informasjon skal lokaliseres (Standard Norges komité 379, 2020, s. 24). Dersom modell er tiltenkt som et kontraktsdokument bør modellens plassering i dokumentrekkefølgen være avklart på forhånd. Slik kan man unngå eventuell misforståelse og motstrid.

Med bakgrunn i ovennevnte utfordringer har flere aktører utviklet egne måter å «standardisere» BIM-modellens «rolle» med sine egne BIM-manualer som inntas i kontraktsdokumentene. Manualene kan sees på som et verktøy for å håndtere bruk av BIM kontraktsmessig. Statsbygg har laget en egen BIM-manual som skal benyttes ved alle sine prosjekter (SIMBA). Oslo kommune har også en BIM-manual lagt inn under Standard kravspesifikasjon for Oslo kommune (SKOK). Innholdet i manualene er varierende, og de presiserer normalt at de kun er utarbeidet for intern bruk. Innholdet i manualene må alltid tilpasses det enkelte prosjektet. Det må gjennomføres selvstendige vurderinger og beskrives særskilt i kontrakt for alle prosjekter, herunder hvilken kvalitet modellene skal ha for de ulike fasene av prosjektet, og hvilken metode som skal brukes for å fastslå kvaliteten.

Ved en utførelsesentreprise er det flere forhold som taler for at modenheten til en modell har potensiale til å være av meget høy kvalitet (MMI 300-350, noen deler til og med MMI 400), og dermed egner seg som et kontraktsdokument. Plasseringen i dokumentrekkefølgen må da, sammen med eierskap til modellen, avklares i kontrakten og være gjennomtenkt. Det kan som nevnt ha utilsiktede konsekvenser å gi modellen forrang dersom byggherren ikke har en absolutt kontroll på informasjonen som ligger i modellen.

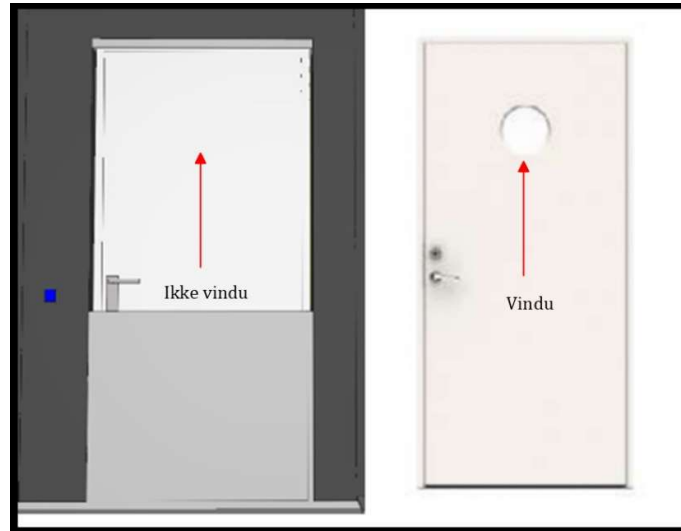
Hvis modellen holder en kvalitet lik en «slimBIM» eller MMI 100-200, burde oppdragsgiver ha et bevisst forhold til kvaliteten og informasjonen i modellen, og deretter vurdere om den burde utleveres til tilbyderne i det hele tatt.

Dette fordrer at byggherren besitter kompetanse til å vurdere kvaliteten på modellen, både med kunnskaper om bygg, BIM, entreprise og anskaffelser. Det er allerede et høyt konfliktnivå i bransjen, og alle parter burde gjøre det de kan for å redusere dette.



Figur 8 - Faksimile med konflikter i byggebransjen, hentet fra [www.bygg.no](http://www.bygg.no)

For *Skøyenkroken 11* vil utførende entreprenør som skal kalkulere prosjektet ha en begrenset nytte av byggherrens BIM-modell. Basert på modelleringspraksisen og kvaliteten på modellen i dette prosjektet vil ikke modellen være til hjelp når det kommer til kalkulasjon av prosjektet, med unntak av de tegninger som kan utledes fra denne. Det vil kunne utgjøre en betydelig risiko å basere antagelser, valg og priser på en modell med fraværende, avvikende og uriktig informasjon.



Figur 9 - Til venstre er dør i modell, til høyre er dør i beskrivelse

Modellens plassering i dokumentrekkefølgen er ikke omtalt eksplisitt i kontrakten. IFC-modellen ble lastet opp senere enn publisering av selve konkurransen. Dette ble gjort etter at tilbyder etterspurte modell gjennom «spørsmål og svar»-funksjonen i KGV. BIM-modellen er heller ikke omtalt i prosjektets «bok-0», der kun tegninger i PDF- og DWG-format er beskrevet. Det kan se ut som at det ikke er foretatt en tilstrekkelig kvalitetsvurdering av modellen før publisering i KGV.

Med bakgrunn i dette kan det argumenteres for at modellen ikke er en del av prosjektet, og at det vil være urimelig å forvente en kvalitet ved modellen som egner seg for videre bruk. Likevel taler det faktisk at oppdragsgiver har valgt å publisere IFC-modellen under «Konkurransesgrunnlag» for at kritikken er berettiget.

Casestudiet og resultatene fra oppgaven har samtidig gitt et bilde av at en god modell kan være til stor nytte som hjelpemiddel for både utarbeidelse av detaljbeskrivelsen og ved selve kalkulasjonsprosessen. Med et bevisst forhold til hvor kompleks bruk av både BIM og dagens utførelsesentreprise er, vil både oppdragsgiversiden og leverandørsiden kunne utnytte potensialet BIM har for å effektivisere og forbedre eksisterende prosesser i byggeprosjekter (Standard Norges komité 379, 2020).

En vellykket utførelsesentreprise vil uansett være avhengig av en strengt regulert detaljbeskrivelse, slik at alle parter har en felles forståelse for hvilke arbeider som er medtatt og som skal utføres. En tradisjonell utarbeidelse av en detaljbeskrivelse vil basere seg på erfaring og kunnskap om arbeidene som skal gjøres, tegninger og anslag. Ved bruk av BIM må modellen inneholde den samme informasjonen.

En detaljert BIM-modell kan anvendes av byggherre og sikre at uteglemte poster forekommer sjeldnere. God samhandling mellom ulike fag vil tilrettelegge for mer nøyaktig mengdeuttak og beregninger. Dermed vil f.eks. antall utsparinger i eksisterende konstruksjoner for

RØR/EL/VENT kunne beregnes nøyaktig, inkludert omfang og i hvilket materiale utsparingen skal lages. Dersom dette er utsparinger i vegger der elektriske gjennomføringer skal passere tettesjikt vil byggherre kunne spesifisere omfanget av disse arbeidene mer presist, og oppnå en pris fra entreprenør med mindre risikoavsetning. Byggherren vil kunne utarbeide mer detaljerte kalkyler som gir bedre grunnlag for kostnadsestimater.

Eksempelvis kunne post 12.23.2.2 *matrisevalg: andre krav* ha blitt skilt ut som egen post (og dermed blitt beskrevet i henhold til NS 3240), med henvisning til tegning og modell. Entreprenør ville kunne sett at det er et bestemt antall lamper, rørgjennomføringer, overganger m.m. som inngår i posten. Både byggherre og entreprenør kunne foretatt en vurdering av hvilken utførelsesmetode for merarbeidene som er best egnet for å oppnå tilstrekkelig tetthet, og derpå spesifisere «det skal benyttes mansjetter med SINTEF teknisk godkjenning eller tilsvarende».

| Post nr.   | Kode og tekst  | Enhet | Mengde | Pris | Sum |
|------------|--|-------|--------|------|-----|
| 12.23.2.22 | <p><b>SF1.81412A</b><br/> <b>MERARBEID FOR GJENNOMFØRING</b></p> <p>Antall stk 20<br/> <b>Sperresjikt:</b> Vindsperre<br/> Lokalisering: IV 3101 – Se tegning E-500-1, tegning E-500-U1 og IFC-modell<br/> Type gjennomføring: Gjennomføring for korrugerte plastrør til lamper.<br/> Dimensjon: 16mm<br/> Andre krav: Ja</p> <p>Y3.2) Det skal benyttes mansjetter med SINTEF Teknisk godkjenning eller tilsvarende</p> | stk   | 20     |      |     |

Tabell 22 – Matrisevalg

### 6.2.1 Konsekvens av 9-tall i postgrunnlag

Som beskrevet under «NS 3420» vil et matrisevalg med 9-tall medføre at «annet valg - må spesifiseres» gjøres gjeldende for posten. En automatisert kalkulasjonsprosess basert på XML-filen vil dermed møte på utfordringer når postgrunnlaget ikke er bygget opp av «kjente» matrisevalg. Et matrisevalg 9 vil kunne ha stor variasjon fra prosjekt til prosjekt, og er ment å gi den som utformer detaljbeskrivelsen et større spillerom for å tilpasse postene til det respektive prosjektet. Normalt vil kalkylen i disse tilfellene være helt avhengig av at en kalkulatør går gjennom informasjonen som er spesifisert, og gjør seg opp en vurdering av hvorvidt 9-matrisevalget har prispåbærende konsekvenser. Ideelt sett gir kalkulasjonsprogrammet en advarsel ved 9-tall ved postkoder, slik at kalkulatøren gjøres oppmerksom på uregelmessige poster.

