

Ola Grande

Kalkulasjon av BIM-modell med NS-3420

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Erling Onstein

Medveileder: Jan Steinar Egenes

Juni 2023



Ola Grande

Kalkulasjon av BIM-modell med NS-3420

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Erling Onstein
Medveileder: Jan Steinar Egenes
Juni 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Denne oppgaven er utarbeidet i samarbeid med Grande Entreprenør AS. I oppgaven er det blitt sett nærmere på hvordan samspillet mellom BIM-modeller, og NS 3420 bør fungere i en anbudsprosess.

Oppgaven har forsøkt å svare på følgende problemstilling:

- *Hvordan kan Grande Entreprenør med fordel benytte BIM-modeller i en anbudsprosess basert på NS 3420?*

Design Science Research ble brukt som arbeidsmetode for prosjektet. For å kunne svare på problemstillingen, ble det utviklet 2 artefakter som på hver sin måte skulle gi en løsning. Artefaktene består av arbeidsflyter for hvordan Grande Entreprenør kan ta i bruk NS 3420 i BIM-modeller. Det ble utviklet et artefakt hvor firmaet selv koder opp BIM-modellen i henhold til NS 3420, og et artefakt hvor arkitekt koder BIM-modellen i henhold til NS 3420.

For å finne ut om artefaktene fungerte som de skulle ble de evaluert av markedsavdelingen hos Grande Entreprenør. Dette er en liten gruppe bestående av 3 personer, men med lang fartstid i byggebransjen, og arbeider med kalkulasjon til daglig.

Evalueringen viste at arbeidsflyten hvor entreprenør koder selv ikke holder mål. Denne måten å jobbe på ble evaluert til å være mer tungvint sammenlignet med hva som gjøres i dag. Videre kreves det stor nøyaktighet i BIM-modellen, noe som kan føre til forsinkelser i prosjektet, eller avvik i kalkulasjonen hvis modellen er inneholder feil.

Artefaktet med arbeidsflyten hvor arkitekt kodet modellen viste seg i evalueringen å være en bedre løsning. Denne arbeidsflyten ble evaluert til å være både mer effektiv, treffsikker, og gir muligheten til å raskt kjøre flere iterasjoner av samme modell.

Konklusjonen er at Grande Entreprenør med fordel kan benytte BIM-modeller i en anbudsprosess basert på NS 3420 så lenge artefaktet for koding hos arkitekt benyttes.

Abstract

This thesis has been prepared in collaboration with Grande Entreprenør AS. In the thesis, a closer look has been taken at how the interaction between BIM models and NS 3420 should work in a tender process.

The assignment attempted to answer the following problem:

- How can Grande Entreprenør advantageously use BIM models in a tender process based on NS 3420?

Design Science Research was used as the working method for the project. In order to be able to answer the problem, 2 artefacts were developed which in their own way should provide a solution. The artefacts consist of workflows for how Grande Entreprenør can use NS 3420 in BIM models. An artefact was developed where the company itself codes the BIM model according to NS 3420, and an artefact where the architect codes the BIM model according to NS 3420.

To find out if the artefacts worked as they should, they were evaluated by the *markedsavdelingen* at Grande Entreprenør. This is a small group consisting of 3 people, but with long experience in the construction industry, and works with calculations on a daily basis.

The evaluation showed that the workflow where Grande codes themselves does not measure up. This way of working was evaluated to be more cumbersome compared to what is done today. Furthermore, great accuracy is required in the BIM model, which can lead to delays in the project, or deviations in the calculation if the model contains errors.

The artifact with the workflow where the architect coded the model proved in the evaluation to be a better solution. This workflow was evaluated to be both more efficient, accurate, and gives the opportunity to quickly run several iterations of the same model.

The conclusion is that Grande Entreprenør can advantageously use BIM models in a tender process based on NS 3420 as long as the artifact for coding with the architect is used.

Forord

Innlevering av denne oppgaven markerer slutten på en lang karriere som både skoleelev og student. Oppgaven avslutter 2 år på masterstudiet Digitale Byggeprosesser, ved NTNU Gjøvik.

Først vil jeg takke min veileder Erling Onstein, og med-veileder Jan Steinar Egenes for all hjelp og støtte under prosjektet. Dere har vært viktige i utformingen av oppgaven, og samtalene vi har hatt i veiledningstimene har vært givende.

Videre vil jeg takke Grande Entreprenør, og spesielt markedsavdelingen for samarbeidet. Uten dette samarbeidet hadde det heller ikke vært noen oppgave å løse, så får vi håpe at arbeidet materialiserer seg, og gir resultater i praksis. En takk også til ISY som har gitt tilgang til deres lisenser for nødvendige dataprogrammer.

Til slutt vil jeg takke venner og familie for støtte, og god kaffe. Det har holdt motet oppe.

Opgaven dediseres til pappa, Arne Martin Bergsli Grande. Du va en sterk motivator for jeg skulle søke opptak til masterstudiet etter endt bachelor. Du fikk med deg at jeg søkte, men fikk aldri oppleve at jeg ble tatt opp. Det har i perioder vært en jævlig tid, men det motet du viste, lengselen etter å få gå på jobb, ønsket ditt om å få leve, sitter sterkt i meg. Det er ikke bare å gi opp. Nå er jeg her, ferdig med skolen, og skal følge i dine fotspor inn i firmaet. For å sitere Sir Isaac Newton: *«Hvis jeg har sett lenger, er det gjort ved å stå på kjempers skuldre.»* Jeg står på dine skuldre pappa. Takk for alt du har gitt meg.

FUCK CANCER

Innhold

Figurer	xi
Tabeller	xi
Forkortelser/symboler	xi
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Hvem er Grande Entreprenør AS?	1
1.3 Problemstilling og avgrensning	2
1.4 Oppgavens oppbygning	2
2 Litteraturgjennomgang	3
2.1 BIM-based cost estimation in a road project – proof of concept and practice	3
2.2 NS 3420	3
3 Metode	5
3.1 Design Science Research	5
3.1.1 Utvikling av artefakt	6
3.1.2 Evaluering av artefakt	6
3.1.3 Litteratur	7
3.2 Bruk av ISY Beskrivelse Plug in for Revit	7
4 Beskrivelse av artefakt	8
4.1 Dagens arbeidsflyt	8
4.2 Arbeidsflyt hvor Grande koder selv	11
4.3 Arbeidsflyt for modeller kodet av arkitekt	14
5 Evaluering	16
5.1 Evalueringskriterier	16
5.2 Evaluering	17
5.2.1 Evaluering av arbeidsflyt for koding hos entreprenør	17
5.2.2 Evaluering av arbeidsflyt for koding hos arkitekt	20
6 Diskusjon	23
6.1 Validity	23
6.1.1 Koding hos entreprenør	23
6.1.2 Koding hos arkitekt	23
6.2 Utility	23
6.2.1 Koding hos entreprenør	23
6.2.2 Koding hos arkitekt	24
6.3 Quality	24
6.3.1 Koding hos entreprenør	24

6.3.2	Koding hos arkitekt	25
6.4	Efficacy	25
6.4.1	Koding hos entreprenør	25
6.4.2	Koding hos arkitekt	25
6.5	Oppsummering	25
7	Konklusjon	27
8	Referanser	28
9	Vedlegg	29

Figurer

Figur 1 Postgrunnlag før utfylling (Norge, 2023)	4
Figur 2 Postgrunnlag etter utfylling (Norge, 2023)	4
Figur 3 Rammeverk for bidrag, oversatt fra Gregor and Hevner (2013)	6
Figur 4 Dagens arbeidsflyt	10
Figur 5 Arbeidsflyt for koding hos Entreprenør.....	13
Figur 6 Arbeidsflyt for koding hos arkitekt	15

Tabeller

Tabell 1 Bidragstyper, oversatt fra Gregor and Hevner (2013).....	5
---	---

Forkortelser/symboler

DSR	Design Science Research
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
IFC	Industry Foundation Classes

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Opgaven kom til på bakgrunn av samtaler om bruken av BIM hos Grande Entreprenør. I de samtalene kom det frem synspunkter om hvordan bruken av BIM opp mot kalkulasjon burde være. Fra Grande Entreprenør sin side hadde det vært ideelt om de fikk inn BIM-modeller ferdig kodet etter NS 3420, slik at de da direkte kunne tatt ut mengder, og kalkulert kodene fra modellen. Tilfelle i dag er at kalkulasjon blir gjort basert på PDF tegninger. I noen prosjekter er det BIM-modeller, men i de tilfellene er disse modellene kun veiledende, og kan dermed ikke brukes med sikkerhet til kalkulasjon.

Siden disse BIM-modellene er veiledende har for eksempel mengdeuttak fra disse modellene vært en risikabel aktivitet. Dette fordi feil og mangler kan ligge skjult i modellen. Derfor har det til nå blitt kalkulert etter PDF tegninger, eller i de tilfellene jobben er beskrevet, gitt enhetspriser.

Fordelen ved å benytte NS 3420 baserte BIM modeller kan for eksempel være muligheten for å kunne gi pris raskere ved endring i modell, BIM-modellen blir tegningsgrunnlaget, og at elementene i modellen blir beskrevet i detalj. Elementene i en BIM-modell har allerede et navn. Hvorfor ikke gi dem et navn som stemmer over ens med NS 3420?

Opgaven vil utforske muligheten for hvordan Grande Entreprenør kan ha en kalkulasjonsprosess basert på NS 3420, og få det til å spille sammen med BIM-modellene. Hva kan Grande Entreprenør selv gjøre?

For å besvare problemstillingen har metoden Design Science Research blitt brukt. Denne metoden legger opp til at det skal konstrueres et artefakt for å løse problemstillingen. Artefaktet som blir konstruert i denne oppgaven består av to arbeidsflyter som på hver sin måte integrerer bruken av NS 3420 postkoder i BIM. Den ene arbeidsflyten legger opp til av Grande Entreprenør selv koder opp modellen, og den andre arbeidsflyten legger opp til at arkitekt koder opp modellen.

1.2 Hvem er Grande Entreprenør AS?

Firmaet ble i 1953 stiftet av Torbjørn Grande, og feirer med det 70 år i år. Grande Entreprenør AS er i dag et datterselskap av Veidekke ASA. Med hovedkontor på Verdal Industripark har firmaet et nedslagsfelt primært mellom Stjørdal og Namsos. Grande har i dag over to hundre ansatte, hvor tallet fordeles utover betongarbeidere, tømrere, taktekkere, blikkenslagere, og funksjonærer.

1.3 Problemstilling og avgrensning

For å kunne gi en løsning på utfordringen som Grande Entreprenør har presentert vil det i oppgaven bli forsøkt å svare på følgende problemstilling:

- *Hvordan kan Grande Entreprenør med fordel benytte BIM-modeller i en anbudsprosess basert på NS 3420?*

Mål:

- Kunne presentere en mer effektiv løsning for kalkulasjon en hva som gjøres i dag basert på BIM-modeller.
- Gi svar på om koding av BIM-modeller etter NS 3420 bør implementeres i fremtiden.

Avgrensninger:

- Oppgaveløsningen blir gjennomført sett fra Grande Entreprenørs ståsted. Hvilke tiltak er mest nærliggende å få gjennomført.
- Oppgaven forholder seg til ISY som programvareleverandør, siden det er de som leverer kalkulasjonsprogrammet som i dag brukes av firmaet. Det er dog verdt å bemerke at Focus Software leverer tilsvarende program for koding av NS 3420 i Revit som ISY.

1.4 Oppgavens oppbygning

Oppgaven følger DSR strukturen angitt i Table 3 i Gregor and Hevner (2013), og følger den malen. Etter oversettelse og tilpassing til oppgaven ser strukturen i oppgaven slik ut:

1. Introduksjon

Definisjon av problem, bakgrunn for problem, problemstilling og oppgavens oppbygning.

2. Litteraturgjennomgang

Presentere litteratur relevant til studien

3. Metode

Hvordan forskningen ble utført.

4. Artefaktbeskrivelse

En beskrivelse av artefaktet for å kunne gi et nytt bidrag til kunnskapsbasen.

5. Evaluering

Bevis på at artefaktet kan brukes

6. Diskusjon

Tolking av resultatene.

7. Konklusjon

Konkluderende avsnitt som bekrefter viktigheten av funnene i rapporten.

8. Referanser

Referanser til oppgaven

9. Vedlegg

Vedlegg til oppgaven

2 Litteraturgjennomgang

2.1 BIM-based cost estimation in a road project – proof of concept and practice

Søkeord: ISY Beskrivelse

Denne artikkelen har arbeidet etter følgende to forskningsspørsmål, sitat oversatt fra engelsk Fürstenberg et al. (2021):

- «Hvordan kan BIM-basert kostnadsestimering for infrastrukturprosjekt bli utviklet for å legge til rette for automatisk mengdeuttak?»
- «Hvilke utfordringer ligger i utviklingen av en anvendelig løsning basert på kommersielt tilgjengelig programvare?»

Det ble i artikkelen vist at det var gjennomførbart på et vei-prosjekt i Norge å benytte seg av kommersielt tilgjengelig programvare for å gjøre BIM-basert kalkulasjon. Et av disse programmene var ISY Beskrivelse.

Artikkelen konkluderer med at «BIM-basert kostnadsestimering forbedrer produktivitet, reduserer usikkerhet, og eliminerer tilfeldige menneskelige feil ved å automatisere repetitive, og tidskonsumerende oppgaver» (Fürstenberg et al., 2021).

2.2 NS 3420

«NS 3420 er en av de viktigste standardene for bygg- og anleggsnæringen»(Norge, 2023).

NS 3420 er en samling av standarder utviklet for å utarbeide beskrivelser, mengdelister og konkurransegrunnlag.

Det som utgjør prosjektbeskrivelsen i NS 3420 er kodede postgrunnlag. Disse kodede postgrunnlagene inneholder informasjon som er spesifikk til de arbeidene som skal utføres. I tillegg til spesifikk informasjon om arbeidene som skal utføres, inneholder NS 3420 også regler for hvordan mengder skal avregnes, og hva prisene skal inkludere. (Norge, 2023)

Figur 1 viser en NS 3420 post før utfylling.

