



Høgskulen  
på Vestlandet

# BACHELOROPPGAVE

BIM på D14 Mindemyren

BIM on D14 Mindemyren

**Silje Johnsen**

**Oda Bø Norland**

**Martin Iversen Varsi**

Bygg

FIN/Institutt for Byggfag/Prosjekt- og Byggeledelse

Veileder: Arve Leiknes

Innleveringsdato: 30.05.2022

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

## Forord

Bacheloroppgaven er avsluttende arbeid på bachelorgraden «Byggingeniør» ved Høgskulen på Vestlandet Bergen. Oppgaven er skrevet vårsemesteret 2022 og utgjør 20 studiepoeng. Bachelorgruppen består av Silje Johnsen, Oda Bø Norland og Martin Iversen Varsi, som alle har gått retning «prosjekt og byggeledelse».

Alle på gruppen fant stor interesse for bygningsinformasjonsmodellering (BIM) gjennom studietiden. BIM ble derfor raskt et aktuelt tema for oppgaven. Vi har brukt kunnskap og teori fra tidligere fag, samt tilegnet oss ny kunnskap underveis i oppgaveskrivingen. På grunn av temaets omfang har vi måttet begrense oss til betongarbeid, og det er mange aspekter ved BIM i vi ikke har sett på. Likevel mener vi at oppgaven viser interessante funn som er verdt å se nærmere på.

Arbeidet med oppgaven har tidvis vært krevende, men mest av alt svært lærerikt. Vi har møtt fagfolk og funksjonærer som har tatt oss og oppgaven på alvor. Arbeidet med oppgaven har gitt oss ny innsikt i hva som skjer på en anleggsplass, som vi tar med oss videre i studier og jobb.

Vi vil benytte anledningen til å takke Høgskulen på Vestlandet og vår veileder, Arve Leiknes, for faglige tilbakemeldinger. Vi ønsker også å takke Ane Margrethe Lyng for god veiledning knyttet til oppgavens struktur, og oppfølging gjennom arbeidsprosessen. Vi vil også rette en spesiell takk mot våre to kontaktpersoner hos NCC, for et godt samarbeid og engasjement gjennom hele oppgaven. Vi ønsker å rette en takk til Sweco for åpenhet og oppfølging gjennom arbeidet. Vi takker Bybanen Utbygging for innsyn i prosjektets dokumenter. Til slutt ønsker vi å rette en takk til NCC, Sweco og Norconsult for bidrag i intervjuer.

Bergen, mai 2022



Oda Bø Norland



Silje Johnsen



Martin Iversen Varsi

## Sammendrag

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) er teknologi som er godt på vei inn i dagens og fremtidens anleggsplasser. Fordelene kan være bedre oversikt, samt tids- og pengebesparelser. Likevel er det fortsatt utfordringer knyttet til bruk av teknologien.

Hensikten med oppgaven er å kartlegge utfordringer NCC har knyttet til BIM, samt foreslå løsninger til disse. Dette er gjort gjennom en litteraturstudie og en casestudie av Bybaneprosjektet D14 Mindemyren. NCC er hovedentreprenør på prosjektet og vår samarbeidsbedrift i oppgaven. Løsningene er utarbeidet med tanke på lignende prosjekter i fremtiden.

Relevant litteratur danner teori- og kunnskapsgrunnlag for drøftingen. Med fokus på BIM tar oppgaven for seg opplæring og organisering, ressursbruk og samhandling, tema som kom fram i innledende samtaler med NCC. Casestudiet tar for seg siste del av gjennomføringsfasen av D14 Mindemyren. Data er samlet inn gjennom intervjuer, ikke-deltagende observasjon og befaringer.

Oppgavens resultater og utfordringer kan i grove trekk oppsummeres til å omhandle fagpersoners kompetanse og erfaring, kontakt mellom aktører, BIM-utstyr, detaljgrad i modell, tverrfaglige modell og standardisering. NCC har forbedringspotensialer ved bruk av BIM internt i virksomheten, men blir også påvirket av eksterne faktorer.

Foreslåtte tiltak internt hos NCC omfatter blant annet tilpasset opplæring og kurs, kontroll av arbeidsgrunnlag, testing av utstyr og brukerinvolvering. Vi foreslår også noen mer konkrete løsninger, som å innføre et lånesystem for mobile enheter.

Eksterne påvirkningsfaktorer er entreprisform og kontraktbestemmelser fra byggherre, samt programvarenes ytelse. Funn viste at entreprisform påvirker svært mange av utfordringene entreprenør opplever. Vi drøfter at andre entreprisformer kan være mer fordelaktig med tanke på BIM.

## Abstract

Today we can see an increased implementation of Building Information Modelling (BIM) on construction sites. Advantages of the implementation can be improved overview of projects, as well as time and cost savings. On the other hand, there are challenges associated with the use onsite.

The purpose of the thesis is to map the challenges NCC have experienced associated with BIM and come with suggestions on how to solve them. We conducted a literature study, and a case study of “Bybaneprojektet D14 Mindemyren”. NCC operates as the main contractor and is our collaboration partner through the writing process. The suggested solutions are referring to future projects like D14 Mindemyren.

Relevant literature forms the theoretical foundation used for the discussion chapter. Topics brought up by NCC during introductory conversations, will form the structure of the thesis. These topics are training and organization, resource utilization and interaction. The case study is carried out in the last part of the operation phase, and data is collected through interviews, non-participant observations and site inspections.

To summarize, the results mainly concern the competence level and experience of employees, relationship between parties, multidisciplinary coordination, and standardization. Some solutions can be done internally at NCC, but the challenges are also affected by external conditions.

The suggested solutions are sufficient training and courses, quality control of models, testing of equipment and user involvement. Some solutions are more specific, such as creating a system for lending mobile devices.

External conditions include challenges with the form of contract and contractual provisions, along with software’s performance. It seems like the form of contract is crucial. We discuss alternative construction contracts, that might be more advantageous for the use of BIM on construction sites.

## Innholdsfortegnelse

Forord .....	
Sammendrag .....	
Abstract .....	
Innholdsfortegnelse .....	
Figurer .....	
Tabeller.....	
Begrepsforklaringer.....	
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for problemstilling .....	1
1.2 Problemstilling.....	1
1.3 NCC .....	2
1.4 Bybaneprosjekt D14 Mindemyren.....	2
1.5 Disposisjon .....	3
2 Metode.....	4
2.1 Innsamling av data.....	4
2.1.1 Casestudie .....	4
2.1.2 Litteraturstudie .....	4
2.1.3 Intervju .....	4
2.1.4 Ikke-deltakende observasjon.....	6
2.1.5 Befaring.....	7
2.2 Feilkilder.....	7
3 Kunnskapsgrunnlag og teori.....	8
3.1 Hva er BIM? .....	8
3.1.1 BIM-manual og detaljgrad .....	8
3.2 Byggeprosjekt.....	8
3.2.1 Faser.....	9
3.2.2 Roller.....	9
3.3 Entrepriseformer .....	10
3.3.1 Utførelsesentrepriser .....	10
3.3.2 Totalentrepriser .....	11
3.3.3 Samspillsentreprise .....	11
3.4 Opplæring og organisering .....	12
3.5 Ressursbruk .....	14
3.6 Samhandling .....	19

4 Resultater.....	23
4.1 Opplæring og organisering .....	23
4.1.1 Innførte tiltak for opplæring og organisering.....	26
4.2 Ressursbruk .....	26
4.3 Samhandling .....	28
4.3.1 Innførte tiltak for samhandling .....	35
5 Drøfting .....	37
5.1 Opplæring og organisering .....	37
5.2 Ressursbruk .....	40
5.3 Samhandling .....	43
5.4 Entrepriseform .....	47
5.5 Videre arbeid .....	48
6 Konklusjon .....	49
7 Bibliografi .....	50
8 Vedlegg .....	57

## Figurer

Figur 1: D14 Mindemyren. Fra «Holdeplassen ved Kristianborg», av Bybanen Utbygging og Mount Visual, 2019 ( <a href="https://www.hordaland.no/mindemyren">https://www.hordaland.no/mindemyren</a> ) .....	2
Figur 2: Faser i byggeprosjekt (basert på Segbø (2022) .....	9
Figur 3: Organisatoriske delsystemer (Naoum 2011) .....	13
Figur 4: BIM-utstyr (basert på Svaalestuen og Knotten (2017).....	15
Figur 5: MacLeamy-kurven. Fra “The MacLeamy Curve”, av D. Walasek & A. Barszcz, 2017 ( <a href="https://www.researchgate.net/figure/The-MacLeamy-Curve-9_fig1_315359204">https://www.researchgate.net/figure/The-MacLeamy-Curve-9_fig1_315359204</a> ) CC BY-NC-ND 4.0 .....	16
Figur 6: Syv forutsetninger for «sunn aktivitet» (basert på Wig (2015).....	18
Figur 7: Prosess for kollisjonskontroll (basert på Consigli AS (2012) .....	20
Figur 8: Modellutsnitt av horisontale armeringsstendere (Sweco, 2022) .....	24
Figur 9: Modellutsnitt av vertikale armeringsstendere (Sweco, 2022) .....	25
Figur 10: Utforming av BIM-kiosk, Bergen 14.01.2022 .....	27
Figur 11: Modellutsnitt av likeretterbygg (Sweco, 2022) .....	28
Figur 12: Modellutsnitt av trekkerør i pumpestasjon (Sweco, 2022).....	29
Figur 13: Utsnitt av K-manual om leveranse av modeller (Sweco, 2020).....	29
Figur 14: Egenprodusert flytskjema om modellendring i hovedentreprise.....	31
Figur 15: Modellutsnitt av veggskive til tunnelportal (Sweco, 2022).....	31
Figur 16: Utsnitt fra K-manual av navngivning på konstruksjonsdel (Sweco, 2020).....	33
Figur 17: Eksempel på property sets (Sweco, 2022).....	34
Figur 18: Modellutsnitt av informasjonskule (Sweco 2022).....	34
Figur 19: Egenprodusert modell av vertikale og horisontale stendere.....	38
Figur 20: Egenprodusert modell av u-bøyer .....	38
Figur 21: Egenprodusert flytskjema om modellendring i totalentreprise .....	47

## Tabeller

Tabell 1: Arbeidsfordeling i intervjuopprosess .....	5
Tabell 2: Organ for BIM-opplæring (basert på Ahn et al. (2016).....	13
Tabell 3: Tiltak for å forbedre opplæring av BIM (basert på Kumar (2015) .....	14
Tabell 4: Typiske tilfeller som kan påvirke ressursbruk (basert på Hole (2022).....	17
Tabell 5: Utvalg samhandlingsverktøy .....	19
Tabell 6: Fordeler ved tidligere involvering av BIM-koordinator .....	24
Tabell 7: Utdrag av leverte filformater i modell basert på (Sweco, 2022).....	33
Tabell 8: Funn i ikke-deltagende observasjon av BIM-geomatikk møte .....	36

## Begrepsforklaringer

<b>Aktør</b>	«Person, gruppe eller institusjon som spiller en aktiv rolle, ofte på et bestemt område.» (Persvold, 2020)
<b>Arbeidsgrunnlag</b>	Modeller, tegninger og dokumenter som inneholder nødvendig informasjonen for å utføre arbeid (Statens Vegvesen, u.å.)
<b>Anleggsstyrings-dokumentasjon</b>	Dokumentasjon som definerer et prosjekt, danner grunnlag for prosjektledelse og som vurderer prosjektet (Digitaliseringsdirektoratet, 2019)
<b>Betongarbeid</b>	Forskaling, armering og støping av betong (Utdanning.no, 2022)
<b>BuildingSMART</b>	Interesseorganisasjon med formål om å utvikle digital informasjonsflyt i byggeprosesser gjennom åpne internasjonale standarder (BuildingSMART, u.å.)
<b>Bøyeliste</b>	Oversiktsliste over armeringens geometriske egenskaper og materialer, samt mengdeoversikt (Norsk Betongforening, 2018)
<b>Dataassistert konstruksjon</b>	«Teknisk tegning utført ved hjelp av datamaskin» (Rossen, 2021)
<b>Dokumentverktøy</b>	Verktøy for å redigere tekst (Lexico, u.å.)
<b>Fagmodell</b>	Modell for ulike ingeniørfag med prosjektert data (Vegdirektoratet, 2012)
<b>FDV-dokumentasjon</b>	Dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold av et bygg (Håstein, 2021)
<b>Grunnlagsdata</b>	Stedlig informasjon om terreng, infrastruktur, klima, eksisterende bebyggelse, osv. (Vegdirektoratet, 2015)
<b>Informasjonsflyt</b>	Overføring av informasjon (Det norske akademis ordbok, u.å.)
<b>Kanalrikhet</b>	«Hvor godt kommunikasjonskanalen overfører informasjonens mengde og kompleksitet» (Anseth, 2019, s. 37)
<b>Klotoider</b>	Kurve der overgang fra kurve til rett linje er gradvis (Ziani, 2018)
<b>Kontrahere</b>	Inngå kontrakt eller bestille (Nilstun, 2020)
<b>Kontrollørmelding</b>	Instruks for kontrollingeniør om å føre avvik etter kontroll av utførelse, oppfølging og gjennomføring av bygging med fokus på teknisk kvalitet (Statens Vegvesen, 2008)
<b>Kritisk tidslinje</b>	De aktivitetene i et prosjekt som kan påvirke sluttdato direkte (Nøkleby, u.å.)
<b>K-manual</b>	Manual som gir utfyllende informasjon om gjennomføring av modellering samt informasjon om modell (Sweco, 2021)
<b>Level of detailing (LOD)</b>	Kontraktstestet detaljgrad av objekter og konstruksjonsdeler i modeller (Grytting, 2017)
<b>Likeretterbygg</b>	Bygg med elektronisk apparat som omformer vekselspanning til likespenning (Kumar, 2020)
<b>Modellbasert byggeplass</b>	Byggeplass der prosjektering er basert på modell i stedet for tegning (Thorsen, 2017)



<b>Målpris</b>	«Felles fastsatt sluttkostnad som prosjektet skal styres mot» (Codex, u.å.)
<b>Offentlig anskaffelse</b>	«Kjøp av varer og tjenester til statsetater, kommuner og offentlig kontrollerte foretak» (Krüger & Anderssen, 2021)
<b>Overdekning</b>	Avstanden fra armering til overflate av betong (Brørs, 2019)
<b>Property sets</b>	Tabell med egenskaper og informasjon om objekter og konstruksjonsdeler i en modell (Autodesk, 2017)
<b>Prosjekthotell</b>	«Internettbasert møteplass for alle aktører i et byggeprosjekt mht. dokumentasjon, dokumenthåndtering og samhandling.» (Mørk et al., 2008)
<b>Prosjektpunkt</b>	Nullpunkt i programvarer for modellering (Saltkjelvik, u.å.)
<b>Samlokalisering</b>	«Felles bruk av infrastruktur eller felles bruk av tilhørende fasiliteter som brukes eller kan bli brukt til plassering av utstyr for elektronisk kommunikasjon.» (E-koml, 2003, §1-5)
<b>Standard-dokumentasjon</b>	Dokumentasjon som har til hensikt å standardisere (Standard Norge, 2021)
<b>Teknisk avklaring</b>	Avklaring med hensikt å løse tekniske problemer, utfordringer eller uklarheter underveis i prosjektet (Webforum Europe AB, 2016)
<b>Tverrfaglig modell</b>	Sammenstilt modell av ulike ingeniørfag (Wirstad, 2017)
<b>Visningsprogram</b>	Program for å visualisere 3D modeller (Barbero et al., 2012)

# 1 Innledning

I dette kapittelet vil vi presentere oppgavens problemstilling. Vi introduserer entreprenøren vi har samarbeidet med og prosjektet vi har undersøkt. Oppgavens disposisjon presenteres også.