For at IFC-modellen skal kunne benyttes for kalkulasjon av prosjektet er det avgjørende at informasjonen fra 9-valget fremkommer i BIM-objektet.

### 6.2.2 Konsekvens av A i postgrunnlag

A-tallet medfører andre krav. Slike poster bør alltid kontrolleres. Ved *Skøyenkroken 11* er det i flere poster tillagt A i NS 3420-koden der postgrunnlaget og NS 3420 ikke åpner for de «andre krav» byggherren har tillagt posten. Hvorvidt dette skyldes at den som har utarbeidet detaljbeskrivelsen ikke har tilstrekkelig med kunnskap om hvordan NS 3420 skal anvendes, eller om det er bevisste forsøk på å endre utformingen av beskrivelsestekstene fordelaktige for

byggherren er uvisst. Gjennomgangen av *Skøyenkroken 11* viser at kontroll av slike poster er særlig viktig for entreprenøren, da byggherre kan tillegge poster prisdrivende merarbeid som kalkulasjonsprogramvaren ikke har forutsetninger for å fange opp.

Eksempelvis er det i post 12.23.2.2 beskrevet under «Andre krav» at posten *innebærer «merarbeid for oppbretter, nedbretter, tilslutninger og gjennomføringer»* i posten. Standardens krav er derimot at dette skal føres i egen post (jf. SF1.2 y2.1). Andre krav for SF1.2x-- skal velges fra SF1 y3.2. Resultatet av «andre krav» ved post 12.23.2.2 er dermed at posten, i tillegg til det som følger av matrisevalgene fra SF1.2x--, også skal inneholde arbeider fra post SF1.81. Priskonsekvensen av dette valget vil ikke kunne fanges opp av programvaren. Like fort vil dette kunne bli oversett av selv en erfaren kalkulator med dyptgående kjennskap til NS 3420. Både oppdragsgiver og leverandør vil ha utbytte av å unngå slike feil eller endringer.

I tilfellet med post 12.23.2.2 vil IFC-modellens mulighet for visualisering kunne bistå kalkulatøren med sine skjønnsvurderinger av omfanget av disse merarbeidene og hvilken priskonsekvens det medfører. Samtidig er det en uklarhet i detaljbeskrivelsen at postgrunnlaget avviker fra NS 3420 på en måte som er eksplisitt beskrevet som ikke tillatt i standarden. Slike uklarheter burde søkes oppklart før inngivelse av tilbud, slik at både tilbyder og oppdragsgiver har lik forståelse av hvilke arbeider som er og ikke er medtatt. Det ble ikke stilt spørsmål om post 12.23.2.2 av noen tilbydere under gjennomføringen av konkurransen for anskaffelse av entreprenør til *Skøyenkroken 11*. Det er dermed ikke urimelig å anta at denne uklarheten kan medføre en uenighet senere i prosjektet for entreprenøren som vant anbudskonkurransen.

Dersom det er fastsatte regler for utforming av modellen, slik at nødvendig informasjon følger med kan BIM benyttes i større grad for å tilrettelegge for en detaljbeskrivelse med utstrakt bruk av bygningselementer i tråd med NS 3420-BE:2019. Matrisevalgene i bygningselementene fra NS-3420:2019 er bygget opp med innledende generelle krav for brannklasse, laboratoriemålt lydreduksjonstall og U-verdi. Deretter følger elementets materialoppbygning fra utsiden og innover, alternativt ovenfra og nedover. Dette samsvarer i større grad med oppbygningen av informasjonen i IFC-objekter, enn den oppdelingen som er benyttet ved *Skøyenkroken 11*. Bygningselementet tilrettelegger derfor i større grad for maskinlesbarhet, både som IFC-objekt og postgrunnlag.

Ved analyse av innkomne tilbud vil byggherre også oppnå muligheten til å innhente representative data for erfaringstall basert på tilbudt markedspris på ulike elementer som kan benyttes ved gjennomføring av neste prosjektering og kostnadsberegning. Dataene vil kunne kobles opp mot eventuelle egne objektbiblioteker, slik at byggherres organisasjon som helhet kan dra nytte av hver enkelt gjennomført konkurranse. I et større perspektiv vil dette også gi et bedre grunnlag for kvalifiserte kostnadsberegninger.

### **6.2.3 IFC – Bygge opp eget objektbibliotek og «oppskriftsbok» - BYGGHERRE**

Det vil være i byggherres interesse å legge til rette for at ulike aktører som deltar i et prosjekt har de beste forutsetningene for et godt resultat. I denne sammenheng er BIM et nyttig verktøy, da det åpner for bedre oppfølging og kvalitetssikring. Byggherres hensikt med BIM er dermed å oppnå modellbasert prosjektering som kan involvere og forenkle samarbeidet mellom de forskjellige aktørene i et prosjekt (SKOK, 2021, s. 4). Når byggherre besitter sitt eget objektbibliotek har de bedre forutsetninger for å forenkle prosjekteringen for konsulent/entreprenør. Derimot er det som nevnt ikke uten videre byggherres ansvar at objektene som blir benyttet er optimalisert for bruk til mer enn selve prosjekteringen. Dette innebærer at objektene i objektbiblioteket med høy sannsynlighet ikke kan benyttes av entreprenører for utførelsesentrepriser til IFC-import for å beregne kostnad, med mindre det



samtidig utarbeides en veiledning som tilrettelegger for felles forståelse av informasjonen i modellen. En slik veileder kan ta utgangspunkt i TFM eller NS 8360.

Oslo kommune ved Boligbygg Oslo KF forvalter over én million kvadratmeter bygningsmasse (Oslo Kommune, u.å.-a). I tillegg forvalter Oslo kommune en betydelig bygningsmasse gjennom sine etater og kommunale foretak, og har ved Oslobygg KF alene over 2,7 millioner kvadratmeter bygningsmasse (Oslo Kommune, u.å.-b). Som en av Norges største byggherrer taler mye for at Oslo kommune som helhet vil dra stor nytte av standardisering og samhandling på tvers av sine underenheter. Kommunen har tradisjon for bruk av standardiserte kravsett for sine prosjekter, eksempelvis SKOK (SKOK, u.å.). Utarbeidelse av objektbiblioteker tilrettelagt for utarbeidelse av detaljbeskrivelser etter NS 3420 vil redusere risiko for feil og mangler ved bruk av utførelsesentrepriser. Reduserte utgifter for risikoavsetning til entreprenørene vil kunne redusere kommunens budsjetter, og midler som i dag benyttes for risikoavsetning i byggekontrakter kan anvendes som investeringsmidler (f.eks. til utvikling av systemer for BIM).

### **6.3 IFC – Bygge opp egen koblingsmal og objektbibliotek - ENTREPRENØR**

En entreprenør kan oppnå store tidsbesparelser ved utarbeidelse av prosjektkalkyler ved å benytte IFC-import. Enkelte i næringen mener at man bruker opp mot 50 % mindre tid ved anvendelse av IFC sammenlignet med manuell kalkulering (Moe, 2022). Entreprenøren kan oppnå dette ved å utarbeide og vedlikeholde en egen koblingsmal for IFC til kalkulasjon, tilpasset den respektive programvaren som benyttes (eksempelvis Revit eller ArchiCAD).