Postgrunnlag før utfylling:
<p>QB2.1--x- BINDINGSVERK AV HELTRE</p> <p>Areal [m2]</p> <p>Fasthet/sortering: {Matrise QB:1} Type bindingsverk: {Matrise Q:1} Dimensjon: {Matrise QB:2} Spikerslag: {Matrise Q:2}</p> <p><i>Lokalisering: (del 1, 4, y5)</i> <i>Feste bunnsvill:</i> <i>Vegghøyde:</i> <i>Underlag:</i></p> <p><i>Andre krav: (Q, y3.2; QB2.1, y3.3) Ja Nei</i></p>

Figur 1 Postgrunnlag før utfylling (Norge, 2023)

Figur 2 viser en ferdig utfylt post.

Ferdig utfylt post i en prosjektbeskrivelse:
<p>QB2.111181 BINDINGSVERK AV HELTRE</p> <p>Areal m2 12</p> <p>Fasthet/sortering: Fasthets-/sorteringsklasse C18/T1 Type bindingsverk: Enkelt Dimensjon: 48 mm x 98 mm Spikerslag: Horisontale c/c 600 mm</p> <p><i>Lokalisering: Se tegning nr. A2-200</i> <i>Feste bunnsvill: Spikerplugg c/c-avstand 1000 mm</i> <i>Vegghøyde: 2700 mm</i> <i>Underlag: Skummet polyetylenstrimmel på betongdekke</i></p> <p><i>Andre krav: Nei</i></p>

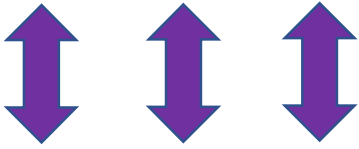
Figur 2 Postgrunnlag etter utfylling (Norge, 2023)

3 Metode

3.1 Design Science Research

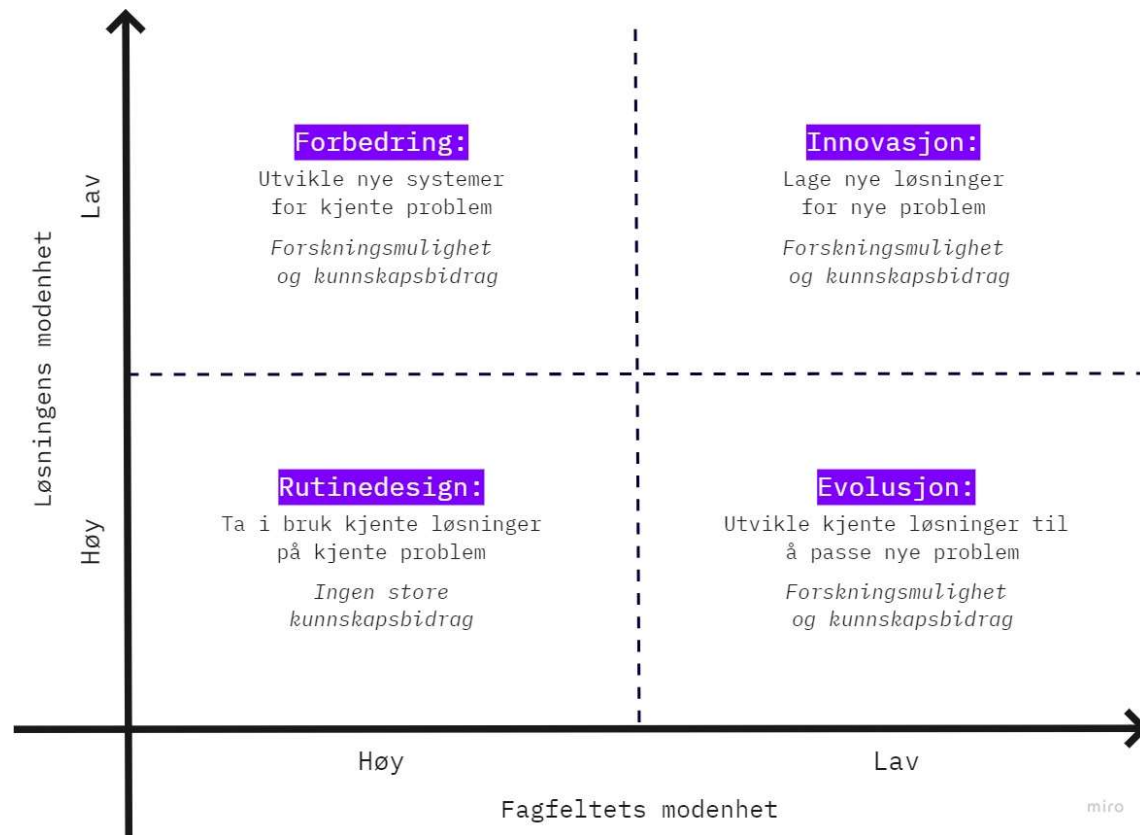
Denne oppgaven avviker fra standard gjennomførelse av oppgaveskriving ved å bruke DSR i istedenfor IMRoD. Dette er et bevist valg som er gjort på bakgrunn av hva oppgaven ønsker å utrette. I løpet av dette masterstudie har DSR blitt brukt ved flere anledninger for å bygge opp oppgaver rundt en *løsning*, kalt artefakt i DSR. Fordelen med å benytte denne arbeidsmetoden er at det tydelig kommer frem hva som bidrar til løsningen på problemstillingen. Videre er evaluering, og iterering av artefaktet nøkkelen til å øke kunnskapsbidraget. Malen for metoden som blir brukt er Gregor and Hevner (2013)

Artefakt blir i (Gregor and Hevner, 2013) definert som en ting som har, eller kan bli transformert til materiell eksistens som et kunstig objekt, som for eksempel en modell, prosess, eller metode.

Design Science Research Bidragstyper		
	Bidragstype	Eksempel på artefakt
 Mer abstrakt, fullstendig, og mer utviklet kunnskap	Nivå 3: Velutviklet designteori om innebygde fenomener.	Mellomstore, og store designteorier.
	Nivå 2: Påbegynt designteori om operasjonelle prinsipper eller arkitektur.	Oppbygning, metode, modeller, designrammeverk, og tekniske regler.
	Nivå 1: Plassert implementering av artefakt.	Testartikler (Programvare, eller implementerte prosesser)
Mer spesifikk, begrenset, og mindre utviklet kunnskap		

Tabell 1 Bidragstyper, oversatt fra Gregor and Hevner (2013)

Artefaktet som har blitt utviklet for å løse problemstillingen legger seg på nivå to i Tabell 1. Dette fordi fundamentet som artefaktet bygger på allerede eksisterer i form av programvare til å løse oppdraget. Eksempel på nivå to stemmer godt over ens med hvilket artefakt som blir presentert. Tabell 1 definerer hvilket bidrag artefaktet kan komme med.



Figur 3 Rammeverk for bidrag, oversatt fra Gregor and Hevner (2013)

Figur 3 demonstrerer hvilket potensial et prosjekt har for tilføring av ny kunnskap. Potensialet blir funnet ved å krysse fagfeltets modenhet mot løsningens modenhet. Artefaktet som blir utviklet i denne oppgaven vil falle under gruppen for «*Forbedring*». Argumentene for å plassere artefaktet under «*Forbedring*» er at BIM, og IFC klassifisering ikke er noe nytt fagfelt, men heller et relativt modent ett. Koding etter NS-3420, og tilhørende arbeidsflyt er derimot et mindre utviklet område. Forskning og utvikling av et artefakt av denne typen vil derfor bidra til å utvikle til et nytt system for å kunne løse et kjent problem innenfor bruken av BIM.

3.1.1 Utvikling av artefakt

For å kunne lage et artefakt som kunne svare på problemstillingen måtte det først lages et grunnlag å jobbe ut ifra. Grunnlaget var en skissering av hvilken arbeidsflyt Grande Entreprenør i dag har for kalkulasjon. Basert på samtaler med firmaet, deres synspunkter, og behov, ble det lagt frem 2 nye arbeidsflyter som artefakter, som kunne evalueres.

Arbeidet med å lage de nye arbeidsflytene krevde testing av programvare, for å kontrollere at de passet med artefaktets oppgave, og kompleksitet.

3.1.2 Evaluering av artefakt

Å avgjøre om artefaktet har lyktes i å utfylle sin rolle er opp til evalueringen å avgjøre. Evalueringen av artefaktene ble gjort i to steg. I første del ble det gjort en demonstrasjon av ISY Beskrivelse Plug-in for Revit, deretter ble det foretatt en

gjennomgang av arbeidsflytene for å kunne oppklare eventuelle spørsmål. Del 2 av evalueringen ble gjennomført skriftlig individuelt hvor markedsavdelingen besvarte spørsmål om artefaktene.

Evalueringen ble gjennomført av tre personer, kalkulatørene hos Grande Entreprenør. Disse 3 personene er markedsavdelingen. Dette gir et lite statistisk grunnlag for evaluering. Det som veier for å akseptere at evalueringen gjennomføres av få personer er deres erfaring på området, og deres erfaring fra byggebransjen. Siden dette er en oppgave hovedsakelig etterspurt av markedsavdelingen selv, er min oppfatning at objektivitet ikke vil være en utfordring. Spesielt da med tanke på individuell frykt for endring av arbeidsmetode.

3.1.3 Litteratur

Google Scholar, har blitt brukt som søkemotor for å finne relevant litteratur til oppgaven. Det har imidlertid vært vanskelig å finne stoff som har passet oppgaven, siden den er vel spesifikk i sin etterspørsel etter støtte for kun en norsk standard. Ved å søke på NS 3420 har det ikke gitt treff som har vært tilfredsstillende relevant for oppgaven. Andre søkeord som *ifc based cost calculation*, eller *ifc cost estimation*, har heller ikke gitt treff som etter mitt skjønn kunne bygd opp under innholdet i denne oppgaven. Den aller mest relevante litteraturen blir presentert i Kapittel 2 Litteraturgjennomgang. Søkeord for gitt litteratur blir tilgjengelig i Kapittel 2.

3.2 Bruk av ISY Beskrivelse Plug in for Revit

Denne Plug-in til Revit er relativt enkel i sin bruk. For å kunne legge en NS 3420 kode på et bygningsselement, velges koden ut fra en mappestruktur i et eget vindu. Når ønsket kode er valgt, dras denne inn i vinduet hvor tegningen ligger. Klikk på de elementene som koden skal knyttes til, og trykk finish. Når dette er gjort kommer det opp ett vindu hvor NS 3420 koden kan spesifiseres ferdig, bygningsdel velges, arbeidstype velges, og legge inn formler for mengdeuttak.

ISY Beskrivelse, og ISY Beskrivelse Plug in for Revit er avhengige av hverandre for å kunne gi en komplett beskrivelse. Koder kan lages i Beskrivelse, og deretter importeres til Plug in og knyttes opp til elementer i BIM-modellen. For å kunne hente ut kodene som blir skrevet på IFC filen fra Plug in må filen importeres til ISY Beskrivelse.

4 Beskrivelse av artefakt

Under følgende kapittel vil artefaktene utviklet i denne oppgaven bli presentert. Sentralt for hvert steg blir figurene som demonstrerer sammenhengen i arbeidsflyten.

4.1 Dagens arbeidsflyt

For å kunne utarbeide nye arbeidsflyter som erstatning for dagens fremgangsmåte må dagens arbeidsflyt tegnes opp. I samråd med Grande Entreprenør ble dagens arbeidsflyt skissert, og beskrevet for å lage en reell og representativ modell. Arbeidsflyten er delt inn i fire beslutninger, og femten aktiviteter.

Beslutninger:

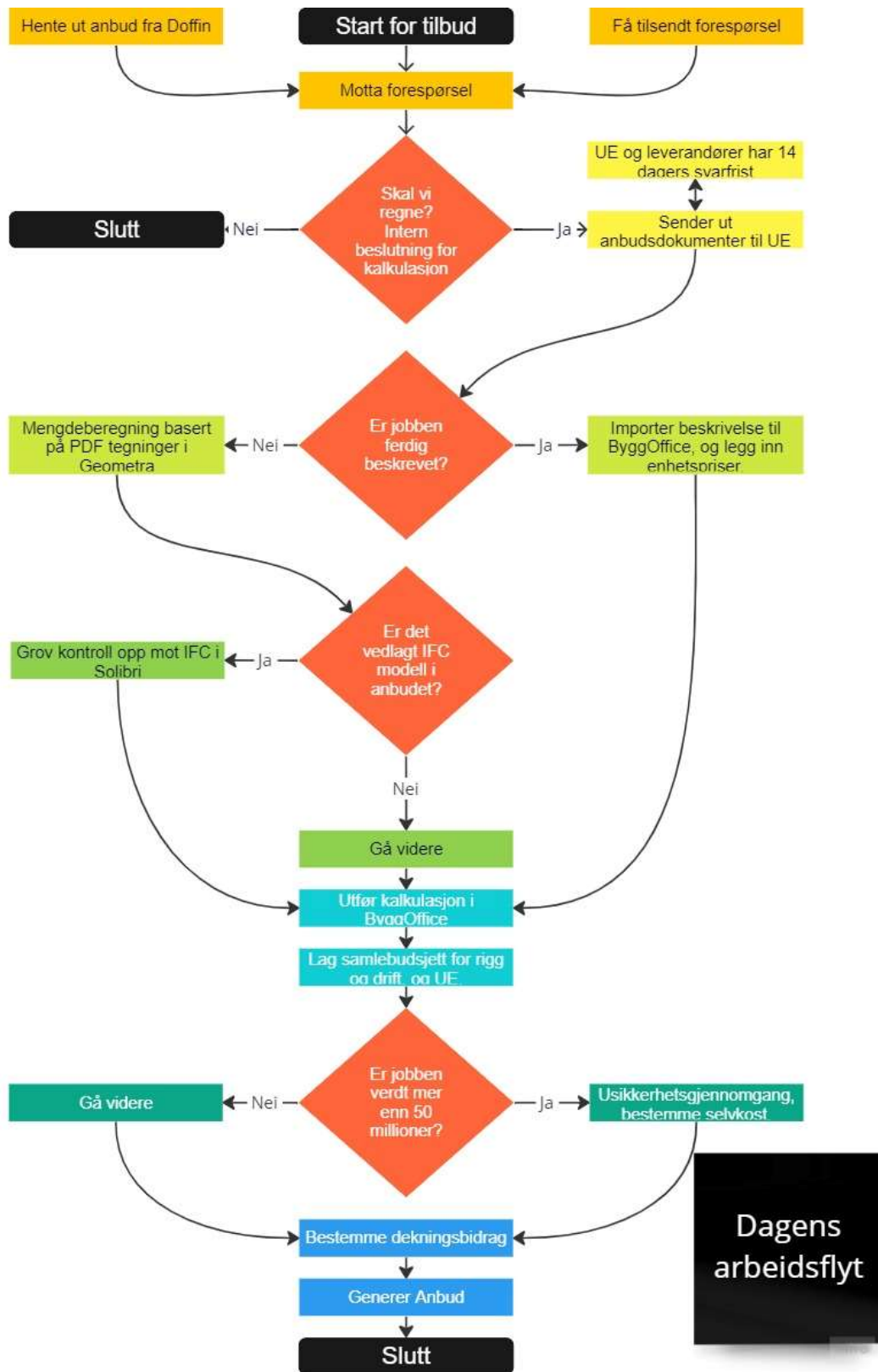
- **«Skal vi regne? Intern beslutning for kalkulasjon»**
Etter å ha mottatt eller hentet inn anbudsdokumentene må det besluttes om firmaet skal satse på prosjektet. Denne beslutningen kan for eksempel påvirkes av selskapets økonomi, fremdriftsplan for andre prosjekter, og bemanning. I tillegg kan avgjørelsen bli påvirket av prosjektet. Er det et for stort prosjekt, eller for lite? Passer prosjektet Grande Entreprenør?
Blir det svart ja på beslutningen binder firmaet opp mannskap, og investerer tid i prosjektet for å kunne levere et anbud. Blir det svart nei på beslutningen avsluttes arbeidsflyten, og firmaet går videre til andre prosjekter.
- **«Er jobben ferdig beskrevet?»**
Denne beslutningen er avhengig av hvilket grunnlag som kommer med anbudsdokumentene. Er jobben ferdig beskrevet med poster, eller er grunnlaget tegninger? Hvis grunnlaget kommer med ferdig beskrivelse, er svaret ja i denne beslutningen. Om jobben ikke er beskrevet, men er hentet inn som PDF må det svares nei i beslutningen.
- **«Er det vedlagt IFC modell i anbudet?»**
Hvis det er med en modell er denne etter de foregående beslutningene å dømme en veiledende modell, som ikke skal brukes som grunnlag. Om det er en modell med blir beslutningen ja, hvor den kommende aktiviteten definerer hva den skal brukes til. Hvis det ikke er med en modell, blir beslutningen nei.
- **«Er jobben verdt mer enn 50 millioner?»**
Denne beslutningen må tas på bakgrunn av de økonomiske rammene for prosjektet. Hvis jobben er verdt mer enn femti millioner kroner er det bestemt i Grande at det skal være en usikkerhetsgjennomgang. Det svares ja på denne beslutningen om prosjektet er kalkulert til å være verdt femti millioner eller mer. Hvis prosjektet er verdt mindre enn femti millioner blir beslutningen nei.

Aktiviteter:

- **«Motta forespørsel»**
 - **«Hente ut anbud fra Doffin»**
 - **«Få tilsendt forespørsel»**

Denne aktiviteten starter anbudsprosessen for firmaet. Hvis det er et offentlig anbud hentes det ut fra Doffin. Er det en privat oppdragsgiver vil firmaet få tilsendt en forespørsel om å gi pris på prosjektet.

- **«Sender ut anbudsdokumenter til UE»**
Grande ber om pris fra forskjellige underentreprenører til å gjøre jobbene som de selv ikke kan utføre.
- **«UE og leverandører har 14 dagers svarfrist»**
For å holde fremdrift i kalkulasjon, og rekke egne frister, er det satt at underentreprenørene har fjorten dager på å gi pris.
- **«Mengdeberegning basert på PDF i Geometra»**
Gjøre den manuelle jobben med å måle opp og ta ut mengder fra PDF i Geometra.
- **«Importer beskrivelse til ByggOffice, og legg inn enhetspriser.»**
Prosjektet kommer ferdig beskrevet, så import av poster kan gjøres direkte inn i ByggOffice.
- **«Grov kontroll opp mot IFC i Solibri»**
Hvis det var vedlagt en modell i anbudsgrunnlaget er det greit å få kontrollert at denne stemmer med tegningsgrunnlaget. Dette gjøres i Solibri, hvor modellen blir gjennomgått for å få oversikt over prosjektet.
- **«Gå videre»**
Et mellomsteg for å følge mønsteret ut fra foregående beslutning.
- **«Utfør kalkulasjon i ByggOffice»**
Firmaet kalkulerer jobben i ByggOffice med sine egne maler, oppsett, og enhetspriser.
- **«Lag samlebudsjett for rigg, drift og UE»**
Få oversikt over kostnadene til støttefunksjoner som må være på plass for at byggeplassen skal kunne fungere.
- **«Gå videre»**
Mellomsteg for å følge mønsteret i arbeidsflyten.
- **«Usikkerhetsgjennomgang, bestemme selvkost»**
Hvilken risiko tar Grande Entreprenør ved å ta på seg prosjektet? Er det variabler som gjør at det må legges inn større økonomisk handlingsrom enn hva som er kalkulert?
- **«Bestemme dekningsbidrag»**
Hva ønsker Grande Entreprenør å tjene på jobben? Bestemme hvor mye som skal være igjen i gevinst etter endt prosjekt.
- **«Generer anbud»**
Jobben er ferdig kalkulert, og klar til å sendes inn i anbudskonkurransen.



Figur 4 Dagens arbeidsflyt

4.2 Arbeidsflyt hvor Grande koder selv

Beskrivelse av hvordan Grande bør gå frem når de koder selv

Arbeidsflyten starter og avslutter på samme vis som den er beskrevet for dagens arbeidsflyt. Innhentning av grunnlag, eller mottakelse av prisforespørsel vil ikke endre seg, eller på annen måte påvirke hvordan flyten videre går.

Sentralt i arbeidsflyten står da tre beslutninger, og tre aktiviteter som endrer seg fra dagens arbeidsflyt for kalkulasjon.

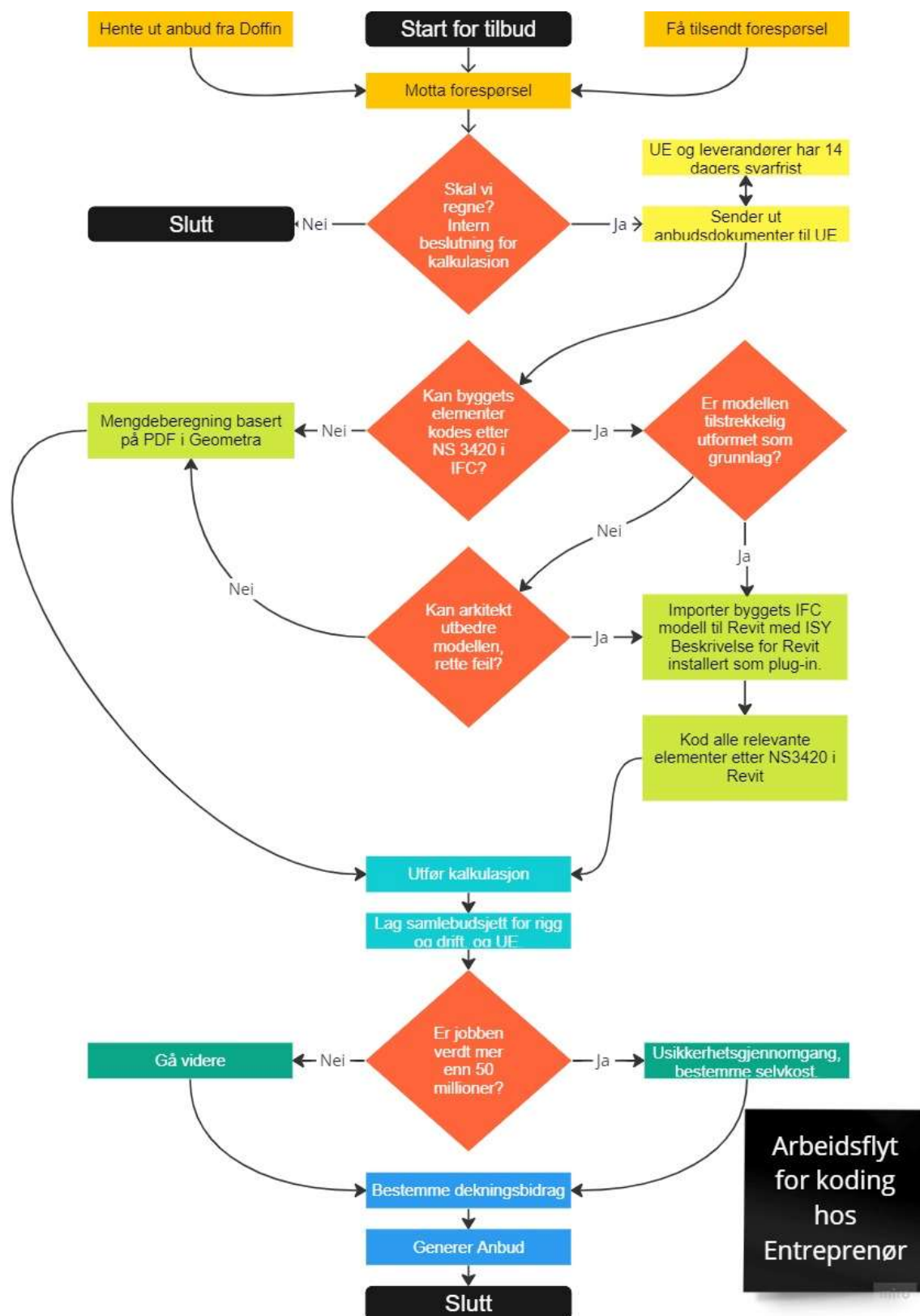
Beslutninger:

- **«Kan byggets elementer kodes etter NS 3420 i IFC?»**
Første logiske kan defineres til å ha to aspekter ved seg. Om «byggets elementer *kan* kodes» stiller spørsmål ved om Grande Entreprenør selv er i stand til å håndtere koding etter NS 3420 i IFC. Det andre aspektet går på om modellen i seg selv inneholder elementer, og de korrekte egenskapene som trengs for at modellen skal kodes etter NS 3420.
For å velge ja eller nei på dette spørsmålet må det avgjøres om Grande Entreprenør har programvare som støtter denne typen kalkulasjon, kunnskapen som trengs, og om modellen gjør det mulig. Er modellen vedlagt i prisforespørselen kun veiledende er det liten vits i å bruke dette som et grunnlag, siden det er underforstått at byggherre eller arkitekt ikke garanterer at denne er riktig. På grunn av dette kan utfallet fra denne gaten ofte være «nei»
- **«Er modellen tilstrekkelig utformet som grunnlag?»**
Dette er forlengelse av den forrige logiske gaten, men som fokuserer kun på modellens relative kvalitet. For å kunne svare ja i denne gaten må modellen som skal kodes være målsatt korrekt, og være bygningsmessig korrekt oppbygd. Det kan for eksempel ikke mangle deler av en vegg over systemhimling, eller være tegnet inn for slanke elementer i en betongkonstruksjon. Skal modellen brukes må mål som areal og volum være så nøyaktige som mulig.
For å kunne svare nei på beslutningen må det være avdekket feil, og mangler i modellen. Hvis modellen erfaringsmessig er god nok til å brukes, kan det svares ja.
- **«Kan arkitekt utbedre modellen, eller rette feil?»**
Modellen har fått påvist avvik, og det ble besluttet at den ikke kunne brukes i kalkulasjon. Her må det avgjøres om avvikene er så store at det ikke er lønnsomt å korrigere, eller tid til å rette opp avvikene. Kommunikasjon med arkitekt må etableres for å kunne avklare om de feilene modellen har kan løses. Hvis det av uansett årsak ikke går i orden må det svares nei på denne beslutningen. Hvis feilen i modellen kan, og blir korrigert kan det svares ja.

Aktiviteter:

- **«Importer byggets IFC modell til Revit med ISY Beskrivelse for Revit installert som plug-in»**
Gjennom foregående beslutninger er det gjort klart at modellen kan kodes etter NS 3420, og kalkulatørene har tilstrekkelig kunnskap til å gjennomføre oppgaven. Siden Grande Entreprenør i dag benytter programmer fra ISY sitt økosystem, er det naturlig å fortsette i samme økosystem. Derfor er ISY Beskrivelse for Revit som blir benyttet til å stå for import og koding av IFC i Revit.

- **«Kod alle relevante elementer etter NS 3420 i Revit»**
Knytt NS 3420 koder opp mot ønskede element i BIM modellen. Hvor lang tid dette tar er helt avhengig av hvor omfattende modellen er, og om kodebiblioteket er satt opp med firmaets foretrukne, eller mest brukte koder. Dette må gjøres i skrivebordsversjonen av ISY Beskrivelse.
Utfordringen med å benytte dagens versjon av ISY Beskrivelse for Revit er at BE-koder, samle koder ikke er støttet. Derfor må det legges en større innsats for hvert element for å bygge opp de rette sjiktene i for eksempel en vegg.
- **«Utfør kalkulasjon»**
Som aktivitetens tittel beskriver er det kalkulasjon som skal gjennomføres under dette punktet. Kalkulasjon kan gjennomføres ved eksport av prosjektdata fra ISY Beskrivelse over til ByggOffice.