## 1.1 Bakgrunn for problemstilling

Tall fra Statistisk sentralbyrå (SSB) viser at arbeidsproduktiviteten i bygge- og anleggsbransjen (BA-bransjen) i Norge har hatt en nedgang i produktivitet på ca. 10% siden år 2000 (Todsén, 2018). Det er mye som kan være grunnen for dette, blant annet at bransjen karakteriseres ved at hvert prosjekt er unikt, og gjennomføres som tverrfaglig arbeid av midlertidig sammensatte organisasjoner (Prebanić & Vukomanović, 2021). Denne fragmenteringen kan gjøre det vanskelig å oppfylle byggeprosjektene krav når det kommer til kostnader, tid og produktivitet (ibid.).

BIM står for bygningsinformasjonsmodellering eller bygningsinformasjonsmodell. For ordensskyld har vi brukt «modellen» der det er snakk om bygningsinformasjonsmodellen.

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) er på vei til å endre norsk byggebransje ifølge Diderik Haug (2020), BIM-filosof og Statsbyggs prosjektleder for BIM-satsing. Haug etterlyser en større BIM-satsing fra store, norske offentlige aktører, og trekker fram bedre oversikt, samt tids- og pengebesparelser som fordeler (ibid.). Teknisk direktør for Bravida, Johan Varmedal (2018), uttrykker at digitalisering av bygge- og anleggsbransjen vil gi økt effektivisering av prosjekter. BA-bransjen regnes som en av de minst utviklede bransjene når det kommer til digitalisering (Prebanić & Vukomanović, 2021). Digitalisering handler om «generering av digital informasjon samt håndtering og utnyttelse av informasjonen ved hjelp av informasjonsteknologi» (Dvergsdal, 2021), og vil spille en avgjørende rolle for samfunns-, nærings- og arbeidslivets fremtid (Næringslivets Hovedorganisasjon, u.å.). BIM trekkes fram som et av de mer effektive virkemidlene som styrker digitaliseringen i BA-bransjen (Prebanić & Vukomanović, 2021).

Sammen med NCC Avdelingskontor Civil Vest Norge har vi skrevet en bacheloroppgave om utfordringer med BIM. NCC har brukt BIM på sine anleggsprosjekter siden 2019, og er fortsatt på et tidlig stadium i utvikling og bruk av denne teknologien. I innledende samtaler med NCC kom det fram at de har erfart utfordringer med bruk av BIM som overordnet kan knyttes til organisering og opplæring, ressursbruk og samhandling. Vi valgte å bygge opp oppgaven etter disse temaene.

## 1.2 Problemstilling

Formålet med oppgaven er å kartlegge utfordringer NCC Avdelingskontor Civil Vest Norge (NCC) har erfart ved bruk av BIM på Bybaneprojekt D14 Mindemyren, samt utarbeide forslag til hvordan disse utfordringene kan løses. Løsningene er forslag som kan anvendes i lignende prosjekter i framtiden. Problemstillingen i bacheloroppgaven er følgende:

*«Hvilke utfordringer har NCC knyttet til BIM og hvordan kan disse løses?»*

Oppgavens rammer er NCCs arbeid med Bybaneprojekt D14 Mindemyren. Prosjektet er omfattende, og vi valgte derfor avgrensingen betongarbeid. Denne avgrensningen ble naturlig fordi NCC hovedsakelig utfører betongarbeider på prosjektet. Betongarbeid i oppgaven omfatter forskaling, armering og støping, og ikke betongteknologi.

### 1.3 NCC

NCC AB har virksomheter i Norge, Sverige, Danmark og Finland, og er et av de største entreprenørkonsernene i Norden (Antonsen, 2021; NCC, 2021). Det vi kjenner som NCC Norge i dag, ble opprettet i 1922 og het opprinnelig H. Eeg-Henriksen, Ingeniør- og entreprenørforretning (Jørgensen, 2020). Det var sivilingeniøren Haakon Eeg-Henriksen som etablerte virksomheten (ibid.). Han er senere blitt kjent som en av de fremste drivkreftene bak arbeidet med gjenoppbyggingen av Norge etter annen verdenskrig (ibid.). I 2020 hadde NCC Norge en omsetning på ca. 6,8 milliarder NOK, og regnes som en av de ledende entreprenør- og eiendomsutviklingselskapene i Norge (NCC, u.å.-d).

NCC Avdelingskontor Civil Vest Norge driver med utbygging av infrastruktur på Vestlandet (NCC, u.å.-a). Avdelingen er en sentral entreprenør ved alle byggetrinn som gjelder utbyggelsen av Bybanen i Bergen (ibid.). Arbeidet med Bybaneutbyggelsen er omfattende, og innebærer blant annet omlegging av eksisterende infrastruktur, etablering av ny infrastruktur, midlertidig trafikkavvikling, betongarbeider og etablering av banetrasé, veier og gang- og sykkelveier (NCC, u.å.-b).

### 1.4 Bybaneprojekt D14 Mindemyren



Figur 1: D14 Mindemyren. Fra «Holdeplassen ved Kristianborg», av Bybanen Utbygging og Mount Visual, 2019 (<https://www.hordaland.no/mindemyren>)

Bybaneprojektet D14 Mindemyren er et anleggsprosjekt, og det ellefte prosjektet NCC har utført for byggherren Bybanen Utbygging i Bergen (NCC, u.å.-b). D14 er en Bybanestrekning på totalt 1500 meter som skal gå fra Kronstad i nord til Kristianborg i syd (ibid.). Kontraktens verdi er på 800 MNOK (ibid.). NCC fortalte oss at prosjektet er estimert til å vare fra oktober 2019 til våren 2023. Entreprisen gjennomføres som en hovedentreprise, der Bybanen Utbygging er byggherre, Sweco er prosjekterende ingeniør og NCC er hovedentreprenør. I oppgaven bruker vi både prosjekterende ingeniør og prosjekterende for å omtale Sweco.

Prosjektet var et passende utgangspunkt for oppgaven fordi det er et av de første prosjektene til NCC som gjennomføres som en fullstendig modellbasert byggeplass (NCC, 2020). NCC er opptatt av digitalisering og å ta i bruk ny teknologi (NCC, u.å.-c), noe som vil være et godt grunnlag for undersøkelsene i oppgaven. Prosjektet er plassert sentralt i Bergen, som har gjort det lett for oss å være fysisk til stede på anleggsplassen for egne observasjoner og befaringer. Det har også vært positivt at prosjektet er i avsluttende fase som betyr at involverte intervjuobjekter har fått mye erfaring som gjelder konkret for dette prosjektet.

## 1.5 Disposisjon

Oppgaven er inndelt i åtte kapitler. Metodekapittelet beskriver hvordan vi har samlet inn data, samt feilkilder. Kunnskapsgrunnlag og teori presenteres i kapittel 3 og gir informasjon om BIM og byggeprosjekt. Kapittelet går dypere inn på organisering og opplæring, ressursbruk og samhandling, basert på relevant litteratur og forskning. Både resultat- og drøfting, kapittel 4 og 5, er delt inn i temaene; opplæring og organisering, ressursbruk og samhandling. Etter resultatene er presentert drøftes de. Konklusjonen i kapittel 6 svarer på problemstillingen. Kapittel 7 og 8 inneholder hhv. bibliografi og vedlegg.

## 2 Metode

Kapittelet beskriver hvilke metoder vi har anvendt for å løse oppgavens problemstilling. Vi har gjennomført en casestudie og innhentet data gjennom litteraturstudium, intervjuer, ikke-deltakende observasjon og befaringer. Metoden regnes som kvalitativ fordi den har til hensikt å studere én enhet og innsamle mye data om denne (Grønmo, 2020). I tråd med Grønmo var vår hensikt med å benytte metoden å oppnå dybdekunnskap om et tema.

### 2.1 Innsamling av data

#### 2.1.1 Casestudie

Casestudie kan defineres som en «grundig undersøkelse av ett isolert tilfelle, kasusstudie» (Kunnskapsforlaget, 2002). Casestudie har som formål å utvikle bred kunnskap om, og en sammenhengende forståelse av en enhet som studeres (Wæhle et al., 2020). Generelt sett vil en casestudie egne seg til å forklare hvordan, i større grad enn hvorfor, noe hender (Andersen, 2013).

Casestudiet omhandlet anleggsplassen til Bybaneprojekt D14 Mindemyren. Gjennom en muntlig avtale fikk vi tillatelse til å besøke anlegget ved behov. På anlegget fikk vi utdelt et møterom som vi selv disponerte. Som en del av casestudiet har vi også fått innsyn i prosjektets arbeidsgrunnlag og dokumenter, slik som digitale modeller, bøyelister, innlegg på samhandlingsplattformer og manualer. Tilstedeværelse på anleggsplass og innsyn i prosesser har vært en fordel fordi det har gitt oss økt forståelse knyttet til resultat og drøfting av oppgaven.

#### 2.1.2 Litteraturstudie

Litteraturstudie er en omfattende gransking og tolking av litteraturen som finnes på et bestemt område eller om et bestemt tema (Aveyard, 2014). Vi har brukt mye tid på litteratursøk og analyse av materiale for å finne gode kilder. Dette omfatter bøker, forskningsartikler, rapporter og tidligere bachelor- og masteroppgaver. Vi har også benyttet faglig relaterte nettsider, men har da sørget for å underbygge med flere kilder som verifiserer informasjonen.

Gjennom søkemotorer som Google Scholar og Oria har vi funnet diverse bøker, forskningsartikler og rapporter som har vært relevant for oppgaven. Vi har også benyttet oss av skolens bibliotek til å bestille artikler og leie bøker. Andre studenters oppgaver har i hovedsak gitt oss forslag til kilder, og har fungert som en døråpner for ny kunnskap.

#### 2.1.3 Intervju

Intervju er en «utveksling av synspunkter» hvor forskeren spør om informantenes meninger og oppfatninger knyttet til et tema (Dalen, 2011). Kvalitative studier omfatter ofte ustrukturerte intervjuer (Malt & Grønmo, 2020). Uformelle og ustrukturerte intervjuer sikter på å følge informanten og vedkommens framstilling (Utdanningsdirektoratet, u.å.). Slike intervju har et bestemt formål, men i mindre grad en bestemt gange (ibid.).

Vi gjennomførte uformelle og ustrukturerte intervjuer med formål om å besvare problemstillingen. Spørsmålene har vært formulert som åpne spørsmål, med ønske om å oppnå samtale rundt aktuelle tema. Ved behov har vi stilt tilleggs- og oppfølgingsspørsmål. Tema har vært de samme i alle intervjuene, men tilpasset hvert intervjuobjekt. Med hensyn til

personvern og håndtering av personopplysninger har vi søkt til NSD for tillatelse. Vi har underskrifter fra samtlige informanter, men saken er ikke ferdigbehandlet hos NSD.

Totalt har vi gjennomført intervjuer med seks intervjuobjekter. Disse er tilknyttet NCC, prosjekterende ingeniør (Sweco) og et eksternt rådgivende ingeniørfirma (Norconsult). Tanken bak inkluderingen av prosjekterende ingeniør og et eksternt rådgivende ingeniørfirma har vært å supplere innsamlingsdataen med synspunkter. Intervju av flere fagpersoner har også gitt oss muligheten til å sammenligne og sette svarene i kontrast til hverandre for å minimere bias og subjektive meninger (Ahn et al., 2016).

Noen av intervjuene ble gjennomført med flere informanter samtidig. Antall intervjuer med hvert intervjuobjekt har vært avhengig av tilgjengelighet og relevans. Oppgaven skrives i samarbeid med NCC, og intervjuobjekter herfra har vært tilgjengelig i større grad enn fra andre aktører. Antall intervjuer har også blitt bestemt ut fra om tidligere intervjuer var tilfredsstillende nok. Totalt har intervjuobjektene deltatt i ni intervjuer. Syv intervjuer har vært med NCC, ett med Sweco og ett med Norconsult.

Før intervjuer fordelte vi roller og arbeidsoppgaver (tabell 1), mellom oss i gruppen. Vi varierte på rollene for hvert intervju. Hensikten med arbeidsfordelingen var å gjennomføre intervjuene på en oversiktlig måte.

<b>Intervjuer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hovedansvarlig for å stille spørsmål</li> <li>• Ansvarlig for at alle planlagte spørsmål besvares</li> </ul>
<b>Sekretær</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansvarlig for å notere gjennom intervju og føre referat i etterkant</li> </ul>
<b>Oppfølging</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansvarlig for å stille oppfølgingsspørsmål</li> <li>• Ansvarlig for flyt og framdrift i intervju</li> </ul>

Tabell 1: Arbeidsfordeling i intervjuprosess

De fleste intervjuobjektene mottok planlagte temaer i forkant. Dette med hensikt om å forberede intervjuobjektene, og gi dem mulighet til å innhente nødvendige dokumenter og informasjon knyttet til temaene.

Tre av ni intervjuer ble gjennomført digitalt på Teams grunnet fysiske avstander. De resterende seks intervjuene ble holdt på møterom på NCC sitt anleggskontor på Mindemyren. Det ble ikke gjort lydopptak av intervjuene, men vi noterte stikkord og setninger som i etterkant ble ført i referat. Alle intervjuobjektene opplevdes som hjelpsomme og har uttrykt interesse ovenfor oppgavens tema.