Et premiss for dette er samarbeid mellom entreprenør og leverandør når det gjelder utvikling av informasjon, og bruk av dataene i en prislistegenerator. Tilgjengelig programvare kan allerede utføre dette arbeidet i dag, men casestudiet med *Skøyenkroken 11* gir inntrykk av at det fremdeles er nødvendig med teknologisk utvikling. Med utgangspunkt i dagens situasjon er metoden trolig best egnet for entreprenører som i hovedsak utfører samme type arbeider, som en ferdighusprodusent. Dermed kan entreprenør dra nytte av tidligere gjennomførte prosjekter, der erfaringstall kan kobles direkte opp mot IFC-objekter og kalkulasjonselementer. En slik digitalisering av «erfaringstallmetoden» vil ha et stort potensial for effektivisering og kostnadsbesparelser, så vel som redusert risiko.

Entreprenører som utfører mye variert arbeid i prosjekter må utvikle mer omfattende koblingsmal og objektbibliotek for å bruke IFC-import i kalkuleringsprogram, og må dermed bruke mer ressurser på utvikling og vedlikehold. En stor entreprenør har muligheten til å besitte nødvendig kompetanse internt. Små og mellomstore bedrifter har ikke nødvendigvis den økonomiske ryggraden som er nødvendig for å finansiere egne ansatte med dyptgående BIM-kunnskap. Dersom tjenestene må kjøpes inn vil informasjonen i objektbiblioteket og koblingsmalene kunne være utenfor entreprenørens kontroll. Hvis dette øker usikkerheten ved metoden, og det igjen må prises med økt usikkerhet kan konkurransefortrinnet forsvinne. Det må i dette tilfellet stilles spørsmål ved om fordelene av eget objektbibliotek og koblingsmal kan rettferdiggjøres mot ulempene.

Metoden kan også ta utgangspunkt i å tillegge informasjon i modellen, eller å tegne opp prosjektet helt på nytt i modelleringsprogram. Entreprenør står naturligvis fritt til å velge å stole på informasjonen som er overlevert av oppdragsgiver, men vi anser dette som lite sannsynlig i praksis. Casestudiet med *Skøyenkroken 11* viser at IFC-filer fra byggherre kan være av såpass lav kvalitet at entreprenør vil bruke uforholdsmessig store ressurser på å berike modellen. Å tegne prosjektet på nytt vil trolig ta betydelig kortere tid. Metoden med å tegne opp

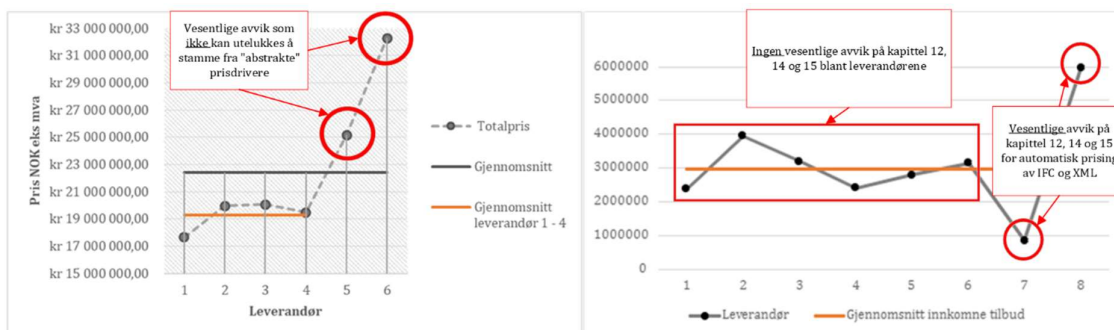


på nytt ekskluderer trolig utførelsesentrepriser i sin helhet, da entreprenør i praksis vil gjennomføre prosjektering.

En automatisert prosess der IFC-modellen danner grunnlag for priselementer og poster vil ikke kunne medta strukturering og oppdeling av kapitler og fag slik byggherre har strukturert sin beskrivelse. IFC-objektene vil ved kobling ofte bli "elementer", som deretter må fordeles i henhold til detaljbeskrivelse fra byggherre. At en slik prosess skal egne seg til å effektivisere kalkulasjonsprosessen er i beste fall tvilsomt, da det i realiteten innebærer dobbelt arbeid.

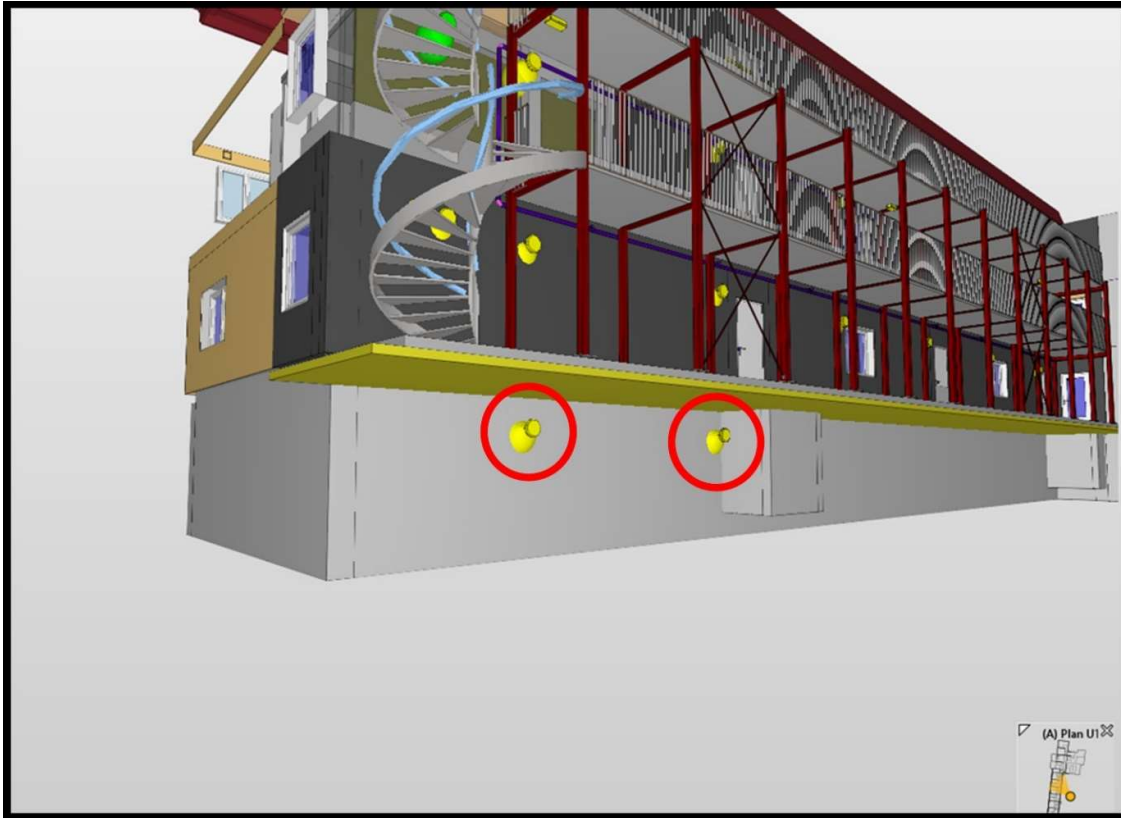
Kalkulatøren vil måtte sortere informasjon dobbelt, kontrollere prisposter mot både tegning og beskrivelse og deretter fylle inn priser i detaljbeskrivelsen (og normalt i tillegg et prisskjema). Til sammenligning vil en automatisert prosess basert på XML-filen kunne gi betydelige tidsbesparelser for entreprenør, samtidig som kalkylen struktureres i henhold til beskrivelsen.

Å beregne de faktiske kostnadene for et enkelt bygningselement er også den «enkleste delen» av kalkulasjonsprosessen. Resultatene fra *Skøyenkroken 11* viser at avviket i prising for kapittel 12, 14 og 15 fra alle leverandører ikke er av vesentlig karakter. Derimot er avviket for hele kontrakten under ett større. Dette støtter opp under en påstand om at «riktig pris» ikke kan defineres av en datamaskin, uten at de mer «abstrakte» kostnadsdriverne også blir tatt høyde for. Det kan stilles spørsmål ved om det er mulig med dagens tilgjengelige teknologi. Dermed må disse vurderingene med stor sannsynlighet gjøres basert på kalkulatørens eget skjønn manuelt inn i kalkylen, også dersom den automatiske prisingen av IFC og XML hadde fungert bedre.