Figur 5 Arbeidsflyt for koding hos Entreprenør

4.3 Arbeidsflyt for modeller kodet av arkitekt

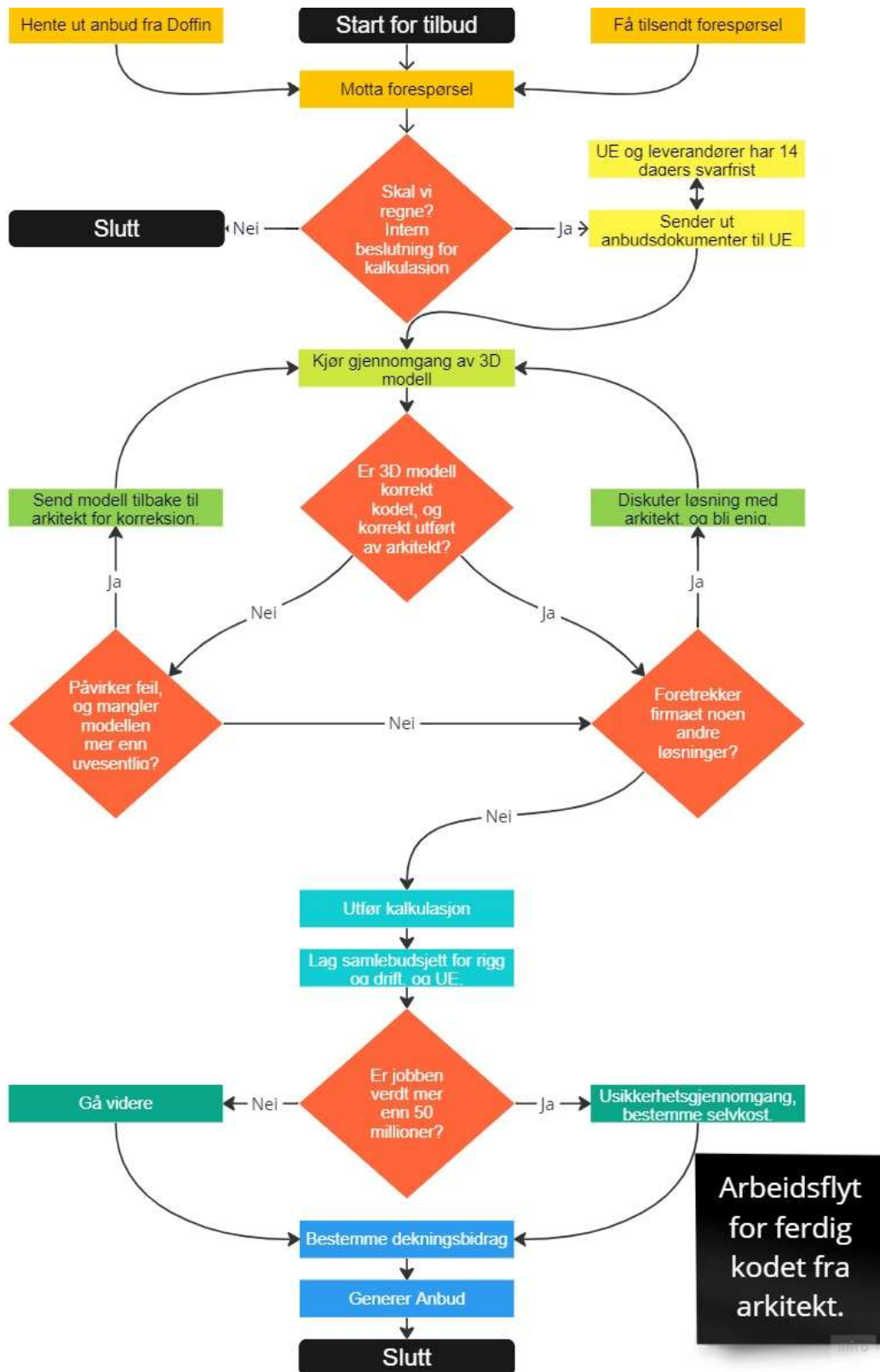
Likt som for arbeidsflyten for koding hos entreprenør, har arbeidsflyten for koding hos arkitekt samme start og slutt som dagens arbeidsflyt. Endringer skjer i midten på arbeidsflyten hvor tre beslutninger, og 4 aktiviteter er forskjellig fra dagens arbeidsflyt.

Beslutninger:

- **«Er 3D-modell korrekt kodet, og korrekt utført av arkitekt?»**
Har modellen åpenbare eller synlige feil som må rettes, og som kan føre til vanskeligheter senere i prosjektet? Samsvarer det som er kodet i modellen med det som erfaringsmessig skal høre til hvert element i byggverket?
Dette er en rent skjønnsmessig vurdering hvor tillit til grunnlaget er hva som gjelder.
- **«Påvirker feil og mangler modellen mer enn uvesentlig?»**
Er avvik så ubetydelige at arbeidet kan fortsette? Kan prosessen fortsette med feilene i modellen, og bli korrigert i en senere revisjon? Hvis feilene er av en slik karakter at det blir umulig å kunne ta i bruk modellen under noen omstendighet må det svares nei på denne beslutningen. Hvis kalkulasjon kan begynne med feilene i modellen svare det ja på beslutningen.
- **«Foretrekker firmaet noen andre løsninger?»**
Denne beslutningen er primært tiltenkt private totalentrepriser hvor et tettere samarbeid med byggherre kan inngås i anbudsfasen, i motsetning til et offentlig tilbud. Meningen med denne beslutningen er å ta i bruk fordelene med BIM-basert kalkyle hvor iterasjoner av modellen enkelt kan prises på nytt. Hvis firmaet har egne løsninger på bygget de gjerne vil benytte, kan disse enkelt prises inn i neste revidering av BIM-modell. Hvis firmaet støtter valgt byggemåte svares det nei i denne beslutningen. Har firmaet forslag til bedre løsninger de gjerne vil demonstrere, svares det ja.

Aktiviteter:

- **«Kjør gjennomgang av 3D-modell»**
Rask undersøkelse på om modellen fungerer som den skal. Sjekke at filen importeres riktig, at den geografisk ligger korrekt, og at den ellers er fri for andre åpenbare mangler. Dette er mest en bekreftelse på at modell og program fungerer.
- **«Send modell tilbake til arkitekt for korreksjon»**
Det har blitt bekreftet at modellen har feil og mangler. Denne aktiviteten demonstrerer tidspunktet i flyten for når korreksjon bør gjennomføres.
- **«Diskuter løsning med arkitekt, og bli enig»**
Firmaet har forslag til løsninger som kan forbedre prosjektet. Dette må avklares, og testes for å bekrefte at løsningen er bedre. Denne aktiviteten skal gi svar på om arkitekt og byggherre er enige i forslaget, og gir grønt lys for en ny iterasjon for modellen. Hvis enighet ikke oppnås om ny løsning, må flyten gå videre til neste aktivitet.
- **«Utfør kalkulasjon»**
Kalkulasjon gjennomføres på samme vis som i arbeidsflyt for koding hos entreprenør.



Figur 6 Arbeidsflyt for koding hos arkitekt

5 Evaluering

5.1 Evalueringskriterier

Evalueringen vil foregå etter fire begrep hentet fra DSR. Definisjoner kommer fra rammeverket, de er oversatt og tilpasset oppgaven.

- Validity oversatt til norsk: Gyldighet.
Definisjon: Gyldighet betyr at noe er gangbart, eller gjeldende. (Tranøy, 2022)

Dette betyr at artefaktet virker, og gjør det den er laget til å gjøre.
 - I denne evalueringen vil «Validity» bli vurderingen av hvordan artefaktet hadde virket om det ble tatt i bruk. Oppnår artefaktet målene som er satt for dets funksjon? Hvis tilfelle er at artefaktet ikke lykkes i å oppnå målene, hva er årsaken?
- Utility oversatt til norsk: Nytte.
Definisjon: Nytte forstås av SNL som forbrukers tilfredstillelse av sine behov. En nyttefunksjon beskriver innenfor samfunnsøkonomi forbrukers preferanser, og tilordner et nyttenivå til godene som inngår i funksjonen. (Andresen, 2023)

Har artefaktets måloppnåelse en nytte utenfor utviklingsmiljøet?
 - Fungerer artefaktet kun i under forskningen, eller har det en reell funksjon i den virkelige verden? Hvis artefaktet ikke fungerer på samme vis utenfor forskningen, hva er årsaken? Hvordan kan i så fall artefaktets nytte bevares, og overføres til reell bruk.
- Quality oversatt til norsk: Kvalitet.
Definisjon: Kvalitet defineres for en gjenstand eller tjeneste som evnet til å tilfredsstille brukers krav og forventninger. SNL refererer til NS-EN ISO 9000 som definerer kvalitet som en samling av iboende egenskaper, og i hvilken grad disse egenskapene oppfyller behov og forventning. (Gundersen, 2018)

Oppnås bedre kvalitet ved å bruke artefaktet?
 - Gir bruk av artefaktet større treffsikkerhet, mindre feil, eller reduserer antall mangler? Beriker artefaktet arbeidet?
- Efficiency oversatt til norsk: Effektivitet.
Definisjon: Om arbeid og kapitalutstyr definerer SNL effektivitet som det å være effektiv, og virkningsfull. Arbeidet går etter plan, og avkastningen er stor i forhold til innsatsen. (Kaurel, 2018)

Kan artefaktet forbedre effektiviteten?
 - Gjør artefaktet det mulig å redusere arbeidsinnsats, og fortsatt levere samme resultat? Kan artefaktet redusere antall prosesser, og aktiviteter å fortsatt oppnå samme mål? Hvis artefaktet øker tidsbruken for en gitt leveranse uten å tilføre en merverdi, hva er årsaken? Hvordan kan artefaktet tilpasses for å øke utbytte ved bruk?

5.2 Evaluering

Evalueringen er gjort i to steg. Først ble bruken av ISY Beskrivelse for Revit, og ISY Beskrivelse demonstrert. Demonstrasjonen viste hvordan vegger kan kodes opp i Revit, for så å bli eksporteret over i ISY Beskrivelse. Utover dette ble figurene diskutert, og eventuelle uklarheter rettet. Evalueringen av hver arbeidsflyt ble gjennomført skriftlig, og individuelt. Svar på de spørsmålene som ble stilt kommer påfølgende. Vedlagt ligger evalueringen tilsendt fra hver enkelt deltager. Se vedlegg.

5.2.1 Evaluering av arbeidsflyt for koding hos entreprenør

Validity:

- **Spørsmål 1:**

Forutsatt at programvare og pc-utsyr fungerer ideelt (BE-koder inkludert), ville arbeidsflyten kunne blitt implementert med suksess? Hvis oppfatningen er at den ikke ville fungert, hva er årsaken?

Respon:

- **Marked 1:** Tidspress for å gjøre en grundig jobb.
- **Marked 2:** Ville blitt en suksess om det fungerte.
- **Marked 3:** Det er sannsynlig at det vil bli en del elementer som blir vanskelig å kode i en ekstern modell. Eksempelvis forskjellige typer himlinger, gulvbelegg etc. Dette betyr at del vil bli en del manuell mengdeberegning uansett. Dette betyr at løsningen ikke vil fungere fullt ut.

- **Spørsmål 2:**

Det har blitt demonstrert hvordan programmet for Beskrivelse i Revit fungerer. Krever dette en større arbeidsinnsats enn ved å ta ut mengder i Geometra, og kalkulere i ByggOffice?

Respon:

- **Marked 1:** Ja for meg ser det sånn ut, men det kan også være fordi vi er så innkjørte på Geometra og Byggoffice.
- **Marked 2:** Kommer an på størrelsen på bygget og kompleksiteten.
- **Marked 3:** Ut fra svar på spørsmål 1 vil dette gi en del merarbeid, da vi uansett på mengdeberegne en del i Geometra.

- **Spørsmål 3:**

Ved å arbeide på den foreslåtte måten, i motsetning til hva som gjøres i dag, hjelper dette Grande Entreprenør med å ta et steg frem i den digitale utviklingen? Eller har det en kontraeffekt ved at gjennomføring av kalkulasjon blir en mer avansert oppgave med flere variabler?

Respon:

- **Marked 1:** Mener at dette er et steg tilbake, litt med den samme begrunnelse som svaret over.
- **Marked 2:** Blir mere digital, men mister litt oversikt over bygget.
- **Marked 3:** Dette vil gi en del merarbeid, samt at det blir litt mer uoversiktlig. Dette vil også gi en del flere variabler.

- **Spørsmål 4:**

Inneholder arbeidsflyten praktiske feil som gjør at dens funksjon ikke er tilfredsstillende? For eksempel feil i rekkefølge, feil beskrivelse av oppgave, eller at det mangler aktiviteter eller beslutninger?

Respons:

- **Marked 1:** All koding må vel være ferdig før vi sender det ut til underentreprenører.
- **Marked 2:** Ser bra ut.
- **Marked 3:** Arbeidsflyten gir en god beskrivelse, og inneholder ingen feil.

Utility:**• Spørsmål 5:**

Sånn som arbeidsflyten som er foreslått fremstår i dag, hvor for eksempel BE-koder mangler fra Beskrivelse for Revit. Er det verdt å investere tid i å bygge opp egne bibliotek for koder, og egne prosesser for praktisk bruk, eller er det bedre å fortsette som før?

Respons:

- **Marked 1:** Fortsette som før.
- **Marked 2:** Vi bruker Revit lite selv, så usikker på det.
- **Marked 3:** Det vil ikke bli aktuelt å investere tid i å bygge opp biblioteker for å benytte denne arbeidsflyten. Vi opplever de IFC-modellene vi mottar på anbudsstadige har så varierende kvalitet, at det er bare et fåtall som kan benyttes.

• Spørsmål 6:

Bør Grande Entreprenør selv ta ansvar for at det lokalt blir normalt å benytte NS 3420 modeller, hvor alle ulemper ved implementasjonen både hva gjelder tid og kost vil gå for egen regning?

Respons:

- **Marked 1:** Nei
- **Marked 2:** Usikker
- **Marked 3:** Synes ikke det er vår oppgave. Ser heller ikke hvilken nytte vi vil få av dette.

• Spørsmål 7:

Hvis den beste løsningen er for Grande å fortsette som før, er det programvaretilbydere, byggherre, eller noen andre som bør sørge for at utviklingen kommer videre?

Respons:

- **Marked 1:** Det er vel programvaretilbyderne som må komme med en løsning.
- **Marked 2:** Ikke besvart.
- **Marked 3:** Jeg mener at NS 3420 er en standard på lik linje med alle standarder, og bør ikke være noe som er valgfritt. Jeg mener at denne kodingen bør være gjennomgående fra første strek blir satt på tegningen, til dataene blir overført til system for forvaltning, drift og vedlikehold. Å sørge for at Norske standarder blir fulgt er en myndighetsoppgave.

• Spørsmål 8:

Ville du personlig vært interessert i å jobbe på den foreslåtte måten, eller fortsatt som før?