### Intervjuobjekter

I dette delkapittelet introduseres oppgavens seks intervjuobjekter. Gjennom oppgaven blir de omtalt med stillingstittel. Personene er tilknyttet NCC og D14 Mindemyren, så lenge ikke annet er nevnt i beskrivelsen.



Første intervjuobjekt er *BIM-koordinator*. Denne rollen er blant annet ansvarlig for å kontrollere at arbeidsgrunnlag fra prosjekterende er korrekt, melde behov om kursing og kompetanseutvikling, samt utarbeide rutiner for bruk av digitale verktøy. I tillegg skal vedkommende sette seg inn i kontraktens bestemmelser og produsere tekniske avklaringer ved feil og avvik i modellen. Vedkommende tok del i prosjektet fra august 2021. BIM-koordinator er vår kontaktperson hos NCC, og dermed også vår hovedkilde til data.

Andre intervjuobjekt er *tidligere BIM-koordinator* som var involvert i prosjektet fra kontraktskriving i august 2019 til september 2021. Denne rollen har de samme ansvarsområdene som vårt første intervjuobjekt med lik stillingstittel. Vi ønsket å inkludere tidligere BIM-koordinator for å få et helhetlig inntrykk av koordinatorenes opplevelse av BIM på prosjektet.

Tredje intervjuobjekt er *produksjonsleder betong* og har vært involvert i prosjektet fra juli 2021. Denne rollen er ansvarlig for produksjon og er bindeleddet mellom anleggs-, driftsleder og yrkesarbeiderne. Rollen har ansvar for framdrift, koordinering og at arbeidsflyten er god. Vedkommende er også involvert i økonomivurderinger, samt innhenting og evaluering av tilbud fra leverandører og underentreprenører. Vedkommende representerer anleggsarbeidernes synspunkter fra prosjektet.

Fjerde intervjuobjekt er *tidligere produksjonsleder betong*. Vedkommende var involvert i prosjektet fra kontraktskriving i august 2019 til mai 2021. Rollen har de samme ansvarsområdene som dagens produksjonsleder betong. Tidligere produksjonsleder betong er inkludert som intervjuobjekt for å få et helhetlig inntrykk av prosjektet. Vedkommende er en av kontaktpersonene våre hos NCC.

Femte intervjuobjekt er *fagspesialist BIM hos Sweco*. Denne rollen er ansvarlig for en faggruppe BIM-koordinatorer hos prosjekterende ingeniør, og for alle BIM-leveranser til byggherre. Vedkommende skal sørge for at modellene tilfredsstiller krav til informasjon, struktur, utseende og innhold. Ansvarsområdene inkluderer også oppfølging og tilrettelegging av byggherre og entreprenør. Vedkommende har vært leder for BIM-koordineringen hos Sweco siden reguleringsplanen for den nye Bybanetraséen ble vedtatt i 2017 (Bergen Kommune, 2019).

Sjette og siste intervjuobjekt er *BIM-koordinator hos Norconsult*. Denne rollen er ansvarlig for at modellproduksjonen er i henhold til kontrakt, BIM-manual og andre avtaler som kommer fram i samarbeidet rådgiver har med entreprenør. Dette er en overordnet stilling som skal sette krav til gjennomføring av BIM på prosjektnivå, og gi veiledning til intern administrasjon, entreprenør og andre aktører. BIM-koordinator hos Norconsult er ikke tilknyttet D14 Mindemyren. Likevel mener vi denne rollen er et verdifullt tilskudd i listen av intervjuobjekter med tanke på vedkommendes ansvarsområder, fartstid i bransjen og kunnskap om BIM.

#### 2.1.4 Ikke-deltakende observasjon

Ikke-deltakende observasjon innebærer observasjon av andre mennesker, uten å delta selv (Fangen, 2015). De som observeres skal bli informert om dette (ibid.). En feilkilde, beskrevet som Hawthorne-effekten, forklarer at bevisstgjørelse på at man blir observert kan, i større eller mindre grad, føre til endret oppførsel (Svartdal, 2021).

Som en del av bacheloroppgaven fikk vi delta på et BIM-geomatikkmøte. Formålet med observasjonen var å observere samhandlingen mellom møtedeltakerne. Før møtet lagde vi et observasjonsskjema (vedlegg 2) med punkter vi ønsket å følge ekstra godt med på i løpet av møtet. Møtet foregikk ved at vi observerte og lyttet til deltakerne, og noterte forhold som kunne være relevant for samhandlingen i studien. Forhold som ikke passet under noen av punktene vi hadde laget på forhånd, ble notert under et samlingspunkt vi kalte «andre observasjoner». Etter møtet sammenfattet vi informasjonen under «oppsummering av møtet». Observasjonene ble brukt som data i resultatkapittelet om samhandling.

### 2.1.5 Befaring

Befaring er en undersøkelse eller inspeksjon (NAOB, u.å.). Vi har over en tidsperiode fra januar 2022 til mai 2022 gjennomført befaringer på anleggsplassen på Mindemyren. På befaringer har vi blant annet observert armering av trapper og heissjakt, BIM-kiosk og forskaling av tunellportal. Første befaring ble utført sammen med BIM-koordinator, resten ble utført på egen hånd. Formålet med befaringene var å få bedre innsikt i rutiner, arbeidsmetoder og hvordan anleggsplassen er organisert. Befaringene underbygget funn fra intervjuene.

### 2.2 Feilkilder

Intervjuene vi har gjennomført har hovedsakelig involvert NCC. Oppgaven bærer preg av dette, og kan oppfattes som ensidig. Prosjekterende har ikke fått uttrykt seg i like stor grad som NCC, og byggherre har blitt utelatt fra datainnsamlingen. På grunn av samarbeidet med NCC ser vi i etterkant at løsningene i drøftingen utelukkende burde handlet om hva NCC kan endre i sin virksomhet.

Intervjuene kunne med fordel blitt utført mer systematisk. Antall intervjuer ble ikke planlagt på forhånd. Det ble ikke gjort lydopptak eller transkripsjon, men heller ført referat. Lydopptak kunne redusert behovet for å verifisere dataen i ettertid. Intervjuenes formål kunne med fordel vært tydeligere kommunisert til intervjuobjektene på forhånd. Dette kunne gjort intervjuene mer effektive, og vi kunne unngått temaer utenfor dette formålet.

Deler av informasjonen som viste seg å være viktig for oppgaven, ble oppdaget sent i skriveperioden. Dette gjelder blant annet entreprisreformens betydning for problemstillingen. Om denne dataen hadde kommet fram tidligere hadde vi ønsket å bruke mer tid på dette.

Vår tilstedeværelse under BIM-geomatikkmøte kan ha påvirket møtedeltakernes væremåte, og kan ha forstyrret resultatene våre. Vi kunne med fordel deltatt på flere møter for å få mulighet til å sammenligne observasjonene.



## 3 Kunnskapsgrunnlag og teori

Dette kapittelet presenterer kunnskaps- og teorigrunnlaget for oppgaven. BIM, byggeprosjekt, entreprisereformer, organisering og opplæring, ressursbruk og samhandling er tema som vil bli gjennomgått.

### 3.1 Hva er BIM?

BIM beskrives som «bruk av en delt digital fremstilling av et byggverk for å legge til rette for prosjektering, bygging, og driftsprosesser slik at det kan dannes et pålitelig grunnlag for beslutninger.» (Standard Norge, 2020a). BIM er en forkortelse for bygningsinformasjonsmodellering eller bygningsinformasjonsmodell.

For å forstå begrepet BIM, må man forstå BIM-forkortelsens komponenter, ifølge Ocean (2020). «Building» må tolkes i et videre aspekt enn et hus med fire vegger (ibid.). Det kan eksempelvis også være landskap, infrastruktur og anleggsteknikk (ibid.). Det skal tolkes som en prosess, altså det å bygge noe (ibid.). «Information» skal forstås som at hele byggets og prosjektets data kun er informasjon når den er samlet, kategorisert og tilgjengeliggjort (ibid.). «Modeling» skal forstås som prosessen ved at hele prosjektet modelleres fra grunnen og opp, før byggingen iverksettes (ibid.).

Det er mange fordeler ved bruk av BIM i et byggeprosjekt. Det kan blant annet bidra til styrket samarbeid og informasjonsflyt mellom prosjektets aktører (Nordic BIM group, u.å.), økt forståelse blant aktører i tverrfaglige prosjekter, bedre kvalitetssikring og effektivisering (Tran, 2019). BIM er hjelpemiddel som kan redusere både tid og kostnader i et byggeprosjekt (Eastman et al., 2011).

#### 3.1.1 BIM-manual og detaljgrad

Det er vanlig at det utarbeides en BIM-manual for prosjekter som beskriver bestemmelser og bruk av BIM (Eastman et al., 2011). Mer spesifikt hva manualen kan inneholde er for eksempel overordnet organisasjon, rammer, struktur, rutiner og kvalitetskontroll for BIM-prosjektering (Tørstad, 2019). Manualens formål er å gjøre entreprenør, underentreprenører og prosjekteringsgruppe kjent med modelleringsmetodikk, kvalitetskrav og forventninger i forhold til BIM i prosjektet (Tørstad, 2019). BIM-manualen utarbeides gjerne av foretaket som er ansvarlig for prosjektering (Eastman et al., 2011). Ansvar avhenger av entreprisereform (se kapittel 3.3) (Segbø, 2022).

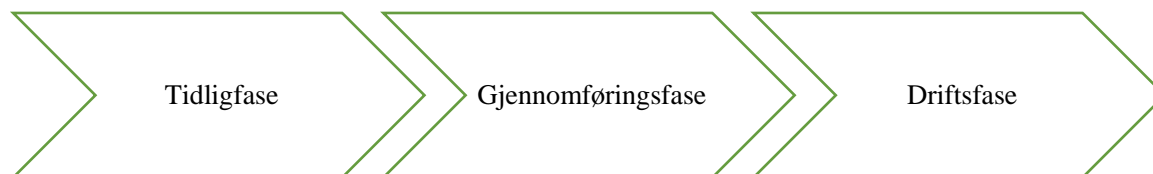
Detaljgrad eller «level of detailing» (LOD) beskrives i BIM-manualen (Fai & Rafeiro, 2014). Denne parameteren skal si noe om hvilken detaljgrad objekter og konstruksjonsdeler i modellen skal ha (ibid.). Avgjørelser om dette skal besluttes ut ifra behov, praktiske årsaker og forståelighet i modellen (ibid.).

### 3.2 Byggeprosjekt

Et prosjekt er et tiltak som gjennomføres av en midlertidig organisasjon for å nå et mål (Rolstadås, 2020). Prosjektets omfang avgrenses av en gitt tids- og ressursramme (ibid.). Byggeprosjekter regnes som leveranseprosjekter (ibid.). Slike prosjekter kjennetegnes av stor usikkerhet knyttet til gjennomføringstid, arbeidsomfang og ressursforbruk (ibid.).

### 3.2.1 Faser

Delkapittelet handler om faser i et byggherrestyrt byggeprosjekt, og baserer seg på Segbø (2022) sitt kurshefte. Kursheftet poengterer at innholdet som beskriver byggeprosjekt, også kan anvendes på anleggsprosjekt.



Figur 2: Faser i byggeprosjekt (basert på Segbø (2022))

*Tidligfasen* handler om hva man skal bygge, hvilket resultat man ønsker og hvordan man skal gjøre det. Når byggherre har utviklet et godt grunnlag for prosjektet kan prosjekterende ingeniør kontraheres. Prosjekterende ingeniør skal inkluderes i utarbeidelsen av et skisseprosjekt og deretter et forprosjekt. Skisseprosjektet handler om plassering av funksjoner, samt utforming av prosjektet. Forprosjektet er en nærmere detaljering av skisseprosjektet.

*Gjennomføringsfasen* starter med detaljprosjektering, før entreprenør engasjeres i prosjektet. Entreprenør kontraheres på bakgrunn av grunnlaget i detaljprosjekteringen og de poster som opprettes etter Norsk Standard. Detaljprosjekteringen fortsetter gjerne inn i gjennomføringsfasen, med videre utarbeidelse av arbeidsgrunnlag. Det siste entreprenør gjør er å opprette et sluttoppgjør som er en økonomisk oversikt over kostnadene entreprenør krever for sine arbeider.

*Driftsfasen* starter når overtakelsen er ferdigstilt, og innredning, utrustning og innflytting har startet. I kontrakten skal det helst bestemmes prøvedrift for bygget eller anlegget. Denne delen av driftsfasen har til hensikt å teste de ulike anleggene i en spesifisert periode, for eksempel klimaanlegg i undervisningsrom. Garantifasen er også en del av driftsfasen, og skal sikre byggherre for skjulte feil som oppdages i etterkant.

### 3.2.2 Roller

*Byggherre* er ansvarlig søker og kontaktleddet mellom tiltakshaver og kommune (Pbl., 2008, §23-4). Tiltakshaver er en person eller virksomhet det utføres bygging på vegne av (Pbl., 2008, §23-2). Byggherres ansvar innebærer at søknader er i henhold til krav, slik at kommunen kan ta stilling til om tiltaket er i samsvar med bestemmelser og tillatelser i Plan- og bygningsloven (ibid.) Byggherre er også ansvarlig for å samordne de ulike ansvarlige i byggesaker, og for at nødvendige opplysninger innsendes til kommunen ved avslutning av tiltaket (ibid.).

*Prosjekterende ingeniør* er ansvarlig prosjekterende (Pbl., 2008, §23-5). Prosjektering innebærer å beskrive, tegne og beregne arbeidet som skal gjøres (Codex, 2014). Foretaket skal dokumentere løsningene og prosjektere sikringstiltak (Pbl., 2008, §23-5).

*Entreprenør* regnes som ansvarlig utførende og er foretaket som er ansvarlig for at bygging skjer på grunnlag av prosjekteringen (Pbl., 2008, §23-6). Det kan være en stor virksomhet som kan påta seg mange og store oppgaver, eller et enkeltmannsfirma som kan gjøre én spesifikk oppgave (Codex, 2014). Entreprenøren er ansvarlig for å gjennomføre sikringstiltak under utføring (Pbl., 2008, §23-6).

### 3.3 Entrepriseformer

Valg av entrepriseform spiller en sentral rolle for hvordan ansvaret for prosjektering, organisering og kontrakter fordeles mellom byggherre og entreprenør i et byggeprosjekt (Direktoratet for byggkvalitet, 2012). Tradisjonelt sett deles entrepriseformer inn i *utførelsesentrepriser* og *totalentrepriser*. Det er utarbeidet kontrakterstandarder som er tilpasset skillet mellom disse (ibid.). De siste årene har det også vært rom for etablering av andre entrepriseformer, deriblant entrepriser med samspill (ibid.).