Figur 10 - Avvik i kalkulasjon

En detaljert og disiplinert utarbeidet modell, der kollisjoner mellom ulike faggrupper er avdekket, gjennomføringer, faste installasjoner og tekniske løsninger er modellert vil kunne gi kalkulatøren et betydelig bedre grunnlag for skjønnsbaserte vurderinger av prispåbærende poster under kalkulasjon. Det er eksempelvis ikke uvanlig at byggherre setter av en post med RS for "bygningmessige arbeider" for tømmerarbeider i forbindelse med gjennomføringer for RØR/EL/VENT. Normalt vil vurderinger av en slik kostnad gjøres basert på sammenstilling av informasjon i ulike tegninger, f.eks ved å benytte Bluebeam Revu til å legge ulike tegninger som transparente lag, markere, summere og deretter anslå omfang av arbeider.



Figur 11 - Gule elementer på vegg er vegghengt belysning. Legg for øvrig merke til to modellerte lamper på grunnmur under bakkenivå.

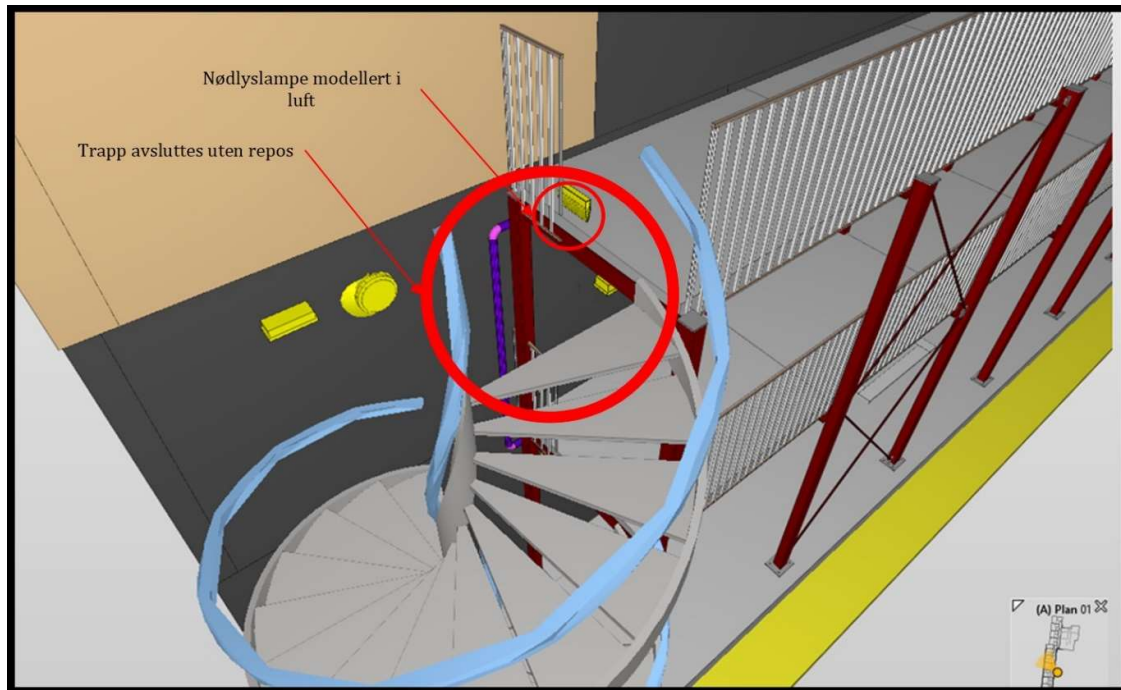
Dette kan medføre at entreprenør kan redusere sin risikoavsetning. Dersom risikoavsetningen i flere enkeltposter kan reduseres vil totalprisen også reduseres tilsvarende. Dette medfører en potensielt lavere pris for byggherre og økt sannsynlighet for tilslag på tilbud for entreprenør.

Dersom post 12.23.2.2 hadde foretatt korrekte matrisevalg, og derpå vært bygget opp slik at merarbeid i forbindelse med oppbrett, nedbrett etc. var lagt i en egen post vil modellen kunne illustrere omfanget, og gi kalkulatøren et grunnlag for vurderinger av kostnader. I dag vil en slik post trolig beregnes ut fra enten referansetall eller «fingeren i været»-metoden. Det kan være en krevende oppgave å sammenstille ulike tegninger for ulike fag, og derpå gjøre en vurdering av hvilken priskonsekvens en slik post skal medføre for prosjektet. Det er da ikke usannsynlig at entreprenøren medtar en risikoavsetning i posten som bidrar til en unødvendig høy total kostnad.

#### **6.4 Kan IFC-modellen berikes/modelleres på nytt?**

På generelt grunnlag vil det være mulig å tillegge en modell nødvendig informasjon, slik at detaljeringsgraden øker og modellen blir anvendbar til mer enn ren visualisering av byggeprosjektet. En viktig forutsetning for at dette skal lykkes er at kvaliteten på allerede modellerte løsninger er gode nok til at det er lønnsomt å videreutvikle modellen. På *Skøyenkroken 11* viser våre undersøkelser at modellen ikke er egnet for å berikes, da det i praksis ville medført en så stor arbeidsmengde å «rydde opp» i kollisjoner, variert informasjon BIM-objekter som er tillagt fra ulike leverandørers objektbiblioteker. Modellen ved

Skøyenkroken 11 har så lav grad av standardisert modelleringspraksis at den reelle løsningen er å modellere prosjektet på nytt.



Figur 12 - Modellert overgang trapp/svalgang

Når prosjektet modelleres på nytt er det avgjørende at det er fastlagt en metodikk og et regelsett for hvordan ulik informasjon skal kodes på tvers av fag. I tillegg er entreprisform avgjørende for hvor aktuell metoden er.

## 6.5 Eierskap til data

Det er ingen klar definisjon av hvem som er rettighetshaver til datagrunnlaget som ligger i en BIM-fil. Standard Norges komité 379 argumenterer for at rettighetsspørsmålet skal avgjøres i den enkelte kontrakts vilkår (Standard Norges komité 379, 2020, s. 28). For en utførelsesentreprise der byggherre utarbeider modellen vil eierskapet trolig være enkelt å kontraktsfeste. Samtidig er det normalt at oppdragsgiver kjøper inn prosjekteringstjenester fra rådgivere som utarbeider modellen som en del av sin leveranse. Her vil enkelte aktører kunne få et konkurransefortrinn dersom de har store objektbiblioteker og gode interne systemer for gjennomføring av prosjekter med BIM. Det kan dermed tenkes at konkurranse vil være en pådriver for utvikling av gode interne systemer, som i deretter kan drive utviklingen i bransjen som helhet fremover.

Likevel taler argumentasjonen delvis for at utveksling av informasjon er egnet for en viss standardisering. Avhengig av hvilken programvare som benyttes er det en viss mengde «ferdige» BIM-objekter som følger med programvaren. Felles for de fleste programvarer er at mengden objekter, og relevansen til bruk i det respektive land, er sparsommelig. Det er rimelig å anta at fremveksten av de spesialiserte firmaene som lager objektbiblioteker, som andre aktører kan kjøpe inn og anvende i sin programvare, er et resultat av fraværet av standardisering av objekter.

I dag er det ingen klare standardiserte krav for informasjonen som skal medfølge et objektbibliotek. Objektbibliotekene er typisk tilpasset proprietære formater (eksempelvis RVT-filer) uten en definert «mapping» mot IFC. Når IFC benyttes for prosjektet for å omgå konflikt mellom ulike programvare vil følgelig informasjon risikere å bli utelatt. Videre er det også et sentralt spørsmål om rettigheter til både bruk, redigering og eierskap til objektene som må avklares for den enkelte kontrakt (Standard Norges komité 379, 2020, s. 30). Dersom det var standardiserte krav til hvilken informasjon som skal medfølge et IFC-objekt, kunne oppdragsgiver og leverandør benyttet seg av objektene fritt. Eksempelvis vil dette øke maskinlesbarheten til dataene for et kalkulasjonsprogram, som i større grad kan basere seg på IFC-objekter på tvers av programvareleverandører.