Respons:

- **Marked 1:** Fortsatt som før.
- **Marked 2:** På kalkulasjon vil kanskje en kombinasjon være det beste.
- **Marked 3:** Nei. Det blir for mye arbeid, og det krever at den IFC-modellen vi mottar er laget på en slik måte at den kan benyttes full ut.

Quality:

- **Spørsmål 9:**

Kan jobben med å kode opp modellene selv etter NS 3420 være med å øke kvaliteten på modellene Grande Entreprenør bruker?

Respons:

- **Marked 1:** Ja det kan det være vis vi setter av tilstrekkelig med tid.
- **Marked 2:** Ja, men det er mye jobb om vi ikke får jobben.
- **Marked 3:** Nei, vi har ingen mulighet til å gjøre endringer på de modellene vi mottar.

- **Spørsmål 10:**

Problematikken med at BIM-modeller ofte er veiledende, gjør det vanskelig å feste tillit til modellen. Er neste steg i utviklingen å kreve at BIM-modeller skal stå som tegningsgrunnlaget fremfor PDF for å sikre at BIM-modellene kan brukes?

Respons:

- **Marked 1:** Ja, det tror jeg.
- **Marked 2:** Ja
- **Marked 3:** Ja det er det. Vi ser ofte at arkitektene bruker andre verktøy / enklere tilnærming når de jobber med design og anbud. De starter ofte helt fra begynnelsen igjen når arbeidstegninger skal produseres. Dette er unyttig bruk av ressurser, samt at det gir mer unøyaktige BIM modeller i anbudsfasen.

- **Spørsmål 11:**

Er det andre aspekter ved arbeidsflyten for egen koding etter NS 3420 som fremmer økt kvalitet?

Respons:

- **Marked 1:** Nei, ikke som jeg ser.
- **Marked 2:** Ikke besvart.
- **Marked 3:** Nei.

Efficiency:

- **Spørsmål 12:**

Vil den foreslåtte arbeidsmetoden øke effektiviteten ved kalkulasjon, vil jobben kunne gå raskere? Eller vil jobben ta like lang tid, men gi avkasting i form av større grad av detaljer og sikkerhet?

Respons:

- **Marked 1:** Jeg tror den vil ta lengre tid, men vis vi har nok tid så tror jeg den vil gi avkasting.
- **Marked 2:** Ja, går raskere.
- **Marked 3:** Nei, dette vil ikke gi raskere kalkulasjon for vår del. Det vil heller ikke gi økt sikkerhet eller større grad av detaljer.

- **Spørsmål 13:**

Er det en risiko å gjøre seg mer avhengig av eksterne aktører, med tanke på utbedring av feil i modell? Er dette noe som helst bør unngås?

Respons:

- **Marked 1:** Ja.
- **Marked 2:** Ja.
- **Marked 3:** Ja. Vi blir helt prisgitt at de har gjort en perfekt jobb med modellen. Dette vil vi unngå da det medfører økte kostnader i tilbudsarbeidet.

- **Spørsmål 14:**
Er det andre aspekter ved arbeidsflyten som fremmer effektivitet som ikke er nevnt eller betraktet?
Respons:
 - **Marked 1:** Nei.
 - **Marked 2:** Ikke besvart.
 - **Marked 3:** Nei.

5.2.2 Evaluering av arbeidsflyt for koding hos arkitekt

Validity:

- **Spørsmål 1:**
For denne arbeidsflyten er modellen allerede kodet med NS 3420 koder som en del av anbudsgrunnlaget. Forutsatt at import av koder og grunnlag går sømløst. Er dette en bedre måte å jobbe frem et anbud enn hva som gjøres nå?
Respons:
 - **Marked 1:** Nei, jeg tror måten vi gjør det på nå er bedre, tror at når vi beregner mengder og lager kalkyler selv at vi har mere kontroll på hva som skal bygges.
 - **Marked 2:** Ja.
 - **Marked 3:** Dette er helt klart mer effektivt.
- **Spørsmål 2:**
For at en slik arbeidsflyt skal kunne lykkes forutsettes det at byggherre og arkitekt også er med på gjennomføringen. Er det etter ditt syn mulig å få til på dette tidspunktet?
Respons:
 - **Marked 1:** Nei, per nå tror jeg at de har for lite kunnskap.
 - **Marked 2:** Nei.
 - **Marked 3:** Det fordrer at arkitekt og byggherre tar ansvar for at modellen er riktig og riktig kodet.
- **Spørsmål 3:**
Mener du at dette er en gangbar modell å jobbe etter?
Respons:
 - **Marked 1:** Nei, ikke per dags dato, kanskje senere, men ikke nå.
 - **Marked 2:** Ja.
 - **Marked 3:** Dette er en gangbar modell å jobbe etter. Dette blir som å motta en ferdig beskrivelse fra arkitekt kodet etter NS3420 som importeres inn i kalkylesystemet.

Utility:

- **Spørsmål 4:**
Hvilke fordeler kan denne måten å jobbe på ha mot hvordan det jobbes i dag, og hvor firmaet selv skulle kodet modellen?
Respons:
 - **Marked 1:** Fordelen er at det skal det bli mindre jobb til firmaet.
 - **Marked 2:** Enklere oppfølging om vi får jobben.
 - **Marked 3:** Det er arkitekten / byggherren som vet hvilke materialer som de ønsker å ha i prosjektet. Hvis dette blir kodet i modellen så får de pris på eksakt det de ønsker. Vi må i stor grad lete i vedleggene til tilbudet for å prøve å finne riktig mengde på de ulike ønskene.

- **Spørsmål 5:**
Hvilke utfordringer kan sette en stopper for at arbeidsflyten ikke kan tas i bruk i et reelt prosjekt?
Respons:
 - **Marked 1:** At arkitekt ikke koder modellen riktig.
 - **Marked 2:** Mye opplæring.
 - **Marked 3:** Arkitekt og tiltakshaver må flytte modellen øverst i gyldighetsrekkefølgen. Arkitekten må være tro mot kodingen og kode alle materialer som skal inn i bygget.
- **Spørsmål 6:**
Det benyttes mange forskjellige dataprogrammer for håndtering av BIM, og kalkulasjon. Vil grensesnittene mellom disse programmene gjøre for vanskelig å kunne ta i bruk arbeidsflyten på en god måte?
Respons:
 - **Marked 1:** Ja.
 - **Marked 2:** Ja.
 - **Marked 3:** Det vil være noen utfordringer i eksportering av data fra BIM-modell. Dette finnes det ingen Norsk Standard for så vidt jeg vet. Tror at det med enkelthet kan settes opp en mulighet for å eksportere via NS 3459. Dette må settes som krav i TEK.

Quality:

- **Spørsmål 7:**
Kan kvaliteten på arbeidet som gjøres ved kalkulasjon økes eller risikere å bli mindre treffsikker ved å jobbe etter denne arbeidsflyten?
Respons:
 - **Marked 1:** Jeg tror den kan bli mindre treffsikker.
 - **Marked 2:** Tja, avhengig av mye.
 - **Marked 3:** Tror at dette vil øke treffsikkerheten i kalkulasjonen.
- **Spørsmål 8:**
Vil etter ditt syn et anbud basert på tegningsgrunnlag hvor arkitekt har kodet modellen være bedre eller verre enn om det ble gjort selv under kalkulasjon. Hvordan kan kvaliteten på arbeidet settes opp mot hverandre?
Respons:
 - **Marked 1:** Tror det er best at arkitekt koder, grunnen til at vi ikke skal gjøre det selv er tidspress.
 - **Marked 2:** Vanskelig å sammenligne, avhengig av personer.
 - **Marked 3:** Som nevnt under svar 4 vil dette medføre at arkitekten setter materialer og kvaliteten direkte i tegningen Dette vil gi tiltakshaver full kontroll på å få priset det som etterspørres. Det vil bli mindre kvalitet hvis vi koder selv, da vi ikke kan skille bygningsdelene i modellen hvis ikke arkitekten har gjort det. Eksempelvis hvis det er plater på halve fasaden og plater på den andre halvdel.

Efficiency:

- **Spørsmål 9:**
Arbeidsflyten gir mulighet til å automatisere mye av arbeidet, så lenge alle koder har fått en enhetspris. Hvilke fallgruver kan være til stede ved en slik tilnærming til kalkulasjon?

Respons:

- **Marked 1:** Feilkoding.
- **Marked 2:** Ikke besvart.
- **Marked 3:** Minuset med modellen er at en kalkulator ikke trenger å sette seg inn i tegningene i forbindelse med kalkulasjonen. Man får et langt bedre bilde av prosjektet, ved å gå igjennom alle tegninger og snitt, for å mengdeberegne i Geometra. Rasjonalitet og logistikk i byggingen er en faktor for kalkylene. Dette krever at man setter seg godt inn i prosjektet. Dette er fullt ut mulig ved å endre litt på rutinene. Man får bedre tid til tegningsgransking når «mengdefangsten» blir rasjonalisert.

- **Spørsmål 10:**

Tror du at denne arbeidsflyten totalt sett vil være mer effektiv?

Respons:

- **Marked 1:** Nei, det tror jeg ikke.
- **Marked 2:** Ja.
- **Marked 3:** Ja det tror jeg. Jeg tror også at dette vil kunne være viktig i en utviklingsfase der arkitekten kan få kalkulert mange mulige scenarier for et prosjekt meget effektivt. Eksempelvis kan fort på svar om en det lønner seg med en delvis to-etasje eller å utvide fotavtrykket. Det kan også fort beregnes hvilket CO2 avtrykk de forskjellige løsningene gir.

6 Diskusjon

I dette kapittelet skal resultatet av evalueringen betraktes, og diskuteres. Oppfylte artefaktet vurderingskriteriene som ble satt? Hva fungerte, hva fungerte ikke?

6.1 Validity

Virker artefaktet?

6.1.1 Koding hos entreprenør

Basert på tilbakemeldingen er det flere utfordringer som gjør at artefaktet ikke virker helt som det skal. Tilbakemeldingen er hovedsakelig todelt, hvor første del i første del blir trukket frem at å arbeide med en ekstern modell kan gi merarbeid. Den andre delen av tilbakemeldingen antyder at det totalt sett vil ta lengre tid å gjennomføre kalkulasjon ved bruk av artefaktet. I det Spørsmål 1 ble det forutsatt at BE-kodene var operative, noe de i realiteten ikke er. Selv med denne forutsetningen ble det ikke en overensstemt evaluering om at artefaktet ville fungere som tiltenkt.

Evalueringen viser at artefaktet ikke virker som det skal, siden det ikke oppnår målet om å gi en mer effektiv løsning for kalkulasjon. Det blir for tidkrevende å berike modellene med NS 3420 koding for å gjennomføre kalkulasjon. Evalueringen sier at dagens prosess fungerer bedre, og gir en bedre kjennskap til bygget.

6.1.2 Koding hos arkitekt

Artefaktet for koding hos arkitekt fikk en mer positiv evaluering, enn for koding hos entreprenør. Arbeidsflyten er bekreftet av markedsavdelingen som en gangbar måte å jobbe på. utfordringen her ligger i om hvor gjennomførbart dette er per dags dato. Det blir trukket frem i ett av svarene at vi ikke ennå kan jobbe etter en slik arbeidsflyt, hvor det i svaret blir antatt at byggherre og arkitekt kan ha for lite kunnskap. Samme antagelse kommer som en forutsetning i et annet svar på samme spørsmål.

Det å la arkitekt få kode modellen kommer frem som en bedre løsning enn hva som blir gjort i dag. Forutsetningene er klare, de må vite hva de gjør. utfordringen med å lykkes med en slik tilnærming blir da å løfte bransjen opp til denne detaljgraden i tegningsgrunnlagene. For at artefaktet skal få fotfeste må flere aktører sammen bli enig om at dette er måten å gjennomføre kalkulasjon.

6.2 Utility

Har artefaktet nytte utenfor studiet?

6.2.1 Koding hos entreprenør

Dette artefaktet har ikke en nytte utenfor studiet. Av evalueringen kommer det frem at det er mindre resurskrevende å fortsette på samme måte som før. Et argument imot å benytte arbeidsflyten er ressursene som kreves for å komme i gang, som for eksempel arbeidet med å bygge opp egne kodebibliotek. Denne ressursbruken kommer i tillegg til det ekstra tidsforbruket som må til for å berike en BIM-modell. Det er ingen av deltagerne som personlig ønsker å jobbe på denne måten.

Det ble også tydelig at Grande Entreprenør ikke selv skulle investere tid og resurser i å starte en trend lokalt med å jobbe på denne måten. Som svar på spørsmål om hvem som har ansvaret for at utviklingen kommer videre, blir både programvaretilbyderne, og myndighetene nevnt.

Artefaktet har basert på evalueringen ikke vist seg å ha nytte utenfor studiet. Oppfatningen er at det krever for mye ressurser å håndtere kalkulasjon på denne måten. Om dette er oppfatningen er det heller ikke underlig at interessen er lav for å prøve å presse på for denne arbeidsmåten lokalt. Det blir fremmet et ønske om at myndighetene kommer på banen og setter krav til hva som skal være med i tegningen, da spesielt NS 3420. Selv om dette passerer utenfor rammen til dette artefaktet, kunne det vært ideelt at det ble satt krav om, eller for eksempel implementert i teknisk forskrift at tegningene skal kodes etter NS 3420. Som det blir svart i evalueringen kunne denne dataen blitt overført til system for forvaltning, drift og vedlikehold. Der kunne disse dataene hjulpet ved senere å kunne opplyse om hva bygget består av i detalj, hvilke krav materialene hadde, og hvilke toleranser bygget er bygd på.

6.2.2 Koding hos arkitekt

Dette artefaktet har nytte utenfor studiet. Evalueringen er tydelig på at ved å følge denne arbeidsflyten kan firmaet redusere sitt tidsforbruk under kalkulasjon. Fordeler som blir nevnt i tillegg til tidsbesparelsen er enklere oppfølging, og at det blir enklere å få med og oppfylle spesifikke krav om forskjellige materialer. Det blir trukket frem noen utfordringer ved artefaktet også her. Kravet til kunnskap om hvordan NS 3420 håndteres hos arkitekt, eller byggherre. Hvis arbeidsflyten skal fungere må grunnlaget komme som en tilnærmet feilfri BIM-modell. En forutsetning som blir nevnt er at BIM-modellen må være tegningsgrunnlaget. BIM-modellen kan ikke være veiledende som ofte tilfelle er i dag. Som svar på spørsmål om grensesnitt mellom programvare BIM og kalkulasjon bekreftes det at utfordringer i grensesnittet kan gjøre det vanskelig å benytte denne arbeidsflyten. Løsningen som blir nevnt for dette problemet er å sette krav om overføringsformat i standard eller teknisk forskrift.