#### 3.3.1 Utførelsesentrepriser

I en utførelsesentreprise står byggherren ansvarlig for hele eller store deler av prosjekteringen (Direktoratet for byggkvalitet, 2012). Byggherren kan enten utføre prosjekteringen selv eller inngå eksterne kontrakter med arkitekter og prosjekterende ingeniører (ibid.).

Utførelsesentrepriser kan igjen deles inn i delt entreprise, hovedentreprise eller generalentreprise, utfra hvordan kontraktsarbeidet er organisert.

##### *Delte entrepriser / byggherrestyrte sideentrepriser*

I en delt entreprise inngår byggherre avtaler med entreprenører som skal stå ansvarlig for utførelse av arbeider innen sine fagfelt (Direktoratet for byggkvalitet, 2012). Entreprenørene er sidestilte, som betyr at ingen har et overordnet ansvar for prosjektgjennomføringen (ibid.). Hva som er entreprenørenes ansvarsområder bestemmes i kontrakt med byggherre (ibid.). Byggherrens ansvar innebærer å ha kontakt med prosjekterende ingeniør, sørge for at entreprenører mottar tilstrekkelig arbeidsgrunnlag, koordinere entreprisenes arbeid og å koordinere prosjektering mot utførelse (Segbø, 2022). Delt entrepriseform er ressurskrevende for byggherre fordi det kreves tilstrekkelig bemanning til å holde et overordnet bemanningsansvar (ibid.). Entrepriseformen velges ofte dersom prosjektet er komplisert og byggherre ønsker direkte oppfølging av entreprenørene (ibid.).

##### *Hovedentreprise*

I en hovedentreprise er det vanlig at én entreprenør, hovedentreprenøren, har ansvar for utførelsen av de største delene av det bygningsmessige arbeidet, mens separate entrepriser utfører installasjonsteknisk arbeid (Direktoratet for byggkvalitet, 2012). Alle involverte entreprenører er sidestilte, men hovedentreprenøren har ansvar for koordinering og fremdriftskontroll på byggeplassen (ibid.). Sammenlignet med delt entreprise vil byggherre ha noe mindre koordineringsansvar, men fortsatt være mye involvert i prosjektet (Segbø, 2022). Byggherrens ansvarsområder er direkte kontakt med prosjekterende ingeniør, samt sørge for at entreprenørene mottar tilstrekkelig arbeidsgrunnlag. Byggherre skal koordinere entreprisens arbeid og prosjektering mot utførelse (ibid.). Hovedentreprise velges ofte dersom det som skal bygges er av høy vanskelighetsgrad og byggherre ønsker tett oppfølging av utførelse (ibid.).

## Generalentreprise

I en generalentreprise utføres alt arbeid av én entreprenør (Direktoratet for byggkvalitet, 2012). Generalentreprenøren står selv ansvarlig for å inngå kontrakter med nødvendige underentreprenører for å fullføre sin egen kontrakt (Segbø, 2022). I en generalentreprise har byggherre vesentlig mindre ansvar, da all koordinering er flyttet over til generalentreprenøren (ibid.). Byggherrens ansvarsområder innebærer direkte kontakt med prosjekterende ingeniør og å koordinere prosjektering mot utførelse (ibid.). Entrepriseformen velges vanligvis dersom byggherre ønsker kontroll over prosjektering, men stoler på at entreprenør kan gjennomføre alt av koordinering på anleggsplass (ibid.).

### 3.3.2 Totalentrepriser

I en totalentreprise har entreprenøren ansvar for utførelse av prosjektering og andre fagområder som den aktuelle kontrakten fra byggherre omfatter (Direktoratet for byggkvalitet, 2012). Totalentreprenør står ansvarlig for administrasjon og koordinering på anleggsplass, og byggherre har i prinsippet kun ansvar for å utarbeide kravene i kontrakten, samt kontrollere at kravene er oppfylt ved leveranse (Segbø, 2022). Totalentrepriser er mest hensiktsmessig i prosjekter med lavere vanskelighetsgrad, men kan også benyttes i kompliserte prosjekter dersom byggherre involveres i detaljeringen av løsninger (ibid.).

### 3.3.3 Samspillsentreprise

Samspillsentreprise er en gjennomføringsmodell som baseres på tidlig involvering av aktørene, dialog, tillit og åpenhet (EBA & Brodtkorb, 2021). Hovedmålet er at involverte aktører skal ha felles målsettinger og økonomiske interesser (ibid.). De to vanligste modellene er; samspill til totalentreprise og samspill med incitament (Segbø, 2022). Felles for begge modellene er at samarbeidet mellom partene starter i utviklingsstadiet av prosjektet (EBA & Brodtkorb, 2021). Tidlig involvering skal bidra til økte besparelser, verdiskapning og optimalisering av prosjektet (ibid.). Aarseth (2008) belyser også hvordan deltagere som involveres i tidligfase i et samspillsprosjekt føler mer eierskap. Ved bruk av samspillsentreprise er det viktig å tydeliggjøre roller og ansvarsforhold (EBA & Brodtkorb, 2021). Dette for å unngå uenigheter når det gjelder hvem som skal utføre arbeidsoppgaver og hvem som har det økonomiske ansvaret (ibid.). Samspills-, partnering- og alliansekontrakter er i økende grad brukt i BA-bransjen i Norge (Arkitektbedriftene i Norge & RIF, 2019).

#### Samspill til totalentreprise

Samspill til totalentreprise starter med en samarbeidsfase mellom byggherre og totalentreprenør, der de sammen utarbeider et forprosjekt med målpris (Segbø, 2022). Det er også hensiktsmessig å involvere arkitekt, rådgivere, tekniske entreprenører og underentreprenører tidlig (ibid.). Partene bringes inn i arbeidet gjennom kontrakt med byggherre eller entreprenør (EBA & Brodtkorb, 2021). Etter byggherrens aksept av forprosjekt og målpris skal prosjektet fullføres som en ordinær totalentreprise (Segbø, 2022). Ved overskridelse av målpris må tap dekkes av totalentreprenør (ibid.).

#### Samspill med incitament

En samspillsentreprise med incitament starter med at alle aktører i prosjektet samarbeider om utviklingen av en målpris (Direktoratet for forvaltning og økonomistyring, 2020). Etter målprisen er fastsatt utføres arbeidene videre som regningsarbeid (ibid.). Dette innebærer at

prosjektets kostnader skal sendes til byggherre for godkjenning fortløpende (Segbø, 2022). Dersom faktiske kostnader under- eller overskrider målprisen, deles disse mellom byggherren og totalentreprenør etter en fastsatt prosentfordeling, derav navnet incitament (ibid.).

### 3.4 Opplæring og organisering

#### Anleggsledelse

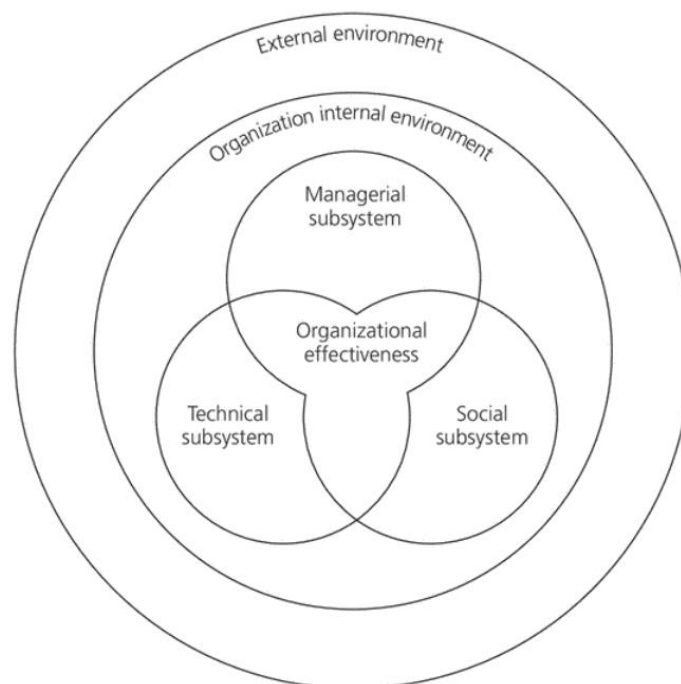
Anleggsledelse handler om systematisk utvikling og forbedring av produksjonsprosesser og produkter (Radosavljevic & Bennett, 2012). Forbedringen skal gjøres sammen med funksjonærer og ansatte på anleggsplassen (ibid.). Ledere i BA-bransjen har ulike bakgrunner både når det kommer til utdanning, erfaring og mellommenneskelige egenskaper (Burger et al., 2015). Disse forskjellene kan ha påvirkning på ledelse i en virksomhet (ibid.). En god leder i BA-bransjen bør ha bransjekunnskap, prosjektledelseskunnskap og generell ledelseskunnskap (Project Management Institute, 2008).

Filstad (2010) trekker fram læring gjennom praksis som den beste metoden for kunnskapsutvikling. I en undersøkelse viste det seg at 26% av lederne mente de hadde fått mest kunnskap og erfaring gjennom praktisk lederarbeid, mens bare 13% mente de hadde fått dette gjennom utdanning (ibid.). På den andre siden viser SSB (2020) sin utdanningsstatistikk at en mindre andel elever med praktisk håndverkerutdanning går inn i lederstillinger i BA-bransjen. Dette kommer av at de ikke tar høyere utdanning (ibid.).

I en studie om kunnskapsbakgrunn hos anleggsledere kommer det fram at etter ti års erfaring i en spesifikk industri kan man ansees som en erfaren leder (Burger et al., 2015). Dette samsvarer med Filstad (2010) sin studie som sier at formell utdanning ikke er viktigst for læring.

#### Organisering

Organisering defineres som «å [...] innrette noe hensiktsmessig, få forskjellige deler eller individer til å virke som en helhet, tilrettelegge og koordinere [...]» (Gundersen, 2020). En organisasjons effektivitet er avhengig av organisering (Naoum, 2011). Effektivitet er avhengig av tre organisatoriske delsystemer (figur 3) (ibid.). Når disse systemene samhandler godt, vil ressursene i organisasjonen utnyttes og framdriften øke (ibid.).



Figur 3: Organisatoriske delsystemer (Naoum 2011)

Naoum (2011) forklarer hva delsystemene innebærer. Ledelsessystemet handler om å sette mål, velge strategi, samt koordinering og administrering. Det sosiale systemet handler om arbeidsforhold, inkluderende lederskap, personalledelse og kultur. Det tekniske systemet handler om planleggings-teknikker, produksjonsmetoder, fasiliteter og teknisk utstyr. God samhandling mellom de organisatoriske delsystemene legger til rette for god organisering av BIM (Hansen & Gressgård, 2021). Dette gjennomføres ved at ledelsen er pådriver for opplæring, at de teknologiske systemene står i stil til dagens standard på BIM og at arbeidsforholdene innad i organisasjonen er positiv til opplæring (ibid.).

### Organisasjonsstruktur

Organisasjonsstruktur betegnes som hvordan ledelse og ansvar fordeles i en organisasjon (Torgersen, 2018). En organisasjon som bruker BIM bør ha et eget organ som distribuerer informasjon om BIM og gir kontinuerlig opplæring til hele organisasjonen (Ahn et al., 2016). Dette organet avhenger av størrelsen på virksomheten, og kan være en enkeltperson eller en hel avdeling i et konsern. De anbefalte arbeidsoppgavene til den eller de ansvarlige for opplæring er listet nedenfor (tabell 2).

Organ for BIM-opplæring	
1	Støtte implementering av BIM
2	Dele kunnskap om BIM innad i organisasjonen
3	Identifisere ny teknologi innen BIM
4	Gi kunnskap om BIM til kunder, medeiere, og andre interessenter

Tabell 2: Organ for BIM-opplæring (basert på Ahn et al. (2016))



Prosjekter bør ha en BIM-kordinator som følger opp BIM mellom prosjekterende ingeniør og entreprenør, og innad i egen organisasjon (Ahn et al., 2016). Dette støttes av Kumar (2015) som foreslår at hvert prosjekt burde ha en person med lidenskap for BIM engasjert i opplæringen av ansatte, for å forenkle arbeidet med adopsjonen av denne teknologien.

### Opplæring

Opplæringens hensikt er å få arbeidstaker til å mestre arbeidet, forhindre arbeidsulykker og fremme produktivitet (Arbeidstilsynet, u.å.). «Overordnet sett viser forskningen at implementeringsutfordringer kan ha sitt grunnlag i ansattes manglende kompetanse og ferdigheter i BIM, samt mangelfull opplæring og trening for ulike brukergrupper.» (Hansen & Gressgård, 2021). Videre understrekes det at adopsjon av BIM er avhengig av kontinuerlig trening og læring. Kumar (2015) foreslår fire tiltak (tabell 3) for å forbedre opplæringen av BIM innad i en organisasjon.

Tiltak for å forbedre opplæring av BIM	
<b>1</b>	Anerkjenne myndighetenes mål og objektiver for BIM
<b>2</b>	Anerkjenne forslag til adopsjon i håndboken utgitt av EU BIM Task Group
<b>3</b>	Utvikle intern opplæringsplan for BIM
<b>4</b>	Revisjon av opplæringsplan etter tilbakemeldinger og erfaringer

Tabell 3: Tiltak for å forbedre opplæring av BIM (basert på Kumar (2015))

Kumar (2015) understreker at hver enkelt person bør få opplæring som er passende til deres stilling og ansvarsområder. For eksempel bør yrkesarbeidere få opplæring i bruk av BIM-kiosk (se kapittel 3.5 Ressursbruk – BIM-utstyr) før bruken av den kan gi nytte og bidra til effektivisering på anleggsplassen (Clough et al., 2015).

Hansen og Gressgård (2021) skriver at lederes holdninger og personlige preferanser smitter over på ansatte. Videre foreslår de holdningsendringer gjennom å gi informasjon om BIM, og hvilke muligheter teknologien kan gi om den blir implementert gjennom hele organisasjonen. Andre måter å få til holdningsendringer i organisasjonen på kan være ved «[...] bruk av endringsagenter, tidlig brukerinvolvering, åpen kommunikasjon og informasjonsdeling.» (ibid.).