I rapporten fra Standard Norges Komité 379 er det foreslått en metode der oppdragsgiver kan sikre seg å bringe med informasjon fra proprietære formater ved å kreve at alle aktører anvender bestemt programvare. I en kontrakt mellom to private aktører vil dette kunne gjennomføres som et kontraktsvilkår, uten spesielle vurderinger. Derimot vil en offentlig oppdragsgiver være bundet av LOA, og må sikre likebehandling av alle tilbydere. Spørsmålet er ikke behandlet i rettssystemet, men ble aktualisert i KOFA sak 2019/8 (KOFA sak 2019/8, 2019). Saken omhandlet innkjøp av arkitekt- og rådgivningstjenester til en kommune, der ett av kravene til leverandør var bruk av programvaren Autodesk Revit. Det avgjørende i saken var hvorvidt kravet var «nødvendig ut fra anskaffelsens formål». Om kravet uttalte KOFA i punkt 36 og 38 at:

- 36) *«I utgangspunktet tilligger det oppdragsgivers innkjøpsfaglige skjønn å definere sitt behov, herunder å utforme kravspesifikasjonen. Det følger imidlertid av forskriften § 15-1 fjerde ledd at oppdragsgivere ikke kan vise til bestemte fabrikater, varemerker eller lignende «som fører til at visse leverandører eller produkter favoriseres eller utelukkes». En slik henvisning vil likevel være tillatt dersom kravet «er nødvendig ut fra anskaffelsens formål», jf. bokstav a.»*
- 38) *«Et er på det rene at kravet om at leverandørene skal bruke Revit med tilhørende RVT filformat «fører til at visse leverandører eller produkter favoriseres eller utelukkes». Filer som er utarbeidet i et annet program, kan ikke åpnes i Revit. Tilsvarende kan ikke en RVT-fil, som er utarbeidet i Revit, åpnes i en annen programvare»*

Kommunen argumenterte i sin sak for at kommunen allerede anvendte programvaren ved byggeprosjekter. Videre argumenterte kommunen med at kravet «ble oppstilt fordi dette ville gi store tids- og kostnadsbesparelser. Innklagede har vist til at dette vil gjelde for hele byggets levetid – fra prosjektering og frem til bygget rives» (KOFA sak 2019/8, 2019). Kommunen sa videre at “det per i dag ikke finnes fullgode åpne filformater, da bruk av slike medfører at ulike data går tapt ved konverteringsprosessen, og at de digitale modellene på enkelte punkter blir statiske”. Kommunen mente at de ville være nødt til å anskaffe annen programvare enn den allerede benyttede programvaren gjennom hele byggets levetid. Med utgangspunkt i dette fant klagenemnda at kommunen hadde sannsynliggjort at kravet om proprietær programvare var “nødvendig ut fra anskaffelsens formål”, jf. Forskriften § 15-1 fjerde ledd bokstav a (KOFA sak 2019/8, 2019).

Med bakgrunn i dette er det altså mulig også for offentlige oppdragsgivere å stille krav om bruk av bestemt programvare, gitt at det er «nødvendig ut fra anskaffelsens formål». Dersom en offentlig oppdragsgiver skal legge til grunn krav om proprietære filformater eller programvare må det gjøres en vurdering av hvorvidt BIM-modellen skal anvendes i fasen for PIM, AIM eller begge. Proprietære filformater vil også kunne være til hinder for bruk for ulike arbeidsoperasjoner, herunder kalkulasjon. Dersom BIM skal kunne anvendes for økt

automatisering av kalkulasjonsprosessen må programvaren som skal «lese» eller koble filen også forstå dataene. Eksempelvis benytter Holte SmartKalk seg av IFC for denne type kobling, og en kalkulator vil dermed uansett måtte konvertere RVT-filen til IFC. En løsning der oppdragsgiver krever arbeid i proprietære filformater er etter vårt syn en måte å kun behandle symptomet, fremfor å behandle årsaken. Det er vår oppfatning at BAE-næringen heller burde ha søkelys på å løse utfordringer knyttet til IFC enn å arbeide med alternative løsninger.

## **6.6 Flere variabler påvirker prisen**

Denne oppgaven setter søkelys på bruk av BIM som grunnlag for kalkulasjon for en utførelsesentreprise. Samtidig som IFC-modellen i casestudiet *Skøyenkroken 11* ikke egner seg som grunnlag for kalkulasjon, er potensialet for bruk av BIM som et tillegg til kalkulasjonsgrunnlaget ved utførelsesentrepriser stort.

Bruk av automatisering har stort potensiale innen BAE-næringen for beregning av tilbudspris for et bygge- og anleggsprosjekt, spesielt dersom BIM-bruk blir med et bevisst forhold til utfordringene det medfører. Som ved utforming av et budsjett vil den tallmessige delen av kalkylen i de fleste tilfeller være relativt enkel matematikk, og egner seg godt for å gjøres av en datamaskin (dersom resultatet kontrolleres av kalkulatøren). «Å fastsette realistiske mål og å utarbeide de handlingsplaner som skal sikre at målene nås, er vanligvis den krevende delen av arbeidet» (Hoff, 2004). Hvilken anskaffelsesprosedyre som benyttes påvirker også endelig utforming av kalkyle, da forhandlinger kan fjerne risiko hos leverandør, og dermed redusere påslag (Lædre, 2006, s. 116).

Utregningen av pris baserer seg på både prissetting av de «konkrete» elementene av kontrakten like fullt som prissettingen av de «abstrakte prisdriverne». Under abstrakt faller prisbærende poster der grunnlaget for kalkulasjon ikke er til stede, og kalkulator blir tvunget til å benytte «pekefingerregelen». I tillegg vil særegenheter ved byggeplasstomt, erfaringer med byggherre og kontraktsbetingelser være avgjørende for hvilken pris som tilbys til kunden. Entreprenøren må også foreta valg for prissettingsmetoder som om en jobb skal prises «høyt» eller «lavt».

En datamaskin vil møte på utfordringer med «konkrete» prisdriverne dersom beskrivelsen eller modellen er uklar. Det følger av *klarhetsregelen* innen avtaleretten at man lar uklarheten gå utover den som har skrevet det som er uklarhet, i det vedkommende da må bære risikoen for ikke å ha uttrykt seg klarere (Rt-1992-1105 s.1108). Ut ifra dette kan det tenkes at det er opplagt at byggherren vil godta en endringsmelding for feil utfylte eller uteglemte poster. Hyppigheten av rettspraksis som omhandler spørsmål omkring “om noe var medtatt” taler derimot for det motsatte (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 156). Det er dermed rimelig å anta at det er en risiko for at en detaljbeskrivelse med slike feil eller mangler fører til *omtvistede* arbeider. I tillegg opereres det, basert på rettspraksis, med tre ulike utfall ved spørsmål om omtvistede arbeider. Det første utfallet er at det avgjøres at det omtvistede arbeidet var medtatt i en prisbærende post. Dermed faller arbeidene inn under entreprenørens kontraktsforpliktelser, og entreprenøren må bære kostnaden av arbeidet. Det andre utfallet er avgjørelsen om at arbeidet ikke var medtatt i en prisbærende post. Arbeidene er dermed ikke en del av entreprenørens kontraktsforpliktelser, og byggherren må bære kostnaden for arbeidene.

Det tredje utfallet er at det fastslås at arbeidene eller leveransen faller inn under entreprenørens kontraktsforpliktelser, men at arbeidet eller leveransen ikke er medtatt i noen prisbærende post. Avgjørelsen ved slike spørsmål vil bero på en konkret vurdering av hvert enkelt tilfelle. Spørsmålet finnes ikke kun i norsk rettspraksis, og det er vanskelig å på forhånd si hva utfallet av spørsmålet vil bli ved en rettsavgjørelse (Hagstrøm & Bruserud, 2017, s. 156-157).

Som et resultat av ovennevnte bør kalkulatøren foreta en konkret vurdering av hver enkelt post, og gjøre seg opp en mening for hvordan en slik risiko kan håndteres. Hvorvidt slik risikostyring formaliseres og dokumenteres vil trolig variere fra prosjekt til prosjekt, og fra entreprenør til entreprenør. Uavhengig av dette er risikostyring en tradisjonell styringsmetode som vies økt oppmerksomhet i de fleste større bedrifter og etater (Aven, 2015, s. 13), og bør også gjøres som en del av kalkulasjonsprosessen. Det vil tilrettelegge for bevisst bruk av automatisering av kalkulasjonsprosessen.