Her er det forutsetningene som begrenser om artefaktet kan lykkes utenfor studiet. Markedsavdelingen har tro på at dette kan fungere, men er avhengig av at arkitekt, og byggherre deler synet. Skal dette fungere må en tverrfaglig enighet på plass om at dette er veien å gå. Hvis ikke kan ikke dette fungere.

6.3 Quality

Oppnås bedre kvalitet?

6.3.1 Koding hos entreprenør

En av fordelene ved å legge ned ekstra tid i kalkulasjon er at feil i modellen kan utbedres når den kodes opp. Utover dette avhenger kvaliteten på grunnlaget som BIM-modellen gir. Det kommer entydig frem av evalueringen på dette punktet at for å sikre at det kan festes tillit til modellen må BIM-modellen stå enerådende som tegningsgrunnlag.

Samme problematikken blir gjentagende i evalueringen. BIM-modellene må være på topp som grunnlag for at de skal kunne brukes i arbeidet. Høyt tidsforbruk for dette artefaktet som resultat av koding av BIM-modell. Kvaliteten på sluttproduktet økes, men det samme har kostnadene. Dette bryter med målene, og gir ikke noe godt videre grunnlag, på tross av at det fremmer kvalitet.

6.3.2 Koding hos arkitekt

Det blir ikke et tydelig svar på om denne arbeidsflyten vil øke kvaliteten på arbeidet som gjøres ved kalkulasjon. Dette kan det være flere årsaker til. Men først og fremst tror jeg at siden BIM-modellen allerede er kodet fra arkitekt må kvaliteten på jobben som er lagt ned derifra være høy, så kalkulasjon kan egentlig ikke påvirke modellen på så mange måter annet enn å bemerke feil.

Det blir poengter i klartekst i evalueringen at det er flere fordeler for kvaliteten når arkitekt koder modellen. Først vil det være et mindre tidspress for kalkulator, imot at den jobben hadde vært gjort under kalkulasjon. Den andre fordelen som blir trukket frem er at tiltakshaver ved å kode selv har full kontroll, og oversikt over hva som bestilles, hvilke materialer og hvilke mengder. De kan da få priset eksakt det de vil ha.

6.4 Efficacy

Oppnås bedre effektivitet?

6.4.1 Koding hos entreprenør

To av tre på markedsavdelingen mener at det ikke vil gi en økt effektivitet ved å benytte dette artefaktet. Blir det feil i modell vil dette hale ut tiden, og øke kostnadene for Grande Entreprenør som må få feilene korrigert før arbeidet kan fortsette.

Når dette målet ikke nås, og det kommer så tydelig frem i evalueringen de manglene som dette artefaktet har er det vanskelig å kunne forsvare at en slik arbeidsflyt skal etterstrebes, og gjøres aktuell.

6.4.2 Koding hos arkitekt

To av tre på markedsavdelingen har evaluert artefaktet til å gi en mer effektiv form for kalkulasjon. En fordel som blir trukket frem er fordelene ved at flere iterasjoner av samme prosjekt kan bli kjørt raskt, og priset i utviklingsfasen for å finne det mest optimale scenarioet. I samme svar trekkes det frem at beregning av CO2 raskt kan gjøres i de samme iterasjonene.

På bakgrunn av evalueringen blir det tydelig at artefaktet oppnår målet om å presentere en løsning som er mer effektiv en dagens arbeidsflyt.

Hadde arbeidsflyten blitt testet i fullskala på et reelt prosjekt kunne svarene vært annerledes. Faktorer som kunnskap, investeringskostnad, opplæring i programvare, tidspress, og vanskelige samarbeidsforhold, kan gjøre at den praktiske erfaringen ikke blir optimal.

6.5 Oppsummering

Arbeidsflyten hvor det kodes hos entreprenør har ikke lyktes med å oppnå målene som ble satt i oppgaven. Gjennom evalueringen har det blitt gjort klart at denne måten å jobbe på eksponerer firmaet for større ressursbruk per prosjekt uten å selv sitte igjen med noen gevinst. Er det noen vei rundt dette problemet? Som det har blitt nevnt flere ganger må BIM-modellen være perfekt. Det bør være så få avvik som mulig. Når dette er klart, må BIM-modellen kodes av kalkulatøren. For at dette skal kunne gå mer effektivt må BE-koder bli en del av pakken til Beskrivelse for Revit. Hvis ikke blir investeringskostnaden stor, siden egne biblioteker må bygges opp som stedfortredere. Hadde BE-kodene vært inkludert i pakken gjenstår fortsatt faren for at beskrivelsen av

prosjektet er mangelfull, noe som gjør at det å kode BIM-modellen selv er risikabelt. Videre iterasjoner av dette artefaktet uten endring i forutsetninger er på dette tidspunktet ikke betrakte som god bruk av ressurser.

Markedsavdelingen har gjennom evalueringen vist at arbeidsflyten for koding hos arkitekt er en foretrukket måte å arbeide på. Metoden er ønsket, men vanskeligere å gjennomføre i praksis. Som nevnt tidligere er det faktorer som ligger utenfor Grande Entreprenør sin innflytelse som er avgjørende for at dette skal fungere.

Krav fra bestiller om å benytte artefaktet som arbeidsflyt må på plass for at dette skal være gjennomførbart. Hvis ikke bestiller er interessert må det settes krav i for eksempel teknisk forskrift og lages et tillegg til NS 3420 som omhandler BIM-håndtering. For å få ballen til å rulle, og gjøre dette til en etablert arbeidsflyt for kalkulasjon bør større byggherrer som for eksempel Statsbygg, eller Fylkeskommunene på banen, og sette krav i sine prosjekter. Alle kan være enige om fordelene, men om ingen hverken er villige til å investere de ekstra ressursene dette kan kreve i oppstarten, eller hvem som bør ta initiativ blir vi stående på stedet hvil. Etter mitt skjønn, og evalueringen av artefaktene tatt i betraktning bør Standard Norge komme på banen å definere hvordan NS 3420 skal benyttes opp mot kalkulasjon ved hjelp av BIM og IFC. Videre må det offentlige kjenne sin besøkelsestid å anerkjenne at dette kan bli verdifullt i deres arbeid med FDV.

Fra programvareutviklernes side hadde det også vært en fordel om integrasjon av NS 3420 hadde vært standardisert, da opp mot IFC. Hadde dette vært gjort kunne kalkulasjon blitt gjennomført uavhengig av hvilken programvare som ble brukt for å plassere kodene. Dette kunne også åpnet markedet for flere aktører som spesialisere seg på spesifikke felt av kalkulasjonsprosessen.

Artikkelen trukket frem i punkt 2.1 i denne oppgaven bekrefter en del av punktene som evalueringen for koding hos arkitekt har gitt. Dette demonstrerer at arbeidsflyten kan virke, også utenfor byggebransjen. Artikkelen har også hatt et større fokus på automasjon enn det denne oppgaven har hatt, men viser at om arbeidsflyten for koding hos arkitekt noen gang blir implementert, er det ikke lang vei frem til automatisert kalkulasjon.

7 Konklusjon

Oppgaven har prøvd å svare på følgende problemstilling:

- *Hvordan kan Grande Entreprenør med fordel benytte BIM-modeller i en anbudsprosess basert på NS 3420?*

Med disse målene:

- Kunne presentere en mer effektiv løsning for kalkulasjon en hva som gjøres i dag basert på BIM-modeller.
- Gi svar på om koding av BIM-modeller etter NS 3420 bør implementeres i fremtiden.

For å kunne svare på problemstillingen ble det i henhold til DSR laget to artefakter som på hver sin måte skulle oppfylle problemstilling og mål.

Artefaktet for koding av BIM-modell i henhold til NS 3420 av entreprenør feilet. Denne arbeidsflyten viste seg i evalueringen å ikke øke effektiviteten, eller gi noen fordel i kalkulasjon. Faktorene som gjorde at denne arbeidsflyten feilet var at det hadde krevd større innsats av ressurser for å lage en kalkyle, i forhold til hva som blir gjort i dag, og at BIM-modellen må være tilnærmet fri for avvik for å unngå at kalkulasjonen blir feil.

Artefaktet for koding av BIM-modell hos arkitekt har derimot vist seg å kunne gi gode resultater hvis den blir tatt i bruk. Denne arbeidsflyten har gjennom evalueringen vist at den mer effektivt kan produsere en kalkyle, enn dagens arbeidsflyt. Det er flere fordeler som blir trukket frem av markedsavdelingen ved denne arbeidsflyten. Først og fremst kan dette gi en mer sikker kalkyle, siden prosjekteier, og arkitekt har gått gjennom prosjektet i detalj. Med en pålitelig BIM-modell kan mengder tas direkte ut fra modellen. Når det er gjort mulig å raskt kunne kalkulere en BIM-modell, blir det mulig å kjøre flere iterasjoner av samme prosjekt for å finne den optimale løsningen, eller materialvalg. Utfordringen med denne løsningen er at den i praksis er vanskeligere å gjennomføre. Arkitekt, og prosjekteier må begge være interessert i å gjennomføre prosjektet på denne måten, men før eller siden bør dette implementeres.

Konklusjonen er at Grande Entreprenør med fordel kan benytte BIM-modeller i en anbudsprosess basert på NS 3420 så lenge artefaktet for koding hos arkitekt benyttes.

8 Referanser

- ANDRESEN, M. E. 2023. Nyttefunksjon.
- FÜRSTENBERG, D., GULICHSEN, T., LÆDRE, O. & HJELSETH, E. 2021. BIM-based cost estimation in a road project - proof of concept and practice. *ECPPM 2021*.
- GREGOR, S. & HEVNER, A. R. 2013. Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. *MIS Quarterly*.
- GUNDERSEN, D. 2018. *Kvalitet* [Online]. Available: <https://snl.no/kvalitet> [Accessed].
- KAUREL, F.-E. 2018. *Effektivitet* [Online]. Available: <https://snl.no/effektivitet> [Accessed].
- NORGE, S. 2023. *Beskrivelsessystem bygg og anlegg – NS 3420* [Online]. Available: <https://standard.no/fagomrader/ns-3420/> [Accessed].
- TRANØY, K. E. 2022. *Gyldighet* [Online]. Available: <https://snl.no/gyldighet> [Accessed].

9 Vedlegg

Vedlegg 1: Evaluering marked 1

Vedlegg 2: Evaluering marked 2

Vedlegg 3: Evaluering marked 3

Vedlegg 1: Spørsmål for evaluering

Innhold

1. Introduksjon	2
1.1. Begrepsforklaring med oversettelse og definisjon	2
2. Arbeidsflyt for koding hos entreprenør	3
2.1. Validity	3
2.2. Utility	4
2.3. Quality	4
2.4. Efficiency	5
3. Arbeidsflyt for koding hos arkitekt	5
3.1. Validity	5
3.2. Utility	6
3.3. Quality	6
3.4. Efficiency	7

1. Introduksjon

Under de fire følgende punktene vil det bli stilt spørsmål for å evaluere arbeidsflytene som har blitt presentert. Svarene som blir gitt er sentrale i vurderingen av hvordan en integrering av NS 3420 i BIM-kalkulasjon for Grande Entreprenørs vedkommende bør skje.

Siden prosjektet ikke har hatt en praktisk test vil erfaringsbaserte slutninger være de som blir tellende. Derfor er det viktig å forholde seg objektiv til spørsmålene som blir stilt, og svare etter beste evne. Det er lov å svare på mer enn hva spørsmålet stiller, og gjerne prøv å utdyp bakgrunnen for svarene som blir gitt.

I besvarelsen er det viktig å skille mellom de 2 presenterte arbeidsflytene.

1.1. Begrepsforklaring med oversettelse og definisjon

- Validity: **Gyldighet**

Definisjon: Gyldighet betyr at noe er gangbart, eller gjeldende.

- Dette betyr at artefaktet virker, og gjør det den er laget til å gjøre.

- Utility: **Nytte**

Definisjon: Nytte forstås av SNL som forbrukers tilfredsstillelse av sine behov. En nyttefunksjon beskriver innenfor samfunnsøkonomi forbrukers preferanser, og tilordner et nyttenivå til godene som inngår i funksjonen.

- Har artefaktets måloppnåelse en nytte utenfor utviklingsmiljøet?

- Quality: **Kvalitet**

Definisjon: Kvalitet defineres for en gjenstand eller tjeneste som evnet til å tilfredsstille brukers krav og forventninger. SNL refererer til NS-EN ISO 9000 som definerer kvalitet som en samling av iboende egenskaper, og i hvilken grad disse egenskapene oppfyller behov og forventning.

- Oppnås bedre kvalitet ved å bruke artefaktet?

- Efficiency: **Effektivitet**

Definisjon: Om arbeid og kapitalutstyr definerer SNL effektivitet som det å være effektiv, og virkningsfull. Arbeidet går etter plan, og avkastningen er stor i forhold til innsatsen.

- Kan artefaktet forbedre effektiviteten?

2. Arbeidsflyt for koding hos entreprenør

2.1. Validity

- **Spørsmål 1:**

Forutsatt at programvare og pc-utsyr fungerer ideelt (BE-koder inkludert), ville arbeidsflyten kunne blitt implementert med suksess? Hvis oppfatningen er at den ikke ville fungert, hva er årsaken?

- **Svar: Tidspress for å gjøre en grundig jobb.**

- **Spørsmål 2:**

Det har blitt demonstrert hvordan programmet for Beskrivelse i Revit fungerer. Krever dette en større arbeidsinnsats enn ved å ta ut mengder i Geometra, og kalkulere i ByggOffice?