### 3.5 Ressursbruk

En ressurs defineres som «elementer eller egenskaper som kan utnyttes økonomisk, eller som er til nytte på annen måte» (Kunnskapsforlaget, 2022). Finansielle ressurser brukes for å beskrive tilgjengelige pengeskilder (Mubarak, 2015). Ressurser som er involvert i et prosjekt kan deles inn etter tre hovedkategorier: arbeidskraft (menneskelig), utstyr og materialer (ibid.). Til slutt blir alle ressursene oversatt til en pengemengde som blir sett på som en del av de økonomiske ressursene (ibid.).

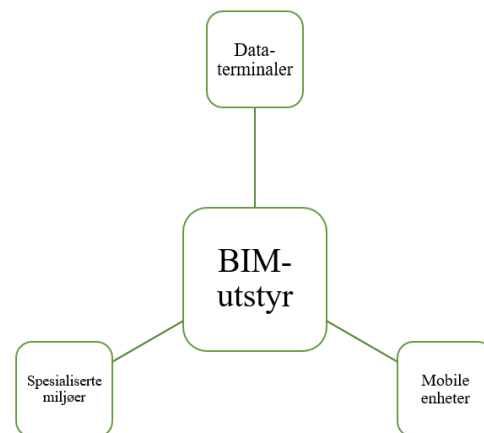
På en anleggsplass kan arbeidskraft videre deles inn i to kategorier: funksjonærer og timesarbeidere (Mubarak, 2015). Funksjonærene er bundet til en større del av prosjektet, mens timesarbeidere kommer inn i prosjektet for å gjennomføre en bestemt arbeidsoppgave (ibid.). Utstyr og materialer deles inn etter hva som brukes midlertidig på anleggsplassen og hva som installeres i konstruksjonen (ibid.).

Ressurser bør fordeles slik at nødvendige ressurser til hvert av prosjektets aktiviteter er tilstrekkelig når det kommer til mengder og tid (Mubarak, 2015). Hovedmålet med fordeling av ressurser er å forbedre arbeidets effektivitet og minimere kostnader i prosjektet (ibid.)

### BIM-utstyr

BIM-utstyr er en fellesbetegnelse for ulike verktøy som skal skape informasjonsflyt på anleggsplassene (Svalestuen & Knotten, 2017). De kan kategoriseres etter følgende tre kategorier; dataterminaler som tilgjengeliggjør modeller og informasjon på anleggsplassen, mobile enheter som nettbrett og smarttelefoner, og spesialiserte miljøer som for eksempel «BIM-huler» (figur 4) (ibid.).

En BIM-kiosk er en mobil sanntids informasjonskilde, som distribuerer 4D-modeller, teknisk informasjon, sikkerhetsinformasjon, vær-oppdateringer og annen informasjon relatert til prosjektet ved bruk av en datamaskin (Svalestuen & Knotten, 2017). BIM-kiosken kommer til nytte for yrkesarbeiderne på anleggsplass (Ruwanpura et al., 2012).



Figur 4: BIM-utstyr (basert på Svalestuen og Knotten (2017))

Datamaskiner på en bygge- eller anleggsplass er en sentral del av informasjonsflyten og databehandlingen (Haas et al., 2000). Datamaskinene kan være verktøy i forbindelse med design, utforming, produksjon, fabrikasjon, styring og kvalitetskontroll, samt støtte utviklingen av kunstig intelligens og robotikk i bransjen (Muspratt, 1983). De benyttes mest av de som modellerer på anleggsplassen, gjerne en BIM-koordinator.

Et nettbrett med BIM-programvare installert er en metode for å gi arbeidere informasjon som 3D-modell og teknisk data om prosjektet uansett hvor du befinner deg (El Ammari & Hammad, 2019). De benyttes særlig av personer med kontrollansvar som ledere, formenn og baser (Svalestuen & Knotten, 2017).

Smarttelefoner er en metode for prosjektledelsen å distribuere informasjon i sanntid uavhengig av tid og sted (Kim et al., 2013). I dag brukes smarttelefonene blant annet til å loggføre posisjon, ta bilder for sjekklister, dele 3D-modeller og vise arbeidsgrunnlag gjennom AR-teknologi (ibid.).

Spesialiserte miljøer, BIM-hulen som nevnt, kan sees på som en slags forlengelse av BIM-kiosken. «Hulen» har som mål å skape et virtuelt miljø der man lettere kan fange opp feil, samt finne bedre løsninger knyttet til BIM (Nordic Building Room, 2020). «Hulen» krever plass, men kan installeres både på og utenfor anleggsplass (Stanton, 2022).

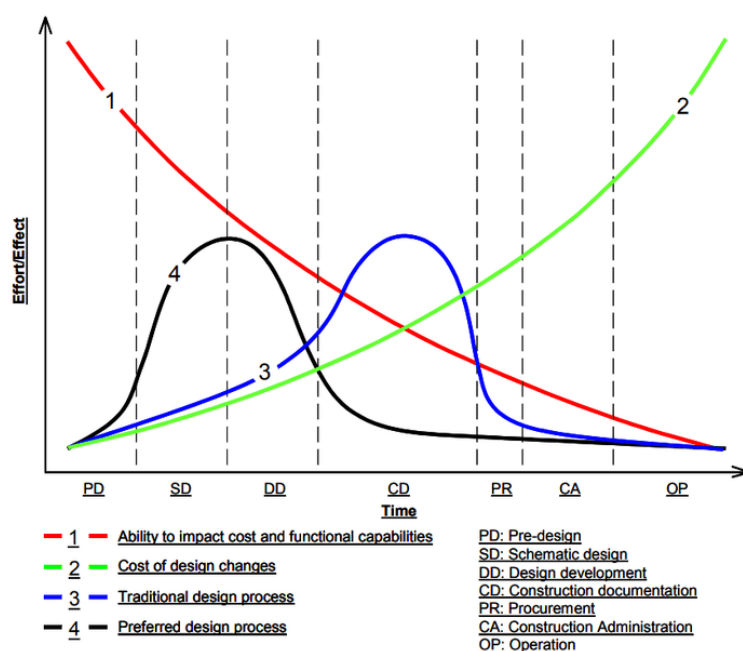
Det finnes flere fordeler med BIM-utstyr på anleggsplass (Svalestuen & Knotten, 2017). I grove trekk oppsummeres de som bedre forståelse for arbeidsoppgaver for yrkesarbeidere, mindre fare for utdaterte modeller, lettere å kommunisere fra anleggsplass til kontor og mindre papir (ibid.).



## Ressursbruk i BIM

Converto og Sintef (2021) hevder at det ofte ofres for lite tid og ressurser i prosjekteringsfasen av et byggeprosjekt. Vegsund og Gjerde i Converto beskriver ideell ressursbruk i et byggeprosjekt slik: «en vesentlig større andel av ressursbruken bør brukes på prosjekteringsfasen, med tidlig involvering av sentrale aktører» (Homleid, 2021).

BIM har eksistert i bransjen en stund, men utnyttes ikke til sitt fulle potensiale (Prebanić & Vukomanović, 2021). For styrket effekt av BIM i et byggeprosjekt bør entreprenør involveres i tidligfase (Eastman et al., 2011). Tettere samarbeid fra start vil gi entreprenør og prosjekterende ingeniør nyttig kunnskap knyttet til BIM (Tran, 2019). MacLeamy-kurven (figur 5) viser fordelene ved å involvere sentrale aktører i tidlige faser av prosjektet (Davis, 2013). Mulighetene for å påvirke endringer i modellen (rød linje) er store ved prosjektering i «pre-design» (tidligfase), og synker fram til start av «operation» (gjennomføringsfase). Modellens endringskostnader (grønn linje) øker etter hvert som prosjektet går fra prosjektering i tidligfase til byggestart i gjennomføringsfase. Blå linje viser hvor mye innsats som tradisjonelt sett legges i prosjektering, og hvor tiden vanligvis brukes. Svart linje viser hvor mye innsats som bør legges i prosjektering i hver fase, og hvor tiden bør brukes.



Figur 5: MacLeamy-kurven. Fra "The MacLeamy Curve", av D. Walasek & A. Barszcz, 2017 ([https://www.researchgate.net/figure/The-MacLeamy-Curve-9\\_fig1\\_315359204](https://www.researchgate.net/figure/The-MacLeamy-Curve-9_fig1_315359204)) CC BY-NC-ND 4.0

Byggeprosjekter er preget av mange usikkerhetsmomenter, og ressurskrevende situasjoner kan oppstå gjennom alle prosjektets faser (Davis, 2013). Hole (2022) trekker fram seks typiske tilfeller som *kan* påvirke ressursbruk i et prosjekt (tabell 4).

Typiske tilfeller som <i>kan</i> påvirke ressursbruk		
1	<b>Tidslinjeendringer</b>	Kan oppstå dersom deler av et prosjekt tar lengre tid enn ventet
2	<b>Nye oppgaver</b>	Kan oppstå dersom noe uventet skjer mens prosjektet pågår
3	<b>Ressurstilgjengelighet</b>	Kan oppstå dersom en ressurs ikke er tilgjengelig til oppsatt tidspunkt
4	<b>Oppgaveavhengighet</b>	Kan oppstå dersom en deloppgave ikke er fullført før neste deloppgave starter
5	<b>Prioriteringer</b>	Kan oppstå dersom virksomheten har flere pågående prosjekter, og ressursene må prioriteres der det haster mest
6	<b>Samarbeid</b>	Kan oppstå dersom samarbeid ikke lykkes, og det heller må brukes ressurser som styrker samarbeid

Tabell 4: Typiske tilfeller som kan påvirke ressursbruk (basert på Hole (2022))

## Lean

Begrepet Lean stammer opprinnelig fra japansk bilproduksjon på 1940-tallet, og skal vise til slank eller mager produksjon (Wig, 2015). «Lean handler om å levere kunde verdi – bruksverdi for brukeren – med minimalt tap av ressurser gjennom å etablere flyt og visuell styring.» (Wig, 2015, s. 55).

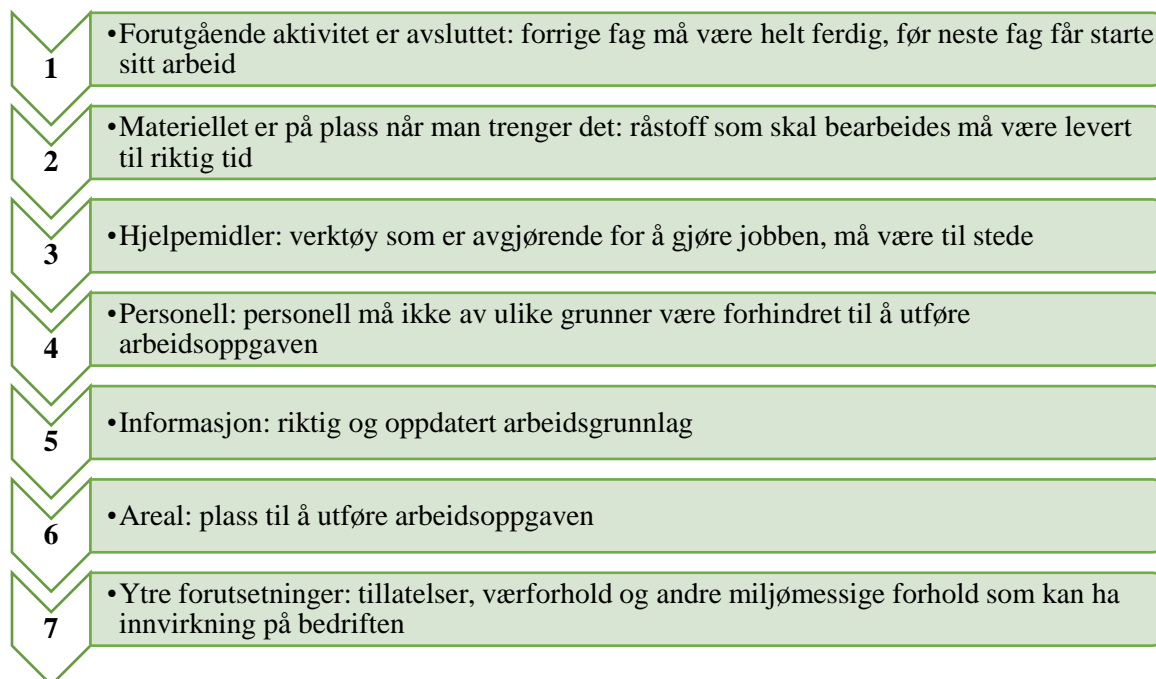
I Lean metode beskrives ressurseffektivitet og flyteffektivitet som to ulike effektivitetskonsept (Wig, 2015). Ressurseffektivitet handler om hvordan en virksomhet kan organiseres for å sikre kontinuitet i arbeidsflyten til ressursene (ibid.). Maksimal produktivitet skapes ved å dele opp en produksjon i mindre deler som spesialiseres og standardiseres (ibid.). Flyteffektivitet handler om hvordan kunden og kundens nytteverdi av virksomhetens produksjon skal settes i sentrum, og at alt annet rundt skal organiseres med dette som hovedfokus (ibid.). En kombinasjon av begge konseptene bør tilstrebes av virksomheter (ibid.).

Tradisjonelt sett er Lean forbundet til virksomheter som driver med produksjon eller verdikjeder, men Lean kan også tilpasses til andre typer virksomheter (Wig, 2015). «Det er anerkjent at virksomheter som satser på en eller annen variant av Lean, lykkes best...» (Wig, 2015, s. 24).

## Lean-konstruksjon

Lean-konstruksjon skiller seg fra tradisjonell Lean-modell blant annet fordi produksjonssted, produkt og organisasjon varierer for hvert prosjekt (Wig, 2015). Hovedformålet med Lean-konstruksjon er verdiskaping gjennom å minimere sløsing tilknyttet til tid, arbeid og materialer (Koskela et al., 2002). For å lykkes i å minimere sløsing krever det progressiv bruk for å drive fram kontinuerlig forbedring (ibid.).

For å ha styring på en byggeprosess må man være bevisst på hva som kan være prosjektets variasjonsårsaker (Wig, 2015). I en byggeprosess er det kartlagt syv forutsetninger som må være til stede for optimal gjennomføring av en aktivitet (ibid.). Dersom alle forutsetningene er oppfylt, kategoriseres aktiviteten som en «sunn aktivitet» (ibid.). Dersom ikke alle forutsetningene er oppfylt regnes aktiviteten som en «usunn aktivitet». En hindringsanalyse er en systematisk analyse som har til hensikt å fjerne hindringer ved hjelp av å kartlegge de syv forutsetningene (figur 6) (ibid.).