Det er normalt mindre risiko knyttet til utførelsesentrepriser enn ved totalentrepriser når det gjelder kostnadsbildet, da det er bestemte poster basert på det som skal bygget som prises. Dette er et argument for at IFC egner seg for utførelsesentrepriser, da modellens bestanddeler (dersom modellen har høy detaljeringsgrad) kan samsvare med de enkelte poster. Likevel kan «skjulte kostnader» ligge i særlige kontraktsvilkår som må fordeles ut på hver enkelt post.

For eksempel faktureringsmetode og faktureringsbetingelser kan spille inn når entreprenør skal vurdere prisen. Lengre betalingsbetingelser for tjenester og varer mellom entreprenør og aktører videre nedover i leverandørkjeden vil kunne gi økt likviditet, og kan medvirke til akseptering et lavere påslag. Derimot vil lengre faktureringstid mellom oppdragsgiver og entreprenør svekke entreprenørens likviditet, da avstand mellom når inntekten registreres og når innbetaling skjer forlenges (Hoff, 2004, s. 119-121). Det er for enhver bedrift viktig med god likviditetsstyring, slik at en kan «sørge for at bedriftens virksomhet kan drives uten å bli forstyrret av manglende likviditet, og at bedriften har nødvendige likviditetsreserver til å sikre finansiell handlefrihet i endringssituasjoner» (Hoff, 2004, s. 181), for eksempel ved konjunktursvingninger som BAE-næringen er utsatt for.

Utgangspunktet for standardkontraktene NS 8405, NS 8406 og NS 8407 er at de skal utgjøre balanserte kontraktsbetingelser (Standard Norge, 2011). Når kontraktens bestemmelser endres utover det som kontrakten er tiltenkt for, forsvinner denne balanseringen i utførelsesentreprisen. Særlig vil dette være utslagsgivende for rehabiliteringsprosjekter. For byggherre vil det hefte betydelig risiko dersom IFC-modellen har fått rangordning i dokumentrekkefølgen som medfører at modellens informasjon danner grunnlaget for hva entreprenøren hadde «grunn til å regne med ut fra kontrakten, oppdragets art og omstendighetene for øvrig» (Standard Norge, 2011).

Dette taler for at det hefter stor usikkerhet ved bruk av BIM som kalkulasjonsgrunnlag for rehabiliteringer, gitt at bygningen ikke opprinnelig er prosjektert med BIM. Med utgangspunkt i økt bruk av BIM ved oppføring av nye bygg er det rimelig å anta at deler av denne risikoen i vil avta i fremtiden.

Det er ikke uvanlig at en kontrakt baseres på NS 8405, med tilhørende dokumenter for «standard kontraktsvilkår» fra byggherre og «spesielle kontraktsvilkår» for det enkelte prosjekt. Dersom en entreprenør skal kunne stå inne for en tilbudspris til en oppdragsgiver er det elementært at entreprenøren har tatt stilling til alle vilkår som vil være prisdrivende. Noe annet er sammenlignbart med å spille russisk rulett. Bruken av endringer av kontrakt gjelder like fullt for offentlige oppdragsgivere som for private aktører. Med bakgrunn i dette ble det fra departementshold både i 2009 og 2012 sterke oppfordringer om å ikke rykke ved balanseringen av standardkontraktene. I Stortingsmeldingen om offentlige anskaffelser – Meld. St 22 pkt 6.2.6 om «Økt bruk av standard kontraktsbestemmelser» ble budskapet fra 2009 gjentatt:

«Der oppdragsgiverne i stor grad bruker standardkontrakter, f.eks. på bygge- og anleggsanskaffelser, så er utfordringen at det gjøres avvik fra dem. Disse er ofte verken

hensiktsmessige eller nødvendige. Avvikene kan gå på at oppdragsgiverne utvider kontraktene med egne krav, endrer på balansen mellom partene eller stryker deler av kontrakten. [...]» (Meld. St. 22 (2018-2019)).

Samtidig medfører økt bruk av BIM nettopp et behov for avvik fra standardkontraktene, for at prosjektene skal kunne tilpasses teknologien. Før eventuelle kontraktsstandarder som er tilpasset bruk av BIM er utarbeidet av Standard Norge må entreprenør vurdere konsekvensene av spesielle betingelser for hvert enkelt prosjekt, herunder rangordning. Eksempelvis inneholder ikke NS 8405 noen definert bestemmelse om hvor en BIM-modell plasseres i dokumentrekkefølgen. Som tidligere diskutert kan dette være avgjørende for «hva som er avtalt».

Fra et teknologioptimistisk perspektiv kan det tenkes at entreprenør kan opparbeide seg et betydelig datagrunnlag med tilhørende programvare som benytter kunstig intelligens evner å tolke abstrakte faktorer og dertil korrekt kronebeløp som svarer for konsekvensen. Hvorvidt dette vil skje i praksis er derimot usannsynlig. Derfor er det, og vil trolig i god tid fremover være, et behov for kompetanse hos den ansatte som skal kalkulere innen kalkulasjon, entrepriserett, byggeprosess og økonomi ved utarbeidelse av hvert tilbud på en utførelsesentreprise.

## **7 Konklusjon**

IFC-modellen ved *Skøyenkroken 11* egner seg ikke som kalkulasjonsgrunnlag.

Kompleksiteten i en utførelsesentreprise med BIM, gitt dagens tilgjengelige løsninger og verktøy, medfører at BIM ikke egner seg som enkeltstående kalkulasjonsgrunnlag.

Anbudsprosessen, og særlig kalkulasjonsprosessen, har et stort potensial for automatisering og effektivisering. Bruk av IFC-modeller som et verktøy i kalkulasjonsprosessen for utførelsesentrepriser vil være til stor nytte, både for oppdragsgiver (visualisering, forbedrede beskrivelser og bedre kostnadsestimater) og leverandør (visualisering og effektiv kalkulasjon av kostnader).

En forutsetning for dette er at oppdragsgiveren og leverandøren har et bevisst forhold til utfordringene som BIM i utførelsesentrepriser medfører. Også er det avgjørende med en felles forståelse for hvilken rolle bruken av en IFC-modell faktisk skal ha i prosjektet, både hos hver enkelt aktør og på tvers av partene i konkurransen.

Fremtidig økt bruk av standardisering og økt kunnskapsnivå om BIM i BAE-næringen vil legge til rette for dette.



## **Videre arbeider**

Det vil være naturlig å se videre på hvorvidt standardisering og plikt til deling av datagrunnlag for BIM vil være konkurransehemmende eller konkurransefremmende, og i neste rekke hvilke konsekvenser hvert av utfallene vil ha for den videre utviklingen av BIM.

Videre kan det undersøkes om bruk av kunstig intelligens i kalkulasjonsprosessen kan være med på å effektivisere og/eller automatisere kalkulasjonsprosessen.

Etter å ha arbeidet med denne oppgaven mener vi det også vil være interessant å undersøke hvilken kompetanse innen BIM, både for prosjektering og bruk i utførelsesfasen, som finnes i de store byggherreorganisasjonene i Norge, herunder Boligbygg Oslo KF. Videre burde det undersøkes om den som gjennomfører innkjøp har tilstrekkelig med kunnskap om «hva som faktisk skal kjøpes inn» når det gjelder innkjøp som involverer BIM, og dermed hva utfallet av kontraktskrav som «det skal benyttes BIM i prosjektet» faktisk blir.