- **Svar: ja for meg ser det sånn ut, men det kan også være fordi vi er så innkjørte på Geometra og Byggoffice.**

- **Spørsmål 3**

Ved å arbeide på den foreslåtte måten, i motsetning til hva som gjøres i dag, hjelper dette Grande Entreprenør med å ta et steg frem i den digitale utviklingen? Eller har det en kontraeffekt ved at gjennomføring av kalkulasjon blir en mer avansert oppgave med flere variabler?

- **Svar: mener at dette er et steg tilbake, litt med den samme begrunnelse som svaret over.**

- **Spørsmål 4**

Inneholder arbeidsflyten praktiske feil som gjør at dens funksjon ikke er tilfredsstillende? For eksempel feil i rekkefølge, feil beskrivelse av oppgave, eller at det mangler aktiviteter eller beslutninger?

- **Svar: all koding må vel være ferdig før vi sender det ut til underentreprenører.**

2.2. Utility

- **Spørsmål 5**

Sånn som arbeidsflyten som er foreslått fremstår i dag, hvor for eksempel BE-koder mangler fra Beskrivelse for Revit. Er det verdt å investere tid i å bygge opp egne bibliotek for koder, og egne prosesser for praktisk bruk, eller er det bedre å fortsette som før?

- **Svar: fortsette som før.**

- **Spørsmål 6**

Bør Grande Entreprenør selv ta ansvar for at det lokalt blir normalt å benytte NS 3420 modeller, hvor alle ulemper ved implementasjonen både hva gjelder tid og kost vil gå for egen regning?

- **Svar: Nei**

- **Spørsmål 7**

Hvis den beste løsningen er for Grande å fortsette som før, er det programvaretilbydere, byggherre, eller noen andre som bør sørge for at utviklingen kommer videre?

Svar: det er vel programvaretilbyderne som må komme med en løsning

- **Spørsmål 8**

Ville du personlig vært interessert i å jobbe på den foreslåtte måten, eller fortsatt som før?

- **Svar: Fortsatt som før**

2.3. Quality

- **Spørsmål 9**

Kan jobben med å kode opp modellene selv etter NS 3420 være med å øke kvaliteten på modellene Grande Entreprenør bruker?

- **Svar: Ja det kan det være vis vi setter av tilstrekkelig med tid.**

- **Spørsmål 10**

Problematikken med at BIM-modeller ofte er veiledende, gjør det vanskelig å feste tillit til modellen. Er neste steg i utviklingen å kreve at BIM-modeller skal stå som tegningsgrunnlaget fremfor PDF for å sikre at BIM-modellene kan brukes?

- **Svar: Ja, det tror jeg**

- **Spørsmål 11**

Er det andre aspekter ved arbeidsflyten for egen koding etter NS 3420 som fremmer økt kvalitet?

- **Svar: Nei, ikke som jeg ser**

2.4. Efficiency

- **Spørsmål 12**

Vil den foreslåtte arbeidsmetoden øke effektiviteten ved kalkulasjon, vil jobben kunne gå raskere? Eller vil jobben ta like lang tid, men gi avkasting i form av større grad av detaljer og sikkerhet?

- **Svar: Jeg tror den vil ta lengre tid, men vis vi har nok tid så tror jeg den vil gi avkasting.**

- **Spørsmål 13**

Er det en risiko å gjøre seg mer avhengig av eksterne aktører, med tanke på utbedring av feil i modell? Er dette noe som helst bør unngås?

- **Svar: Ja**

- **Spørsmål 14**

Er det andre aspekter ved arbeidsflyten som fremmer effektivitet som ikke er nevnt eller betraktet?

- **Svar: Nei**

3. Arbeidsflyt for koding hos arkitekt

3.1. Validity

- **Spørsmål 1**

For denne arbeidsflyten er modellen allerede kodet med NS 3420 koder som en del av anbudsgrunnlaget. Forutsatt at import av koder og grunnlag går sømløst. Er dette en bedre måte å jobbe frem et anbud enn hva som gjøres nå?

- **Svar: Nei, jeg tror måten vi gjør det på nå er bedre, tror at når vi beregner mengder og lager kalkyler selv at vi har mere kontroll på hva som skal bygges.**

- **Spørsmål 2**

For at en slik arbeidsflyt skal kunne lykkes forutsettes det at byggherre og arkitekt også er med på gjennomføringen. Er det etter ditt syn mulig å få til på dette tidspunktet?

- **Svar: Nei, per nå tror jeg at de har for lite kunnskap.**

- **Spørsmål 3**

Mener du at dette er en gangbar modell å jobbe etter?

- **Svar: Nei, ikke per dags dato, kanskje senere, men ikke nå.**

3.2. Utility

- **Spørsmål 4**

Hvilke fordeler kan denne måten å jobbe på ha mot hvordan det jobbes i dag, og hvor firmaet selv skulle kodet modellen?

- **Svar: Fordelen er at det skal det bli mindre jobb til firmaet.**

- **Spørsmål 5**

Hvilke utfordringer kan sette en stopper for at arbeidsflyten ikke kan tas i bruk i et reelt prosjekt?

- **Svar: At arkitekt ikke koder modellen riktig.**

- **Spørsmål 6**

Det benyttes mange forskjellige dataprogrammer for håndtering av BIM, og kalkulasjon. Vil grensesnittene mellom disse programmene gjøre for vanskelig å kunne ta i bruk arbeidsflyten på en god måte?

- **Svar: Ja**

3.3. Quality

- **Spørsmål 7**

Kan kvaliteten på arbeidet som gjøres ved kalkulasjon økes eller risikere å bli mindre treffsikker ved å jobbe etter denne arbeidsflyten?

- **Svar: Jeg tror den kan bli mindre treffsikker**

- **Spørsmål 8**

Vil etter ditt syn et anbud basert på tegningsgrunnlag hvor arkitekt har kodet modellen være bedre eller verre enn om det ble gjort selv under kalkulasjon. Hvordan kan kvaliteten på arbeidet settes opp mot hverandre?

- **Svar:** Tror det er best at arkitekt koder, grunnen til at vi ikke skal gjøre det selv er tidspress.

3.4. Efficiency

- **Spørsmål 9**

Arbeidsflyten gir mulighet til å automatisere mye av arbeidet, så lenge alle koder har fått en enhetspris. Hvilke fallgruver kan være til stede ved en slik tilnærming til kalkulasjon?

- **Svar:** Feilkoding

- **Spørsmål 10**

Tror du at denne arbeidsflyten totalt sett vil være mer effektiv?

- **Svar:** Nei, det tror jeg ikke.

Vedlegg 2: Spørsmål for evaluering

Innhold

1. Introduksjon	2
1.1. Begrepsforklaring med oversettelse og definisjon	2
2. Arbeidsflyt for koding hos entreprenør	3
2.1. Validity	3
2.2. Utility	4
2.3. Quality	4
2.4. Efficiency	5
3. Arbeidsflyt for koding hos arkitekt	5
3.1. Validity	5
3.2. Utility	6
3.3. Quality	6
3.4. Efficiency	7

1. Introduksjon

Under de fire følgende punktene vil det bli stilt spørsmål for å evaluere arbeidsflytene som har blitt presentert. Svarene som blir gitt er sentrale i vurderingen av hvordan en integrering av NS 3420 i BIM-kalkulasjon for Grande Entreprenørs vedkommende bør skje.

Siden prosjektet ikke har hatt en praktisk test vil erfaringsbaserte slutninger være de som blir tellende. Derfor er det viktig å forholde seg objektiv til spørsmålene som blir stilt, og svare etter beste evne. Det er lov å svare på mer enn hva spørsmålet stiller, og gjerne prøv å utdyp bakgrunnen for svarene som blir gitt.

I besvarelsen er det viktig å skille mellom de 2 presenterte arbeidsflytene.

1.1. Begrepsforklaring med oversettelse og definisjon

- Validity: **Gyldighet**

Definisjon: Gyldighet betyr at noe er gangbart, eller gjeldende.

- Dette betyr at artefaktet virker, og gjør det den er laget til å gjøre.

- Utility: **Nytte**

Definisjon: Nytte forstås av SNL som forbrukers tilfredstillelse av sine behov. En nyttefunksjon beskriver innenfor samfunnsøkonomi forbrukers preferanser, og tilordner et nyttenivå til godene som inngår i funksjonen.

- Har artefaktets måloppnåelse en nytte utenfor utviklingsmiljøet?

- Quality: **Kvalitet**

Definisjon: Kvalitet defineres for en gjenstand eller tjeneste som evnet til å tilfredsstille brukers krav og forventninger. SNL refererer til NS-EN ISO 9000 som definerer kvalitet som en samling av iboende egenskaper, og i hvilken grad disse egenskapene oppfyller behov og forventning.

- Oppnås bedre kvalitet ved å bruke artefaktet?

- Efficiency: **Effektivitet**

Definisjon: Om arbeid og kapitalutstyr definerer SNL effektivitet som det å være effektiv, og virkningsfull. Arbeidet går etter plan, og avkastningen er stor i forhold til innsatsen.

- Kan artefaktet forbedre effektiviteten?

2. Arbeidsflyt for koding hos entreprenør

2.1. Validity

- **Spørsmål 1:**

Forutsatt at programvare og pc-utsyr fungerer ideelt (BE-koder inkludert), ville arbeidsflyten kunne blitt implementert med suksess? Hvis oppfatningen er at den ikke ville fungert, hva er årsaken?

- **Svar: ville blitt en suksess om det fungerte.**

- **Spørsmål 2:**

Det har blitt demonstrert hvordan programmet for Beskrivelse i Revit fungerer. Krever dette en større arbeidsinnsats enn ved å ta ut mengder i Geometra, og kalkulere i ByggOffice?

- **Svar: kommer an på størrelsen på bygget og kompleksiteten.**

- **Spørsmål 3**

Ved å arbeide på den foreslåtte måten, i motsetning til hva som gjøres i dag, hjelper dette Grande Entreprenør med å ta et steg frem i den digitale utviklingen? Eller har det en kontraeffekt ved at gjennomføring av kalkulasjon blir en mer avansert oppgave med flere variabler?

- **Svar: blir mere digital, men mister litt oversikt over bygget.**

- **Spørsmål 4**

Inneholder arbeidsflyten praktiske feil som gjør at dens funksjon ikke er tilfredsstillende? For eksempel feil i rekkefølge, feil beskrivelse av oppgave, eller at det mangler aktiviteter eller beslutninger?

- **Svar: ser bra ut**

2.2. Utility

- **Spørsmål 5**

Sånn som arbeidsflyten som er foreslått fremstår i dag, hvor for eksempel BE-koder mangler fra Beskrivelse for Revit. Er det verdt å investere tid i å bygge opp egne bibliotek for koder, og egne prosesser for praktisk bruk, eller er det bedre å fortsette som før?

- **Svar:** vi bruker Revit lite selv, så usikker på det.

- **Spørsmål 6**

Bør Grande Entreprenør selv ta ansvar for at det lokalt blir normalt å benytte NS 3420 modeller, hvor alle ulemper ved implementasjonen både hva gjelder tid og kost vil gå for egen regning?

- **Svar:** usikker

- **Spørsmål 7**

Hvis den beste løsningen er for Grande å fortsette som før, er det programvaretilbydere, byggherre, eller noen andre som bør sørge for at utviklingen kommer videre?

- **Spørsmål 8**

Ville du personlig vært interessert i å jobbe på den foreslåtte måten, eller fortsatt som før?

- **Svar:** på kalkulasjon vil kanskje en kombinasjon være det beste

2.3. Quality

- **Spørsmål 9**

Kan jobben med å kode opp modellene selv etter NS 3420 være med å øke kvaliteten på modellene Grande Entreprenør bruker?

- **Svar:** ja, men det er mye jobb om vi ikke får jobben.

- **Spørsmål 10**

Problematikken med at BIM-modeller ofte er veiledende, gjør det vanskelig å feste tillit til modellen. Er neste steg i utviklingen å kreve at BIM-modeller skal stå som tegningsgrunnlaget fremfor PDF for å sikre at BIM-modellene kan brukes?

- **Svar:** ja

- **Spørsmål 11**

Er det andre aspekter ved arbeidsflyten for egen koding etter NS 3420 som fremmer økt kvalitet?

- **Svar:**

2.4. Efficiency

- **Spørsmål 12**

Vil den foreslåtte arbeidsmetoden øke effektiviteten ved kalkulasjon, vil jobben kunne gå raskere? Eller vil jobben ta like lang tid, men gi avkasting i form av større grad av detaljer og sikkerhet?

- **Svar: ja, går raskere**

- **Spørsmål 13**

Er det en risiko å gjøre seg mer avhengig av eksterne aktører, med tanke på utbedring av feil i modell? Er dette noe som helst bør unngås?

- **Svar: ja**

- **Spørsmål 14**

Er det andre aspekter ved arbeidsflyten som fremmer effektivitet som ikke er nevnt eller betraktet?

- **Svar:**

3. Arbeidsflyt for koding hos arkitekt

3.1. Validity

- **Spørsmål 1**

For denne arbeidsflyten er modellen allerede kodet med NS 3420 koder som en del av anbudgrunnlaget. Forutsatt at import av koder og grunnlag går sømløst. Er dette en bedre måte å jobbe frem et anbud enn hva som gjøres nå?

- **Svar: ja**

- **Spørsmål 2**

For at en slik arbeidsflyt skal kunne lykkes forutsettes det at byggherre og arkitekt også er med på gjennomføringen. Er det etter ditt syn mulig å få til på dette tidspunktet?

- **Svar: nei**

- **Spørsmål 3**

Mener du at dette er en gangbar modell å jobbe etter?

- **Svar: ja**

3.2. Utility

- **Spørsmål 4**

Hvilke fordeler kan denne måten å jobbe på ha mot hvordan det jobbes i dag, og hvor firmaet selv skulle kodet modellen?

- **Svar: enklere oppfølging om vi får jobben**

- **Spørsmål 5**

Hvilke utfordringer kan sette en stopper for at arbeidsflyten ikke kan tas i bruk i et reelt prosjekt?

- **Svar: mye opplæring**

- **Spørsmål 6**

Det benyttes mange forskjellige dataprogrammer for håndtering av BIM, og kalkulasjon. Vil grensesnittene mellom disse programmene gjøre for vanskelig å kunne ta i bruk arbeidsflyten på en god måte?