Figur 6: Syv forutsetninger for «sunn aktivitet» (basert på Wig (2015))

Erfaringer fra Lean-konstruksjon viser at det er vanskelig å sette et fast tidspunkt på en aktivitet før inntil 3-8 uker før aktiviteten skal skje (Wig, 2015). Dette kommer av at alle prosjektets aktiviteter varierer i tid og påvirkes ulikt av de syv nevnte forutsetningene (ibid.).

«Last Planner»-prinsippet (LPS) er en sentral metode for planlegging i Lean-konstruksjon (Wig, 2015). Prinsippet innebærer å utsette produksjonsplanlegging til et så sent tidspunkt som mulig i byggeprosessen (ibid.). LPS omfatter aktivitetsbasert planlegging og bidrar til at antallet planlagte arbeidsoppgaver gjennomføres innenfor gitt tidsrom tidsrom (ibid.). LPS er opprinnelig ment for gjennomføringsfase, men kan også anvendes ved prosjektering i tidligfase (Kristiansen, 2011).

Involverende planlegging er en annen metode for planlegging som i økende grad testes ut i Lean-konstruksjon (Wig, 2015). Dette plansystemet deles inn i strategisk og operativ planlegging (ibid.). Den strategiske planleggingen gjøres ved prosjektets oppstart og gjennomføres én gang (ibid.). Den operative planleggingen detaljeres etter hvert som aktivitetenes start nærmer seg (ibid.). Involverende planlegging mellom leddene er essensielt for at metoden skal være effektiv (ibid.).

### 3.6 Samhandling

Samhandling er et nøkkelord når vi snakker om hvordan ulike parter og bedrifter jobber sammen på et felles bygg- eller anleggsprosjekt. Samhandling kan forklares som «at aktørene i prosjektet er i stand til å innrette effektive prosesser og utvikle relasjoner som er hensiktsmessige for å nå målene.» (Bygg21, 2019).

#### Samhandlingsverktøy

Samhandlingsverktøyene presentert i dette kapittelet (tabell 5) er et utvalg programvarer for visualisering, kollisjonskontroll, prosjekthotell, kvalitetssikring og dokumentasjon. Alle verktøyene er oppgavespesifikke applikasjoner som kalles BIM-tools, eller BIM-verktøy på norsk (Eastman et al., 2011).

Samhandlingsverktøy	
<b>Autodesk Navisworks</b>	Visningsprogram som fungerer som et 3D-visualiseringsverktøy for tverrfaglige modeller der brukere kan se modellen i sanntid (Autodesk, 2016). Programmet kan håndtere store mengder data (ibid.). Brukeren har mulighet til å navigere seg rundt i og avgrense modellen, katalogisere den, gjennomføre kollisjonskontroll og hente teknisk data (ibid.).
<b>Trimble Connect</b>	Samhandlingsverktøy som distribuerer modeller til en hel organisasjon (Trimble, 2021). Visningsprogrammet lar flere personer se 3D-modeller og legge inn kommentarer (ibid.).
<b>Solibri</b>	Kvalitetssikringsverktøy som skal luke ut modellfeil og analysere modeller (Graphisoft, u.å.). Programmet har fire bruksområder; regelsjekker, mengdeuttak, strukturering av data og visualisering (ibid.). Solibri er et program som tester byggharheten av et færre antall modeller samtidig, og har et stort spekter av funksjoner (ibid.). Programmet støtter samhandling med en rekke programmer (Solibri, u.å.).
<b>Dalux</b>	Dokumentverktøy som samler og tilgjengeliggjør prosjektets tekniske informasjon (Seehusen, 2019). Programmet samler all anleggsstyringsdokumentasjon på ett sted (Dalux, u.å.). Det innehar sjekklister for alle deler av prosjektet, og skal dokumentere revisjonsdatoer, tidspunkter for endringer, bilder, vedlegg og signaturer (ibid.). Dalux kommuniserer med bruker via nettside, nedlastbart program, og apper som kan benyttes på nettbrett og smarttelefon (ibid.).
<b>Webforum</b>	Nettbasert prosjekthotell med formål om å samle dokumentasjon, prosjektinformasjon og kommunikasjon (Massarsch, 2016). Dokumentene er eksempelvis for modeller, HMS, økonomistyring, kontroller og framdrift (ibid.).

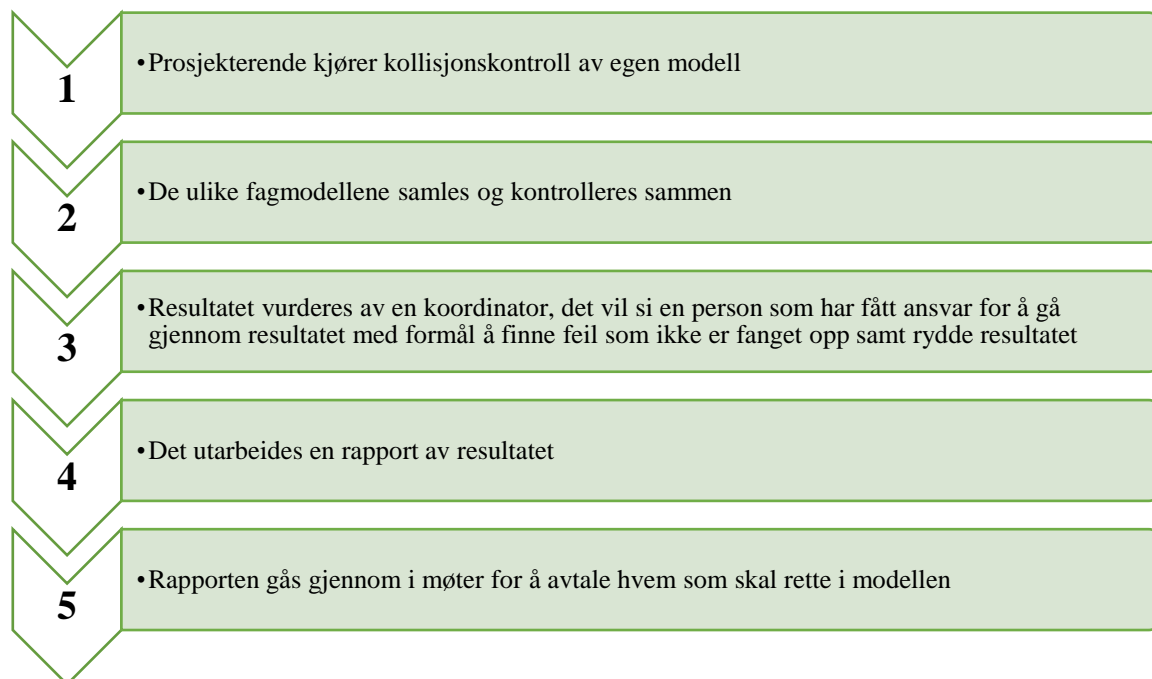
Tabell 5: Utvalg samhandlingsverktøy

## Kollisjonskontroll

Kollisjonskontroll gjennomføres for å kontrollere samsvar mellom forskjellige fags materiale i en modell før noe bestilles eller bygges (Consigli AS, 2012). Kontrollen skal fange opp kollisjoner, duplikater og andre feil i geometrien på objektnivå (ibid.). Flere programvarer har en funksjon for kollisjonskontroll, med et standard regeloppsett. Dette regeloppsettet kan tilpasses for bedre kvalitet på kontrollen (ibid.). Som et resultat får man økt effektivitet i byggeprosessen, lavere materialforbruk og økt kvalitet på det som bygges (ibid.).

Kollisjonskontroll bør gjennomføres regelmessig for å oppnå alle gevinstene (ibid.).

Prosessen med kollisjonskontroll kan foregå slik (figur 7):



Figur 7: Prosess for kollisjonskontroll (basert på Consigli AS (2012))

United BIM gir tips til bedre kollisjonskontroller (Doshi, u.å.). Det nevnes blant annet at man bør utarbeide en plan for kvalitetskontroll, samt kjøre jevnlige og systematiske kontroller.

## Kommunikasjon

Kommunikasjon er en viktig del av samhandling. Kommunikasjon innebærer å «formidle og dele ideer og informasjon» (Allott, 2019). Effektiv kommunikasjonsflyt bidrar til at prosjektet holder seg innenfor tidsrammen og budsjettet (Røsdal & Ørstavik, 2011). «God kommunikasjon må sørge for at informasjon ikke forsvinner eller mistolkes og står dermed sentralt for at et byggeprosjekt skal fungere godt» (Gresseth, 2016, s. 7). En rapport av Røsdal og Ørstavik (2011) viser hvordan god kommunikasjon mellom prosjekterende og produksjonen hos entreprenør er viktig for å finne detaljerte og robuste løsninger.

Vi kan skille mellom formelle og uformelle kommunikasjonskanaler (Gresseth, 2016).

Formelle kanaler kan være dataprogram, møter og skjemaer. Uformelle kanaler kan være e-post, telefonsamtaler, befaring og uformelle samtaler (ibid.).

Utfordringer med kommunikasjon på byggeprosjekter kan relateres til bruken av uformell kommunikasjon, ifølge en rapport fra Røsdal og Ørstavik (2011). Rapporten antyder at mye vesentlig informasjon og beslutninger formidles gjennom uformelle kanaler. Uformell kommunikasjon er ikke en utfordring i seg selv, da den kan føre til forbedret samlet informasjonsflyt (ibid.). Forutsetningen er at uformell kommunikasjon føres sammen med formell kommunikasjon (ibid.). Muntlig kommunikasjon bør for eksempel alltid føres i et referat eller skjema i tillegg (Gresseth, 2016).

Rapporten av Gresseth (2016) belyser utfordringen ved lav kanalrikhet ved bruk av skriftlige kommunikasjonskanaler. Det forklares at skriftlige kanaler bør suppleres med muntlige kanaler. Rapporten beskriver videre at et godt kommunikasjonssystem bør bestå av både synkrone og asynkrone kommunikasjonskanaler. Synkron kommunikasjon kan være formelle og uformelle møter, telefon og befaringer (ibid.). Asynkron kommunikasjon kan være programvarer, skjemaer og epost (ibid.).

Språket vi bruker er et kommunikasjonssystem (Dahl, 2019). På en arbeidsplass snakker vi om fagspråk. Dette språket må være entydig og standardisert (Baker et al., 2019).

### Møtevirksomhet

En viktig del av samhandlingen og kommunikasjonen skjer gjennom møtevirksomhet. Ved å forbedre møtevirksomheten kan man forbedre firmaets prestasjon, fordi fokuset blir å løse problemer i stedet for å identifisere og diskutere dem (Boomer, 2017). Møter kan forbedres ved å ha en klar visjon, god struktur og at deltakerne viser ansvarlighet (ibid.). Møter bør ikke vare lengre enn 90 minutter, blant annet fordi det er kostbart for bedriften (Matson, 1996).

### Samtidig prosjektering

Ved samtidig prosjektering sitter prosjektdeltagere sammen i arbeidssesjoner og jobber tverrfaglig med en oppgave (Tveiten, 2016). Dette involverer også oppdragsgiver og beslutningstaker (ibid.). En trent fasilitator har ansvar for forhåndskartlegging av informasjonsflyt og leveranser mellom fag, og deretter lage en sesjonsplan og gjennomføre arbeidssesjonene (ibid.). Veilederen for samtidig prosjektering omtaler mulige gevinster, samt suksesskriterier ved bruk av metoden (ibid.)

Samlokaliseringen som følger av samtidig prosjektering kan gi vesentlige fordeler i prosjektet, som raskere og bedre prosjektering (Espnes, 2016). Undersøkelser gjort i forbindelse med en masteroppgave viser fordeler og ulemper med samlokalisering (Svendsen & Vegerstøl, 2012). Blant fordelene nevnes færre tverrfaglige kollisjoner.

### Standardisering

Standardisering skal gi løsninger som gjentatte ganger kan brukes til lignende problemer (Hofstad, 2018). BuildingSMART er blant pådriverne for utarbeidelse av standarder for BIM i norsk byggebransje, og ønsker blant annet at BIM og datasamhandling skal være praksis (BuildingSMART, u.å.). Standardisering i byggebransjen bidrar til å gi tekniske spesifikasjoner om blant annet betong, kontrakter, digitale byggeprosesser og BIM, beskrivelsessystem (Standard Norge, u.å.). Med standarder for digitale byggeprosesser og BIM skal BuildingSMART blant annet «forbedre den digitale informasjonsflyten i byggeprosessen» (BuildingSMART, u.å.).

Mens Hansen og Gressgård (2021) bekrefter nytteverdien i standardisering er de også opptatt av BA-bransjens mangfold og kompleksitet. De forklarer at prosjekter har et stort behov for «skreddersøm». Deriblant bør organisatoriske og sosiale forhold prioriteres for å lykkes med bruk av BIM (Hansen & Gressgård, 2021; Naoum, 2011). Dette inkluderer en støttende sosial atmosfære samt lederstøtte, og ikke bare et fokus på teknologiske forhold (Hansen & Gressgård, 2021).

Filformater er et eksempel på standardisering. Det «[...] er en formalisert beskrivelse av hvordan informasjon av en viss type skal lagres i en fil.» (Nätt & Liseter, 2021). IFC-filformatet fra BuildingSMART brukes for både 2D og 3D modeller på grunn av filformatets høye grad av detalj, nøyaktige 3D-geometri og logiske oppbygning (Chen & Clarke, 2022). I tillegg skal formatet kunne brukes sømløst på tvers av programvarer og mellom aktører (BuildingSMART International, u.å.). Filformatet er «et bransjespesifikt datamodellskjema som beskriver selve byggverket som en objektmodell, med objekter, attributter, relasjoner og egenskaper.» (Statsbygg, 2019).

IFC-formatet er under stadig utvikling av BuildingSMART (2020). Den nyeste versjonen av formatet heter IFC4 og har forbedringer innen flere bygningsinformasjonsområder, geometri og datahåndtering (BuildingSMART International Ltd., 2020). Den forrige versjonen heter IFC2x3 og er ifølge BuildingSMART (2020) i hovedsak utviklet for bruk av BIM i bygg.

Et annet kjent filformat for dataassistert konstruksjon (DAK) er DWG (Adobe, u.å.). Dette filformatet brukes til tekniske tegninger og modeller i BA-bransjen, men også i andre bransjer (ibid.). Formatet innehar metadata som gir informasjon om objekter i tegningen eller modellen (Open Design Alliance, 2018). Ulike versjoner av formatet fungerer ikke like godt sammen, som kan skape utfordringer for interoperabilitet (Adobe, u.å.; Open Design Alliance, 2018).