## **Bibliografi**

- Adobe. (u.å.). *DWG-files*. Hentet 12. januar fra <https://www.adobe.com/creativecloud/file-types/image/vector/dwg-file.html>
- Amundsen, E. (1990). *Faglig lærebok 1 Kalkulasjon*. Norges Byggmesterforbund. <https://www.nb.no/items/45afbb915ba6c71fc713969d79165f9a?page=1&searchText=oaiid:%22oai:nb.bibsys.no:999108507634702202%22>
- Anskaffelsesforskriften. (2016). *Forskrift om offentlige anskaffelser* (FOR-2016-08-12-974). Lovdata. <https://lovdata.no/forskrift/2016-08-12-974>
- Aven, T. (2015). *Risikostyring* (2. utg.). Universitetsforlaget.
- Bane NOR. (2022). *Prosjekteringsveileder: kap. 3.3*. Hentet 2. mai fra <https://proing.banenor.no/wiki/digitalplan/utforelse>
- Bergsaker, O., Bjørnvik, A. M., Hohansen, J., Nordtvedt, H. & Ruud, D. A. (2013). *NS 8407 - alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser, kommentarutgave*. Universitetsforlaget.
- Brink, H. I. L. (1993). Validity and Reliability in Qualitative Research. *Curationis*, 16(2), 35-38. <https://curationis.org.za/index.php/curationis/article/view/1396/1350>
- buildingSMART. (2017, 19. april). *buildingSMART Dataordbok*. <https://arkiv.buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-dataordbok>
- buildingSMART. (2020, 31. januar). *buildingSMART Prosess*. <https://arkiv.buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-prosess>
- buildingSMART. (u.å.-a). *About buildingSMART*. Hentet 01. februar fra <https://www.buildingsmart.org/about/>
- buildingSMART. (u.å.-b). *F.1 IFC2x3 to IFC4*. [https://standards.buildingsmart.org/IFC/DEV/IFC4\\_2/FINAL/HTML/annex/annex-f/ifc2x3-to-ifc4/index.htm](https://standards.buildingsmart.org/IFC/DEV/IFC4_2/FINAL/HTML/annex/annex-f/ifc2x3-to-ifc4/index.htm)
- buildingSMART. (u.å.-c). *Industry Foundation Classes (IFC)*. Hentet 20. februar fra <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>
- buildingSMART. (u.å.-d). *What is openBIM?* Hentet 01. februar fra <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>  
<https://bygg21.no/rapporter-og-veiledere/industrialisering-av-byggeprosjekter/4-0-bygg21s-anbefalinger/>
- Consigli AS. (2012). *BSN Prosess 3 - Bruk av BIM til kollisjonskontroll*. buildingSMART Norge. [https://arkiv.buildingsmart.no/sites/arkiv.buildingsmart.no/files/bsnp\\_3\\_kollisjonskontroll\\_v0.6.pdf](https://arkiv.buildingsmart.no/sites/arkiv.buildingsmart.no/files/bsnp_3_kollisjonskontroll_v0.6.pdf)
- DFØ. (2022a, 12. desember). *Byggeprosessen*. Anskaffelser.no. <https://anskaffelser.no/anskaffelsesprosessen/byggeprosessen>

- DFØ. (2022b, 12. desember). *Byggeprosessen: Valg av gjennomføringsmodell*. Anskaffelser.no. <https://anskaffelser.no/anskaffelsesprosessen/byggeprosessen/konseptutvikling-og-bearbeiding-i-bygg-og-anlegg/valg-av-gjennomforingsmodell-i-bae-prosjekter/utforelsesentreprise>
- DFØ. (2022c, 12. desember). *Kontrakter - Bygg og anlegg*. Anskaffelser.no. <https://anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/kontrakter-bygg-og-anlegg>
- DFØ. (2023, 7. mars). *Konkurransgjennomførings- og kontraktsadministrasjonsverktøy*. [https://dfo.no/kundesider/regnskapstjenester/vare-regnskapstjenester/konkurransgjennomforings-og-kontraktsadministrasjonsverktoy#:~:text=Et%20konkurransgjennomf%C3%B8ringsv%20\(KGV\)%20er%20et.av%20alle%20aktiviteter%20og%20hendelser](https://dfo.no/kundesider/regnskapstjenester/vare-regnskapstjenester/konkurransgjennomforings-og-kontraktsadministrasjonsverktoy#:~:text=Et%20konkurransgjennomf%C3%B8ringsv%20(KGV)%20er%20et.av%20alle%20aktiviteter%20og%20hendelser)
- DiConneX. (2020, 5. mai). *The History of Building Information Modelling*. <https://diconnex.com/en/blog/2020/05/05/the-history-of-building-information-modelling/>
- Doffin. (u.å.). *Om Doffin*. Hentet 15. mars fra <https://www.doffin.no/Home/About>
- Dragsten, M. H. (2013). *Offentlige anskaffelser*. Universitetsforlaget.
- Fløisbonn, H. W., Hoel, C., Lystad, Ø., Markussen, B., Rasmussen, S., Ræder, M. M., Sunesen, S. & Yggeseth, H. (2022). *MMI-veilederen 2.0*. Hentet 14. mars fra <https://mmi-veilederen.no/wp-content/uploads/2022/10/MMI-veileder-2.0.pdf>
- Fløisbonn, H. W., Skeie, G., Uppstad, B., Markussen, B. & Sunesen, S. (2018). *MMI - Modell Modenhets Indeks*. Rådgivende Ingeniøres Forening. <https://rif.no/wp-content/uploads/2018/11/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf>
- Gjønnnes, S. H. & Tangenes, T. (2014). *Økonomi- og virksomhetsstyring* (2. utg.). Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Google Scholar. (u.å.). *About*. Hentet 26. april fra <https://scholar.google.com/intl/no/scholar/about.html>
- Hagstrøm, V. & Bruserud, H. (2017). *Entrepriserett* (2. utg.). Universitetsforlaget.
- Hansen, U. (2021). *MMI i prosjekteringsprosessen* [Master, NTNU]. <https://hdl.handle.net/11250/2780443>
- Hoff, K. G. (2004). *Budsjettering - taktisk økonomistyring* (3. utg.). Universitetsforlaget.
- Hofstad, K. (2021, 7. april). *Standard Norge*. Store norske leksikon. [https://snl.no/Standard Norge](https://snl.no/Standard_Norge)
- Holm, F. H. (1990). *Byggeøkonomi* (2. utg.). Universitetsforlaget. <https://www.nb.no/items/6a5a5a7a23be102f827b092a8a11f947?page=1>
- HR-2018-1189-A.
- Ibenholt, K. & Kostøl, F. B. (2018). *Beregning av kostnader ved tvistesaker i anleggsbransjen*. Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg (EBA). <https://www.samfunnsokonomisk->

[analyse.no/rapporter/2018/6/20/beregning-av-kostnader-ved-tvistesak-i-anleggsbransjen](https://analyse.no/rapporter/2018/6/20/beregning-av-kostnader-ved-tvistesak-i-anleggsbransjen)

- Jacobsen, D. I. (2022). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Cappelen Damm akademisk.
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Abstrakt forlag.
- KOFA sak 2019/8. (2019). *KOFA sak 2019/8*. <https://www.klagenemndssekretariatet.no/wp-content/uploads/2019/01/2019-8-Klagenemndas-avgi%C3%B8relse.pdf>
- Lædre, O. (2006). *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekter* [Doktorgradsavhandling, NTNU]. <http://hdl.handle.net/11250/231308>
- Lædre, O. (2022). *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter* (5. utg.). Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Marthinussen, K., Giverholt, H. & Arvesen, H.-J. (2016). *NS 8405 med kommentarer* (4. utg.). Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Meld. St. 22 (2018-2019). *Smartere innkjøp - effektive og profesjonelle offentlige anskaffelser*. Nærings- og fiskeridepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-22-20182019/id2641507/>
- Merriam, S. B. (1995). What Can You Tell From An N of 1: Issues of Validity and Reliability in Qualitative Research. *PAACE Journal of Lifelong Learning*, 20, 51-60. [https://www.iup.edu/pse/files/programs/graduate\\_programs\\_r/instructional\\_design\\_and\\_technology\\_ma/paace\\_journal\\_of\\_lifelong\\_learning/volume\\_4\\_1995/merriam1995.pdf](https://www.iup.edu/pse/files/programs/graduate_programs_r/instructional_design_and_technology_ma/paace_journal_of_lifelong_learning/volume_4_1995/merriam1995.pdf)
- Meyer-Myklestad, J., Egeberg, M., Haugen, O., Nisja, O. Ø. & Schjeide, L. E. B. (2018). *Entrepriseserett i et nøtteskall*. Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Moe, A. M. K. (2022). *Superforneid med SmartKalk*. <https://holte.no/superforneid-med-smartkalk/?fbclid=IwAR2eHtaJaGxxlsIxI4PP399LturIQPLTx-84zwrxGQ3ph3MYhdamXlIP4Hs>
- Morse, J. M. (1999). Qualitative Generalizability. *Qualitative Health Research*, 9(1), 5-6. [https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/104973299129121622?casa\\_token=1lf5Vmp73F8AAAAA:g4DlnIG5-jKDv\\_QtZNXu7gQ3Fi8E010YNzW8qQyQ6ij3rwYacoix9IPaaZF-zsL8\\_m1B-xmmNtmU9w](https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/104973299129121622?casa_token=1lf5Vmp73F8AAAAA:g4DlnIG5-jKDv_QtZNXu7gQ3Fi8E010YNzW8qQyQ6ij3rwYacoix9IPaaZF-zsL8_m1B-xmmNtmU9w)
- Müller, B. C. (2012). *Implementering av openBIM i kalkulasjonsprosessen* [Master, NTNU]. <http://hdl.handle.net/11250/232062>
- Nicoleta, P. (2021, 16. august ). *BIM objects: the digital product information in construction*. Hentet 03. mai fra <https://www.breakwithanarchitect.com/post/bim-objects-the-digital-product-information-in-construction>
- NOIS. (u.å.). *ISY Linker - brukerhjelp*. Hentet 17. mars fra <https://norconsultdigital.no/media/z4ykuyg0/linker-brukermanual.pdf>
- Norges forskningsråd. (2017). *Sluttrapport INPRO: Integrert metodikk for prosjekteringsledelse*. <http://smooth-storage.aptoma.no/users/drpf-bygg-upload/files/Nye/B17003-INPRO-rapport-6-des-web.pdf>