- **Svar: ja**

3.3. Quality

- **Spørsmål 7**

Kan kvaliteten på arbeidet som gjøres ved kalkulasjon økes eller risikere å bli mindre treffsikker ved å jobbe etter denne arbeidsflyten?

- **Svar: tja, avhengig av mye**

- **Spørsmål 8**

Vil etter ditt syn et anbud basert på tegningsgrunnlag hvor arkitekt har kodet modellen være bedre eller verre enn om det ble gjort selv under kalkulasjon. Hvordan kan kvaliteten på arbeidet settes opp mot hverandre?

- **Svar:** vanskelig å sammenligne, avhengig av personer .

3.4. Efficiency

- **Spørsmål 9**

Arbeidsflyten gir mulighet til å automatisere mye av arbeidet, så lenge alle koder har fått en enhetspris. Hvilke fallgruver kan være til stede ved en slik tilnærming til kalkulasjon?

- **Svar:**

- **Spørsmål 10**

Tror du at denne arbeidsflyten totalt sett vil være mer effektiv?

- **Svar: ja**

Vedlegg 3: Spørsmål for evaluering

Innhold

1. Introduksjon	2
1.1. Begrepsforklaring med oversettelse og definisjon	2
2. Arbeidsflyt for koding hos entreprenør	3
2.1. Validity	3
2.2. Utility	4
2.3. Quality	4
2.4. Efficiency	5
3. Arbeidsflyt for koding hos arkitekt	5
3.1. Validity	5
3.2. Utility	6
3.3. Quality	6
3.4. Efficiency	7

1. Introduksjon

Under de fire følgende punktene vil det bli stilt spørsmål for å evaluere arbeidsflytene som har blitt presentert. Svarene som blir gitt er sentrale i vurderingen av hvordan en integrering av NS 3420 i BIM-kalkulasjon for Grande Entreprenørs vedkommende bør skje.

Siden prosjektet ikke har hatt en praktisk test vil erfaringsbaserte slutninger være de som blir tellende. Derfor er det viktig å forholde seg objektiv til spørsmålene som blir stilt, og svare etter beste evne. Det er lov å svare på mer enn hva spørsmålet stiller, og gjerne prøv å utdyp bakgrunnen for svarene som blir gitt.

I besvarelsen er det viktig å skille mellom de 2 presenterte arbeidsflytene.

1.1. Begrepsforklaring med oversettelse og definisjon

- Validity: **Gyldighet**

Definisjon: Gyldighet betyr at noe er gangbart, eller gjeldende.

- Dette betyr at artefaktet virker, og gjør det den er laget til å gjøre.

- Utility: **Nytte**

Definisjon: Nytte forstås av SNL som forbrukers tilfredstillelse av sine behov. En nyttefunksjon beskriver innenfor samfunnsøkonomi forbrukers preferanser, og tilordner et nyttenivå til godene som inngår i funksjonen.

- Har artefaktets måloppnåelse en nytte utenfor utviklingsmiljøet?

- Quality: **Kvalitet**

Definisjon: Kvalitet defineres for en gjenstand eller tjeneste som evnet til å tilfredsstille brukers krav og forventninger. SNL refererer til NS-EN ISO 9000 som definerer kvalitet som en samling av iboende egenskaper, og i hvilken grad disse egenskapene oppfyller behov og forventning.

- Oppnås bedre kvalitet ved å bruke artefaktet?

- Efficiency: **Effektivitet**

Definisjon: Om arbeid og kapitalutstyr definerer SNL effektivitet som det å være effektiv, og virkningsfull. Arbeidet går etter plan, og avkastningen er stor i forhold til innsatsen.

- Kan artefaktet forbedre effektiviteten?

2. Arbeidsflyt for koding hos entreprenør

2.1. Validity

- **Spørsmål 1:**

Forutsatt at programvare og pc-utsyr fungerer ideelt (BE-koder inkludert), ville arbeidsflyten kunne blitt implementert med suksess? Hvis oppfatningen er at den ikke ville fungert, hva er årsaken?

- **Svar:**
- **Det er sannsynlig at det vil bli en del elementer som blir vanskelig å kode i en ekstern modell. Eksempelvis forskjellige typer himlinger, gulvbelegg etc. Dette betyr at del vil bli en del manuell mengdeberegning uansett. Dette betyr at løsningen ikke vil fungere fullt ut.**

- **Spørsmål 2:**

Det har blitt demonstrert hvordan programmet for Beskrivelse i Revit fungerer. Krever dette en større arbeidsinnsats enn ved å ta ut mengder i Geometra, og kalkulere i ByggOffice?

- **Svar:**
- **Ut fra svar på spørsmål 1 vil dette gi en del merarbeid, da vi uansett på mengdeberegne en del i Geometra.**

- **Spørsmål 3**

Ved å arbeide på den foreslåtte måten, i motsetning til hva som gjøres i dag, hjelper dette Grande Entreprenør med å ta et steg frem i den digitale utviklingen? Eller har det en kontraeffekt ved at gjennomføring av kalkulasjon blir en mer avansert oppgave med flere variabler?

- **Svar:**
- **Dette vil gi en del merarbeid, samt at det blir litt mer uoversiktlig. Dette vil også gi en del flere variabler.**

- **Spørsmål 4**

Inneholder arbeidsflyten praktiske feil som gjør at dens funksjon ikke er tilfredsstillende? For eksempel feil i rekkefølge, feil beskrivelse av oppgave, eller at det mangler aktiviteter eller beslutninger?

- **Svar:**
- **Arbeidsflyten gir en god beskrivelse, og inneholder ingen feil**

2.2. Utility

- **Spørsmål 5**

Sånn som arbeidsflyten som er foreslått fremstår i dag, hvor for eksempel BE-koder mangler fra Beskrivelse for Revit. Er det verdt å investere tid i å bygge opp egne bibliotek for koder, og egne prosesser for praktisk bruk, eller er det bedre å fortsette som før?

- **Svar:**
- ***Det vil ikke bli aktuelt å investere tid i å bygge opp biblioteker for å benytte denne arbeidsflyten. Vi opplever de IFC-modellene vi mottar på anbudsstadige har så varierende kvalitet, at det er bare et fåtall som kan benyttes.***

- **Spørsmål 6**

Bør Grande Entreprenør selv ta ansvar for at det lokalt blir normalt å benytte NS 3420 modeller, hvor alle ulemper ved implementasjonen både hva gjelder tid og kost vil gå for egen regning?

- **Svar:**
- **Synes ikke det er vår oppgave. Ser heller ikke hvilken nytte vi vil få av dette.**
-

- **Spørsmål 7**

Hvis den beste løsningen er for Grande å fortsette som før, er det programvaretilbydere, byggherre, eller noen andre som bør sørge for at utviklingen kommer videre?

- **Svar:**

- *Jeg mener at NS 3420 er en standard på lik linje med alle standarder, og bør ikke være noe som er valgfritt. Jeg mener at denne kodingen bør være gjennomgående fra første strek blir satt på tegningen, til dataene blir overført til system for forvaltning, drift og vedlikehold. Å sørge for at Norske standarder blir fulgt er en myndighetsoppgave.*

- **Spørsmål 8**

Ville du personlig vært interessert i å jobbe på den foreslåtte måten, eller fortsatt som før?

- **Svar:**
- **Nei. Det blir for mye arbeid, og det krever at den IFC-modellen vi mottar er laget på en slik måte at den kan benyttes full ut.**

2.3. Quality

- **Spørsmål 9**

Kan jobben med å kode opp modellene selv etter NS 3420 være med å øke kvaliteten på modellene Grande Entreprenør bruker?

- **Svar:**
- **Nei, vi har ingen mulighet til å gjøre endringer på de modellene vi mottar**

- **Spørsmål 10**

Problematikken med at BIM-modeller ofte er veiledende, gjør det vanskelig å feste tillit til modellen. Er neste steg i utviklingen å kreve at BIM-modeller skal stå som tegningsgrunnlaget fremfor PDF for å sikre at BIM-modellene kan brukes?

- **Svar:**
- **Ja det er det. Vi ser ofte at arkitektene bruker andre verktøy / enklere tilnærming når de jobber med design og anbud. De starter ofte helt fra begynnelsen igjen når arbeidstegninger skal produseres. Dette er unyttig bruk av ressurser, samt at det gir mer unøyaktige BIM modeller i anbudsfasen.**

- **Spørsmål 11**

Er det andre aspekter ved arbeidsflyten for egen koding etter NS 3420 som fremmer økt kvalitet?

- **Svar: Nei**

2.4. Efficiency

- **Spørsmål 12**

Vil den foreslåtte arbeidsmetoden øke effektiviteten ved kalkulasjon, vil jobben kunne gå raskere? Eller vil jobben ta like lang tid, men gi avkasting i form av større grad av detaljer og sikkerhet?

- **Svar:**
- **Nei, dette vil ikke gi raskere kalkulasjon for vår del. Det vil heller ikke gi økt sikkerhet eller større grad av detaljer.**

- **Spørsmål 13**

Er det en risiko å gjøre seg mer avhengig av eksterne aktører, med tanke på utbedring av feil i modell? Er dette noe som helst bør unngås?

- **Svar:**
- **Ja. Vi blir helt prisgitt at de har gjort en perfekt jobb med modellen. Dette vil vi unngå da det medfører økte kostnader i tilbudsarbeidet.**

- **Spørsmål 14**

Er det andre aspekter ved arbeidsflyten som fremmer effektivitet som ikke er nevnt eller betraktet?

- **Svar: Nei**

3. Arbeidsflyt for koding hos arkitekt

3.1. Validity

- **Spørsmål 1**

For denne arbeidsflyten er modellen allerede kodet med NS 3420 koder som en del av anbudsgrunnlaget. Forutsatt at import av koder og grunnlag går sømløst. Er dette en bedre måte å jobbe frem et tilbud enn hva som gjøres nå?

- **Svar:**
- ***Dette er helt klart mer effektivt.***

- **Spørsmål 2**

For at en slik arbeidsflyt skal kunne lykkes forutsettes det at byggherre og arkitekt også er med på gjennomføringen. Er det etter ditt syn mulig å få til på dette tidspunktet?

- **Svar:**
- ***Det fordrer at arkitekt og byggherre tar ansvar for at modellen er riktig og riktig kodet.***

- **Spørsmål 3**

Mener du at dette er en gangbar modell å jobbe etter?

- **Svar:**
- ***Dette er en gangbar modell å jobbe etter. Dette blir som å motta en ferdig beskrivelse fra arkitekt kodet etter NS3420 som importeres inn i kalkylesystemet.***

3.2. Utility

- **Spørsmål 4**

Hvilke fordeler kan denne måten å jobbe på ha mot hvordan det jobbes i dag, og hvor firmaet selv skulle kodet modellen?

- **Svar:**
- ***Det er arkitekten / byggherren som vet hvilke materialer som de ønsker å ha i prosjektet. Hvis dette blir kodet i modellen så får de pris på eksakt det de ønsker. Vi må i stor grad lete i vedleggene til tilbudet for å prøve å finne riktig mengde på de ulike ønskene.***

- **Spørsmål 5**

Hvilke utfordringer kan sette en stopper for at arbeidsflyten ikke kan tas i bruk i et reelt prosjekt?

- **Svar:**
- **Arkitekt og tiltakshaver må flytte modellen øverst i gyldighetsrekkefølgen. Arkitekten må være tro mot kodingen og kode alle materialer som skal inn i bygget.**

- **Spørsmål 6**

Det benyttes mange forskjellige dataprogrammer for håndtering av BIM, og kalkulasjon. Vil grensesnittene mellom disse programmene gjøre for vanskelig å kunne ta i bruk arbeidsflyten på en god måte?

- **Svar:**
- **Det vil være noen utfordringer i eksportering av data fra BIM-modell. Dette finnes det ingen Norsk Standard for så vidt jeg vet. Tror at det med enkelthet kan settes opp en mulighet for å eksportere via NS 3459. Dette må settes som krav i TEK**

3.3. Quality

- **Spørsmål 7**

Kan kvaliteten på arbeidet som gjøres ved kalkulasjon økes eller risikere å bli mindre treffsikker ved å jobbe etter denne arbeidsflyten?

- **Svar:**
- **Tror at dette vil øke treffsikkerheten i kalkulasjonen.**

- **Spørsmål 8**

Vil etter ditt syn et anbud basert på tegningsgrunnlag hvor arkitekt har kodet modellen være bedre eller verre enn om det ble gjort selv under kalkulasjon. Hvordan kan kvaliteten på arbeidet settes opp mot hverandre?

- **Svar:**
- **Som nevnt under svar 4 vil dette medføre at arkitekten setter materialer og kvaliteten direkte i tegningen Dette vil gi tiltakshaver full kontroll på å få priset det som etterspørres. Det vil bli mindre kvalitet hvis vi koder selv, da vi ikke kan skille bygningsdelene i modellen hvis ikke arkitekten har gjort**

det. Eksempelvis hvis det er plater på halve fasaden og plater på den andre halvdelen.

3.4. Efficiency

- **Spørsmål 9**

Arbeidsflyten gir mulighet til å automatisere mye av arbeidet, så lenge alle koder har fått en enhetspris. Hvilke fallgruver kan være til stede ved en slik tilnærming til kalkulasjon?

- **Svar:**
- **Minuset med modellen er at en kalkulator ikke trenger å sette seg inn i tegningene i forbindelse med kalkulasjonen. Man får et langt bedre bilde av prosjektet, ved å gå igjennom alle tegninger og snitt, for å mengdeberegne i Geometra. Rasjonalitet og logistikk i byggingen er en faktor for kalkylene. Dette krever at man setter seg godt inn i prosjektet. Dette er fullt ut mulig ved å endre litt på rutinene. Man får bedre tid til tegningsgransking når «mengdefangsten» blir rasjonalisert.**

- **Spørsmål 10**

Tror du at denne arbeidsflyten totalt sett vil være mer effektiv?

- **Svar:**
- **Ja det tror jeg. Jeg tror også at dette vil kunne være viktig i en utviklingsfase der arkitekten kan få kalkulert mange mulige scenarioer for et prosjekt meget effektivt. Eksempelvis kan fort på svar om en det lønner seg med en delvis to-etasje eller å utvide fotavtrykket. Det kan også fort beregnes hvilket CO2 avtrykk de forskjellige løsningene gir.**