## 4 Resultater

I resultatkapittelet presenteres funnene som har kommet fram gjennom intervjuer, befaringer og ikke-deltakende observasjon. Kapittelet er bygget opp etter temaene opplæring og organisering, ressursbruk og samhandling. Noen av funnene kan plasseres under flere av kategoriene. Vi har likevel valgt denne inndelingen for å få struktur i oppgaven.

### 4.1 Opplæring og organisering

#### Kompetanse i avgjørelser om BIM

*Tidligere produksjonsleder betong* sier at avgjørelser som tas knyttet til BIM, bærer preg av begrenset praktisk innsikt. For eksempel sier vedkommende at ledere som ikke er lokalisert på anleggsplassen tar avgjørelser om BIM. Disse lederne har gjerne ikke nok erfaring om BIM, og mangler innsikt og forutsetning for å vite hva som fungerer bra i praksis. Et eksempel vedkommende trakk fram, gjelder innkjøp av datamaskiner til BIM på anleggsplassen. Dette ble gjort fra hovedkontoret til NCC, av noen uten tilstrekkelig kompetanse til å bestemme ytelse på maskinene. Resultatet ble at nye datamaskiner måtte bestilles.

*Tidligere produksjonsleder betong* sier videre at BIM-koordinator hos NCC gjerne ble involvert for sent i prosjektet. BIM-koordinator er ikke med på å utforme BIM-manualen. *BIM-koordinator* forteller at manualen ble produsert av fagfolk hos byggherre og prosjekterende ingeniør på grunn av entreprisform. Dette gjør at entreprenør ikke har fått anledning til å uttrykke sine ønsker til utforming av manualen, og får i liten grad påvirke BIMs rolle i prosjektet. *BIM-koordinator* uttrykker at et fokus på 4D med tidsaspektet av prosjektet har vært et ønske i BIM-manualen fra entreprenør. Fagpersoner hos entreprenør har mye kunnskap og praktisk erfaring som kunne vært verdifull i utarbeidelsen av manualen for prosjektet.

*BIM-koordinator hos Norconsult* forteller om fordeler ved tidligere involvering av BIM-koordinator som er oppsummert nedenfor (tabell 6). Norconsult har oppdaget at tidsbruken for etablering av tverrfaglig BIM reduseres opp til 40% ved tidlig involvering av BIM-koordinator.

Fordeler ved tidligere involvering av BIM-koordinator	
Delta i utarbeidelse av BIM-manual	Klargjøre prosjektspesifikt oppsett for alle aktører slik at alle arbeider med like bestemmelser for sine modeller
Malfiler	Skal unngå at aktører manuelt må sette opp generell informasjon, og dermed standardisere
Felles prosjektpunkt (nullpunkt)	Slik at sammensetting av tverrfaglig modell effektiviseres
Globale koordinater	Klargjør en xml-fil som bare behøves å stikkes ut på anleggsplassen, og dermed unngår å beregne koordinater for hver aktørs modell



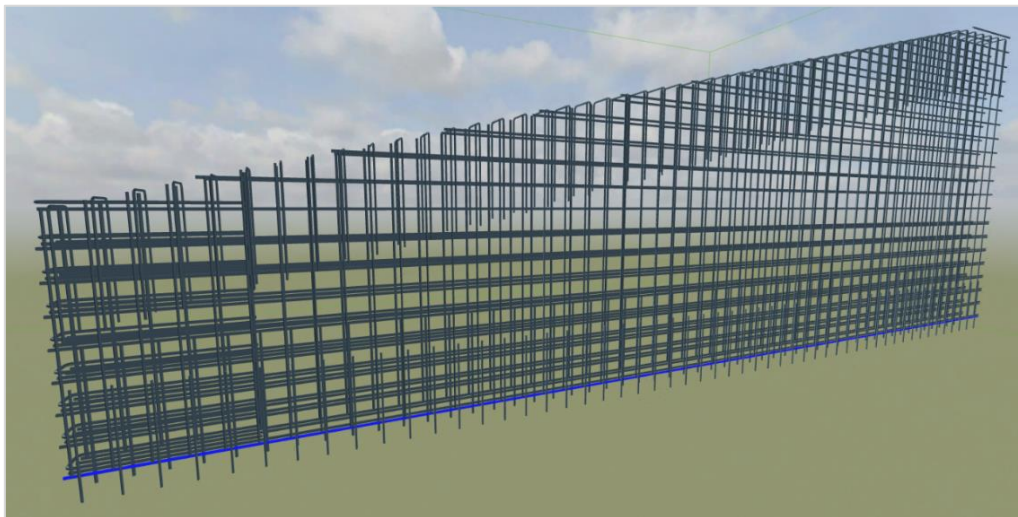
Property sets	Standardisering av egenskaper i modeller for å sikre likt oppsett
Bestemme programvarer	Sørge for interoperabilitet mellom aktørers modeller

Tabell 6: Fordeler ved tidligere involvering av BIM-koordinator

### Praktisk tilnærming

*BIM-koordinator* forteller at modellen noen ganger bærer preg av begrenset praktisk forståelse knyttet til det som modelleres. Informanten understreker at eksemplene tilknyttet dette, beskriver preferanser fra entreprenøren og kommer ikke nødvendigvis av at modelleringsarbeidet i seg selv er feil.

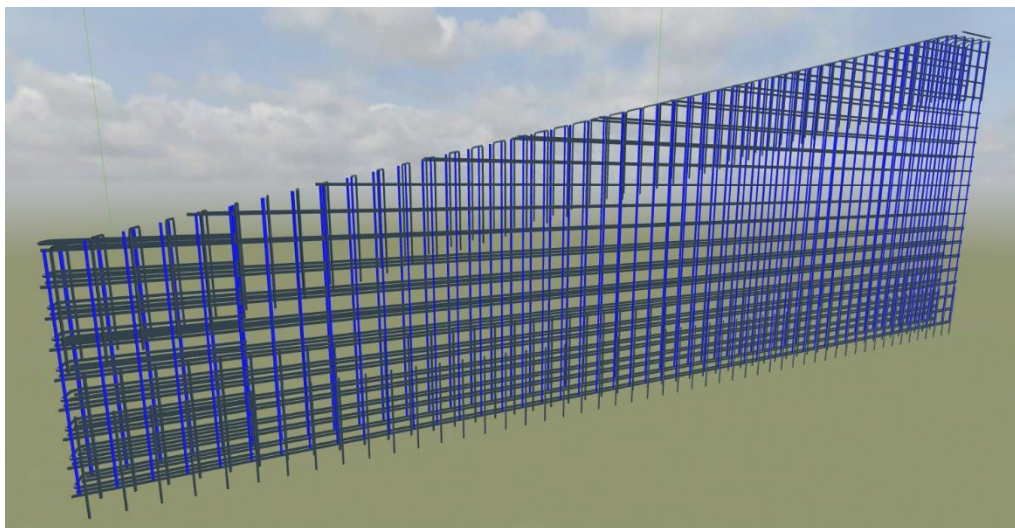
Et eksempel omhandler en 30 meter lang betongvegg. *BIM-koordinator* forteller at prosjekterende ingeniør modellerte veggene med armeringsjern av tilsvarende lengde (30 meter) (figur 8). Dette er utfordrende fordi armeringsjern NCC bestiller fra ekstern leverandør har standard lengder på 6 eller 12 meter. Informanten sier at dette fører til at lengdene fra modellen må endres når de skal utarbeide bøyelister, slik at det blir riktig ved bestilling. Når entreprenøren redigerer bøyelisten for å gjøre det enklere å montere armeringen, er det en ulempe at bøyelisten ikke er lik det som er modellert, forklarer *BIM-koordinator*. Entreprenør gjør disse endringene med bakgrunn i praktisk erfaring. *Fagspesialist BIM hos Sweco* forklarer at disse standard lengdene er leverandøravhengig, og leverandør varierer fra entreprenør til entreprenør.



Figur 8: Modellutsnitt av horisontale armeringsstendere (Sweco, 2022)

*BIM-koordinator* forteller om en annen utfordring tilknyttet den vertikale armeringen i den samme vegg (figur 9). Armeringen består hovedsakelig av stendere og u-bøyer. Helning på overkant av vegg gjør at alle de vertikale stenderne har ulik lengde i modellen. I praksis er dette ugunstig, fordi NCC bestiller pakker med flere jern i lik lengde. Informanten forklarer at det å spesialbestille hvert jern i den lengden som er modellert, ville vært svært kostbart og tidkrevende. De må også her justere på bøylenes lengder i modellen når de utarbeider

bøyeliste. *Fagspesialist BIM hos Sweco* forklarer at arbeidsmetode varierer fra entreprenør til entreprenør.



Figur 9: Modellutsnitt av vertikale armeringsstendere (Sweco, 2022)

Videre sier *BIM-koordinator* at de gjerne ønsker at armeringen modelleres slik at den kan premonteres på bakkenivå før den plasseres i forskalingen. Det er mer gunstig for betongarbeiderne å montere armering som skal i høyden på bakkenivå på forhånd, for å slippe upraktisk og risikofylt arbeid i høyden.

Det var også utfordringer med den modellerte armeringen til en bru tidlig i gjennomføringsfasen, forteller *tidligere produksjonsleder betong*. Armeringen i det øverste sjiktet av brudekket ble modellert slik at avstanden mellom lagene ble for stor. Dette er ikke fysisk mulig, da armeringslagene må støtte på hverandre ved montering. Ved installasjon av armeringslagene fikk brudekket derfor en overdekning som var noen centimeter for stor og ikke lenger samsvarte med kravene i standard for brukonstruksjoner. Informanten legger til at sikkerhetsfaktoren brukt i dimensjoneringen er stor, og at det derfor ikke var nødvendig å gjøre hele dimensjoneringen på ny. Løsningen ble at NCC støpte brua med noen centimeter større overdekning, og unngikk både utsettelse og overskridende kostnader for byggherre. *BIM-koordinator* understreker likevel at slike feil kan skape store problemer i prosjektet dersom de ikke oppdages.

### Holdninger til BIM

*BIM-koordinator* forteller at det kan være problematisk når noen av de ansatte på prosjektet ikke viser interesse for å lære seg nye ting. *Tidligere produksjonsleder betong* legger til at det gjentatte ganger er ansatte med lengst fartstid som ikke har denne interessen. Dette preges gjerne av en arbeidskarriere som tidligere ikke har vært digitalisert gjennom BIM. *BIM-koordinator* forklarer at villigheten til å lære nye ting avhenger både av personens innstilling og interesse, men også ledelsen på anleggsplassen. Ledelsens holdning er viktig for å sette kulturen på anleggsplassen, som igjen påvirker holdningen til yrkesarbeiderne. *Tidligere produksjonsleder betong* forklarer at også enkelte av funksjonærene kunne hatt en mer positiv innstilling i forhold til implementeringen av BIM. *BIM-koordinator* tilføyer at holdninger til BIM har blitt bedre med tid og erfaring.

Dersom ikke alle på prosjektet tilegner seg en viss forståelse for BIM, mister man en del av fordelene, sier *BIM-koordinator*. Det er byggherre som bestemmer hvordan prosjektet skal gjennomføres, og den stadig økende bruken av BIM er uunngåelig. NCC kommer ikke til å få fremtidige kontrakter om de ikke henger med på digitaliseringen med BIM, forteller informanten.

#### 4.1.1 Innførte tiltak for opplæring og organisering

Neste avsnitt beskriver hva NCC allerede har gjort for å bedre opplæring og organisering av BIM.

##### Opplæring og hjelp

*BIM-koordinator* sier at arbeidere og ansatte hos dem får kurs og opplæring knyttet til BIM ved prosjektstart. De ansatte får også hjelp og oppfølging med modell og programvarer gjennom hele prosjektperioden. Vedkommende ser på det som positivt at BIM-koordinator er tilgjengelig på anlegget for dette. *Fagspesialist BIM hos Sweco* forteller at de har gitt direkte opplæring av BIM til NCC.

#### 4.2 Ressursbruk

##### BIM-utstyr på anleggsplass

Mobile enheter som nettbrett og smarttelefon har blitt brukt på dette prosjektet forklarer *BIM-koordinator*. Nettbrett ble prøvd ut i starten av prosjektet, men ble av ulike grunner vurdert som lite hensiktsmessig. Smarttelefon blir fortsatt brukt.

*BIM-koordinator* ramser opp utfordringer som har oppstått knyttet til mobile enheter. For det første oppleves skjermene som små og det er knotete å navigere rundt i modellene. For det andre er digitale verktøy upraktiske å bruke i kombinasjon med nordisk klima og værforhold, spesielt regn og kulde. For det tredje kan nettbrett og smarttelefon gå tom for strøm. Dersom man er uoppmerksom på strømnivå, kan dette skje under bruk eller før enheten skal brukes. *Tidligere produksjonsleder betong* nevner også at de har erfart at nettbrett blir gjenglemte ute på anleggsplassen, eller lagt andre steder de ikke skal være. Dette har ført til at nettbrett har blitt tapt eller ødelagt.

Prosjektet har også tatt i bruk BIM-kiosker. *Produksjonsleder betong* forteller at det på det meste var utplassert fem BIM-kiosker på anlegget, men at antallet styres etter behov. *BIM-koordinator* påpeker at det er utfordrende at arbeidere må gå fram og tilbake til kiosken for å hente informasjon. Dette er mer tidkrevende enn å ha modell-utsnitt og tegninger tilgjengelig der man arbeider, ved bruk av nettbrett eller smarttelefon. Det kan også være utfordrende å huske informasjonen dersom avstanden til containeren er lang. BIM-kioskene er mobile og skal flyttes etter hvor på anleggsplassen arbeidet foregår. Vedkommende uttrykker at kioskene flyttes for sjelden, fordi det kreves mye utstyr og innsats for å flytte en container.

Videre forteller *produksjonsleder betong* at det har oppstått tilfeller der BIM-kioskene ble brukt til andre formål enn uthenting av informasjon. Eksempelvis at BIM-kiosker har blitt brukt til oppholdsområde for kaffepauser. Det påpekes at det er ikke en utfordring i seg selv at BIM-kiosken samler arbeiderne. Tvert imot kan det føre til nødvendige diskusjoner og problemløsning som er relevant for arbeidet. Utfordringen oppstår dersom bruken av BIM-

kioskene går ut over formålet, som er å hente ut informasjon fra modeller, tegninger og andre dokumenter.