- NOU 2015:1. (2015). *Produktivitet – grunnlag for vekst og velferd* — Produktivitetskomisjonens første rapport. D. s.-o. serviceorganisasjon.  
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-1/id2395258/>
- Nyland, E. & Apelsest, M. (2019, 20. mai). *Byggherres risiko for uklarheter i konkurransegrunnlaget*. estatenyheter.no. Hentet 3. mai fra  
<https://www.estatenyheter.no/byggherres-risiko-for-uklarheter-i-konkurransegrunnlaget/247884>
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2018a, 24. april). *Veileder til reglene om offentlige anskaffelser*. Regjeringen. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/veileder-offentlige-anskaffelser/id2581234/?ch=7>
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2018b, 24. april). *Veileder til reglene om offentlige anskaffelser: Grunnleggende prinsipper*.  
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/veileder-offentlige-anskaffelser/id2581234/?q=grunnleggende%20prinsipper&ch=9>
- Olsen, T. L. A. (2015). *Effektivisering av prosjekteringsprosessen - Med implementering av BIM, Lean Construction og VDC* [Master, NTNU]. <http://hdl.handle.net/11250/2349903>
- Oslo Kommune. (u.å.-a). *Boligbygg Oslo KF*. Hentet 18. mars fra  
<https://www.oslo.kommune.no/etater-foretak-og-ombud/boligbygg-oslo-kf/#gref>
- Oslo Kommune. (u.å.-b). *Oslobygg KF*. Hentet 18. mars fra  
<https://www.oslo.kommune.no/etater-foretak-og-ombud/oslobygg-kf/#gref>
- Overland, J.-A. (2018, 26. oktober). *TONE - strategi for kildekritikk*. NDLA.  
<https://ndla.no/article/4947>
- Rt-1992-1105 s.1108.
- Sending, A. (2013a). *Økonomistyring 1* (2. utg.). Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Sending, A. (2013b). *Økonomistyring 2* (3. utg.). Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Simonsen, L. (2014). *Bustadoppføringslova*. Gyldendal Norsk Forslag AS.
- SKOK. (2021). *BIM-MANUAL*. Hentet 19. april fra <https://skok.no/Manualer>
- SKOK. (u.å.). *Standard kravspesifikasjon for Oslo kommune*. Hentet 18. mars fra <https://skok.no/>
- Standard Norge. (2008). *Norsk bygge- og anleggskontrakt* (NS 8405:2008).
- Standard Norge. (2009). *Forenklet norsk bygge- og anleggskontrakt* (NS 8406:2009).
- Standard Norge. (2011). *Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser* (NS 8407:2011).
- Standard Norge. (2014). *Konkurransegrunnlag for bygg og anlegg - Redigering og innhold* (NS 3450:2014).
- Standard Norge. (2017). *Veiledning for utarbeidelse av beskrivelser etter NS 3420 - P-773:2017* (NS 3420/Veiledning).

- Standard Norge. (2018). *Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) Informasjonsforvaltning med BIM Del 1: Begreper og prinsipper* (NS-EN-ISO 19650-1:2018).
- Standard Norge. (2021a). *BIM-objekter for byggverk - Del 1: Modellpraksis, navngivning, typekoding og egenskaper* (NS 8360-1:2021).
- Standard Norge. (2021b). *BIM-objekter for byggverk - NS 8360*.  
<https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/digital-byggeprosess/ns-8360-bim-objekter/>
- Standard Norge. (2021c). *BIM-objekter for byggverk — Del 2: Egenskaper for identifikasjon i digitale modeller og merking i byggverk* (NS 8360-2:2021).
- Standard Norge. (2021d). *Klassifikasjon av byggverk - Del 7: Identifikasjon i digitale modeller og for merking i byggverk* (NS 3457-7:2021).
- Standard Norge. (2021e, 21. november). *NS 3420: Utvikling og historikk gjennom 40 år*.  
<https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/ns-3420-/historikk-og-utvikling/>
- Standard Norge. (2021f). *Veiledning til NS 3457-7:2021 - Bruk av TFM-systemet, med systemkoder* (NS 3457-7:2021/G1:2021).
- Standard Norge. (2022a). *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner* (NS 3420-0:2022+AC:2022).
- Standard Norge. (2022b). *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner - Del 0: Orientering* (NS 3420-0:2022+AC:2022).
- Standard Norge. (2022c). *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner - Del BE: Bygningselementer* (NS 3420-BE:2019+AC2:2022).
- Standard Norge. (2022d). *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner - Del Q: Tømrerarbeider* (NS 3420-Q:2019+AC:2022).
- Standard Norge. (2022e). *Bygningsdelstabell og systemkodetabell for bygninger og tilhørende uteområder* (NS 3451:2022).
- Standard Norge. (2022f, 28. januar). *Standard Norge*. <https://www.standard.no/toppvalg/om-oss/standard-norge/>
- Standard Norge. (2023a, 10. mai). *Digital prisforespørsel - NS 3459*.  
<https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/ns-3420-/ns-3450---ns-3451---ns-3459-3/>
- Standard Norge. (2023b, 24. mars). *Klassifikasjon av byggverk - NS 3457*.  
<https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/ns-3420-/klassifikasjon-av-byggverk---ns-3457/>
- Standard Norge. (2023c). *Overføring av data for beskrivelser, prisinformasjon og avregning i bygg og anlegg* (NS 3459:2023).
- Standard Norges komité 379. (2020). *BIM: Behov for kontraktsreguleringer og generell standardisering*.

- Statens Vegvesen. (2012). *Prosesskode 1: Standard beskrivelse for vegkontrakter: Hovedprosess 1-7: [Håndbok R761]*. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2371328>
- UNIT. (u.å.). *Hva er Oria*. Hentet 15. mars fra <https://bibsys-almaprimo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/search?vid=BIBSYS>
- Universitetet i Stavanger. (2023, 14. mars). *Open Access-publisering*. <https://www.uis.no/nb/bibliotek/oa>
- Universitetet i Sørøst-Norge. (u.å.). *Om USN Open Archive*. Hentet 14. mars fra <https://bibliotek.usn.no/forskerstotte/USNOpenArchive/>
- W3C. (2008). *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)*. <https://www.w3.org/TR/xml/>
- W3C. (u.å.). *SCHEMA*. Hentet 14. mars fra <https://www.w3.org/standards/xml/schema>
- Woxholth, G. (2017). *Avtalerett* (10. utg.). Gyldendal akademisk.
- Aass, S. B. (2015). *Implementering av BIM i kalkulasjonsprosessen* [Master, Universitetet i Stavanger]. [https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/301678/Masteroppgave\\_SimenBAass.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/301678/Masteroppgave_SimenBAass.pdf?sequence=1&isAllowed=y)