På befaring har vi fått se NCCs BIM-kiosker (figur 10), som er oppvarmede containere på ca. 10 m<sup>2</sup> med tilgang til pc, printer og skjerm. Kioskene hadde lite møbler. BIM-utstyret var plassert på en pult, og kiosken var installert med en stol og en liten ovn. Løsningen opplevdes som enkel, men oversiktlig. Containeren var romslig, og kunne rommet rundt 4-6 personer.

Et siste funn er knyttet til printere i BIM-kioskene, og er en uenighet i større grad enn en utfordring. Gjennom intervjuene oppdager vi at det er uenighet i hvorvidt det er behov for printere i BIM-kioskene. *Produksjonsleder betong* forklarer at dette er fordelaktig for arbeiderne, slik at de kan ta med seg den informasjonen de trenger uten hjelp av nettbrett eller smarttelefon. *BIM-koordinator* stiller seg mer kritisk til fysisk utskrift fra modellene, da det kan føre til at arbeiderne jobber med utdaterte modeller og tegninger. Noe av poenget ved å jobbe modell-basert er at alle skal jobbe ut fra samme versjon, legger informanten til.



Figur 10: Utforming av BIM-kiosk, Bergen  
 14.01.2022

### Detaljnivå i modell

Modell tilfredsstillende ikke alltid entreprenørens preferanser når det kommer til detaljnivå. Både *tidligere produksjonsleder betong* og *BIM-koordinator* påpeker det som utfordrende at modellen ikke alltid viser innstøpningsgods i betong. *BIM-koordinator* eksemplifiserer utfordringen ved at trekkerør for elektro ofte blir utelatt fra modellen, og i stedet supplert i egne tegninger laget av prosjekterende ingeniør. Store mengder arbeidsgrunnlag kan bli uoversiktlig og kan føre til forvirring. Intervjuobjektene fra entreprenør understreker at dette er en preferanse fra deres side, og hvorvidt innstøpningsgods skal være inkludert i modellen står spesifisert i BIM-manualen som er utarbeidet av byggherre og prosjekterende ingeniør.

### Oppdatering av modell

Endringer i prosjektet blir ikke alltid oppdatert i arbeidsgrunnlaget. Alle informantene hos entreprenør uttrykker denne utfordringen i intervju. Entreprenør hadde ønsket oppdateringer i modellen i større grad. *BIM-koordinator* forteller at dersom endringer ikke oppdateres i modellen, blir disse avklart og dokumentert i møter, på Webforum, på epost eller kontrollørmeldinger.

*BIM-koordinator* viser et eksempel med et likeretterbygg i modellen (figur 11) hvor informasjonen om plassering av innstøpningsgods i fuger er utdatert. Entreprenør har måttet oppklare denne informasjonen med prosjekterende gjennom Webforum i etterkant. Det



understrekes av at en utdatert modell kan være årsak til byggefeil. Oppdatering av modell skjer ikke like ofte som entreprenør ønsker, trolig på grunnlag av kostnadene det medfører.



Figur 11: Modellutsnitt av likeretterbygg (Sweco, 2022)

## Kritisk tidslinje

*Fagspesialist BIM hos Sweco* sier at det kan være utfordrende å følge den kritiske linjen i framdriftsplanen for prosjektet. Informanten forteller at de som prosjekterende ingeniør ikke har mye tid og ressurser til å prioritere noe annet enn aktiviteter som følger kritisk tidslinje. Dette kan føre til at andre problemer og aktiviteter blir nedprioritert.

## 16-6 prosess

Tidligere BIM-koordinator forteller om at det brukes «16-6 prosess» på prosjektet. Det betyr at 16 uker før utførelse av et arbeid, skal byggherre, prosjekterende ingeniør og entreprenør sammen gå gjennom ferdigprosjektert arbeidsgrunnlag. Formålet er å fange opp aktuelle problemstillinger og uklarheter tidlig. Eventuelle problemstillinger og uklarheter skal være ferdig bearbeidet seks uker før arbeidet starter. Både BIM-koordinator og tidligere BIM-koordinator forteller at denne ordningen ikke fungerer ideelt, fordi det er vanskelig for entreprenør å identifisere problemer så tidlig i prosjektet. Noen ganger oppdager de nye avvik etter den gitte datoen, andre ganger bestemmer byggherre at noe i prosjektet skal endres.

## 4.3 Samhandling

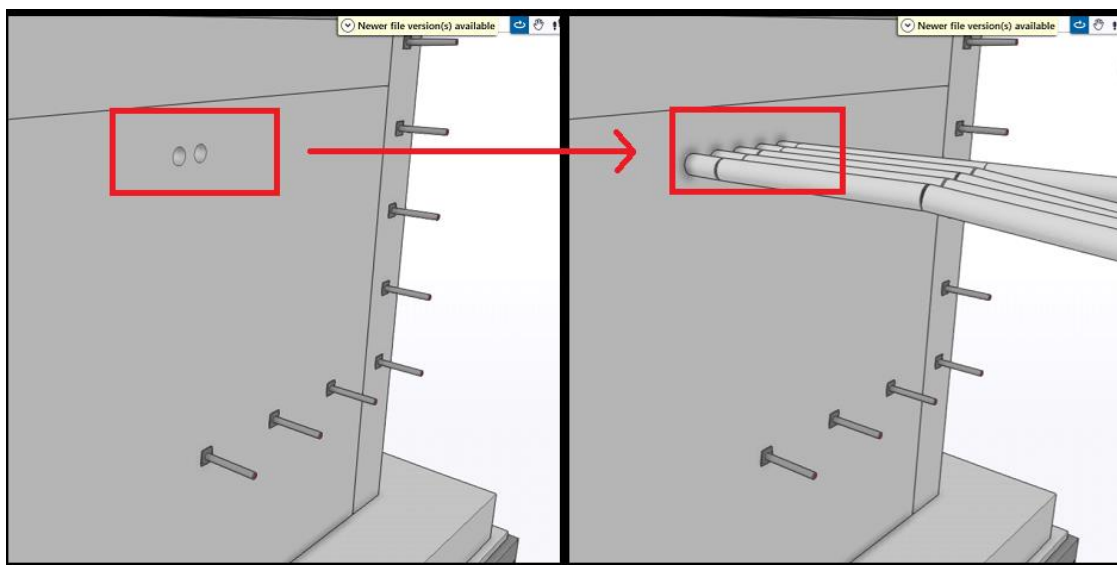
### Tverrfaglig modell og fagmodeller

Vi får forklart av *BIM-koordinator* at det finnes en tverrfaglig modell som inneholder alle fag. Denne skal sørge for at det er samsvar mellom de ulike fagene. Den tverrfaglige modellen er upraktisk å jobbe etter, blant annet fordi den inneholder veldig mye informasjon sier informanten. I tillegg er den tverrfaglige modellen av et slikt omfang at bare et fåtall visningsprogrammer kan håndtere all dataen. En betongarbeider vil derfor jobbe etter betongmodellen, og ikke den tverrfaglige modellen.

Det kan være utfordrende å måtte lete gjennom mange fagmodeller og supplerende tegninger for å samle nødvendig informasjon, sier *tidligere produksjonsleder betong*. Informasjon om hvor trekkerør skal plasseres i betongen, finnes gjerne i elektromodellen. *Fagspesialist BIM hos Sweco* forklarer at dette er en vanlig arbeidsmetode og at entreprenør skal se modeller og tegninger i sammenheng.

Selv om den tverrfaglige modellen ikke brukes som arbeidsgrunnlag, er det likevel viktig at modellen er uten vesentlige kollisjoner sier *BIM-koordinator*. Vedkommende forklarer at det noen ganger er lite sammenheng mellom de ulike fagmodellene, og at det finnes konflikter mellom objekter.

*BIM-koordinator* forklarer et eksempel der elektromodellen kommer i konflikt med deler av betongmodellen. Vedkommende viser oss hvordan trekkerør går gjennom betongkonstruksjonen i en pumpestasjon i den tverrfaglige modellen (figur 12). Informanten understreker at det er bestemt i prosjektets K-manual for denne konstruksjonsdelen at trekkerør skal modelleres inn i betongen (figur 13). Det kan resultere i at betongen må kjernebores i etterkant, som ifølge informanten ofte er en dyrere prosess enn å modellere inn. I dette tilfellet ble trekkerør modellert i en revidert modell.



Figur 12: Modellutsnitt av trekkerør i pumpestasjon (Sweco, 2022)

## 2.2. Leveranse av modeller

Modell(er) blir levert sammen med eventuelt tilhørende informasjon i form av tegninger og evt. følgedokument(er).

For konstruksjoner så vil det alltid være minimum to modeller, form og armering.

Modell for form vil kunne inneholde f.eks:

- Tilbakefylling (gitt i form-modellen) som grenser mot en modell for utgraving
- **Trekkerør (gitt i form-modellen) som grenser mot modell for føringsveier elektro**
- VA/utstyr (gitt i form-modellen) som grenser mot modell for føringsveier VA
- Fuktisolering og belegning
- Osv.

Figur 13: Utsnitt av K-manual om leveranse av modeller (Sweco, 2020)

*Tidligere BIM-koordinator* sier at det var lite samsvar mellom VA-tegninger og betongmodellen, og viser til eksempel med noen plass-støpte vannkummer. Informanten sier at de modellerte kummene ikke samsvarte med vannrør og VA-installasjoner, som førte til at NCC ikke kunne bruke tegningene. Informanten sier at arbeidet med vannkummene ble unødvendig tidkrevende på grunn av dette.

Det kommer også fram i intervju med *BIM-koordinator* at det var utfordringer med uforutsette forhold i grunnen som ble oppdaget under grunnarbeider. Grunnlagsdata arbeidet baserte seg på var kanskje ikke tilstrekkelig, forklarer vedkommende. Informanten utdyper at det ikke er alle forhold man kan avdekke i forkant av grunnarbeidene, og at dette ikke handler om dårlig prosjektering. Som et resultat av vanskelige grunnforhold ble det laget 68 revisjoner av VA-modellen, sier *tidligere BIM-koordinator*. *Tidligere produksjonsleder betong* tilføyer at betongmodellen ikke ble revidert i nærheten av like mange ganger. Mange revisjoner i kun én fagmodell kan svekke samsvar i den tverrfaglige modellen, sier informanten.

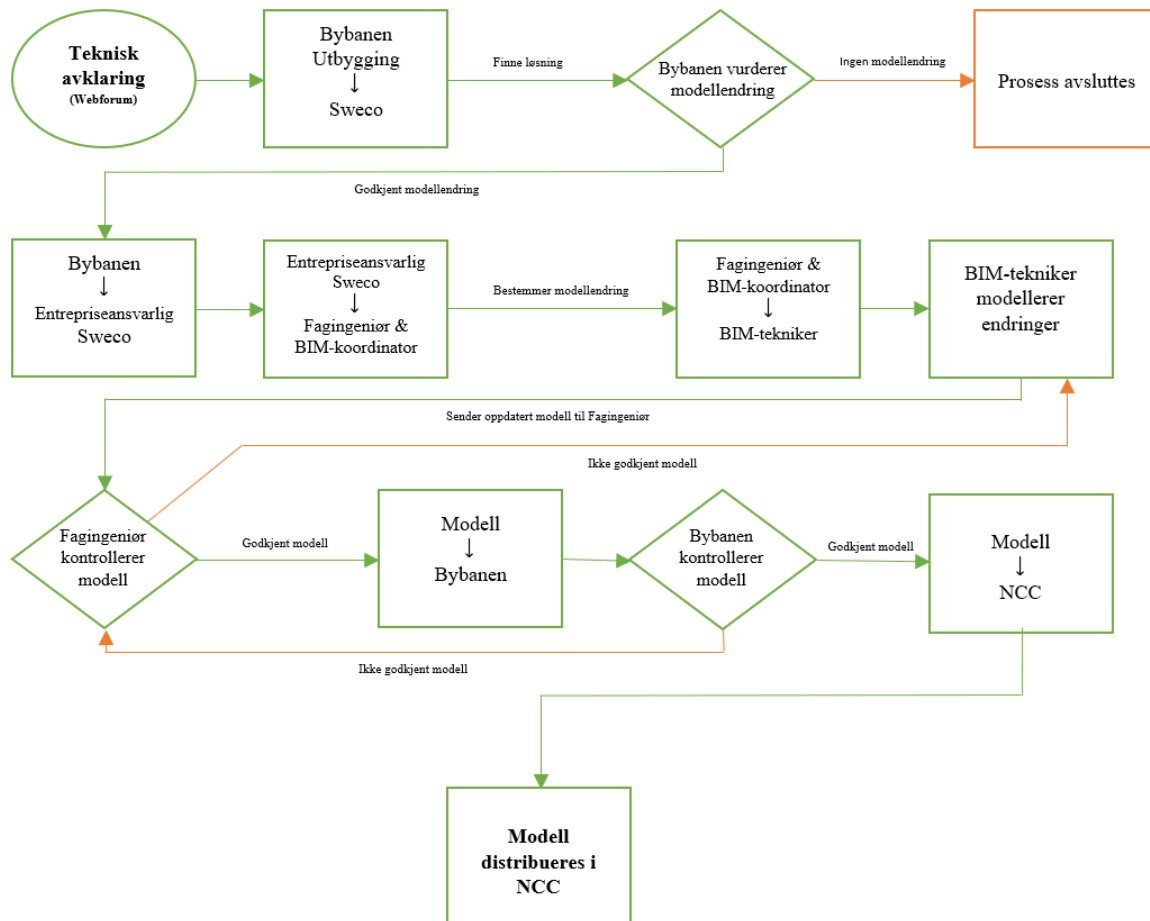
Flere BIM-programvarer har funksjoner som skal fange opp kollisjoner og konflikter i tverrfaglig modell. Solibri er et program med denne funksjonen, men *BIM-koordinator* forteller at modellfilene ofte blir for store til at programmet kan håndtere dem. Navisworks har også en kollisjonskontrollfunksjon, men *BIM-koordinator* sier at han opplever at programvaren fanger opp for mange unødvendige kollisjoner til at dette er effektivt. Dette skjer fordi prosjekterende ingeniør med hensikt ikke har modellert alle detaljer av ulike praktiske grunner. Et eksempel på dette fant vi i den tverrfaglige modellen. Der var ikke utsparinger for rør i en grøft med puk modellert inn, fordi pukken former seg rundt røret ved utlegging. Dette blir regnet som en kollisjon i programmet, men er ikke et problem i praksis.

*BIM-koordinator* forteller at ustabile erfaringer knyttet til programvarens kollisjonskontroll har ført til at NCC utfører manuell visuell kollisjonskontroll i modellene. En visuell kollisjonskontroll betyr at man beveger seg rundt i modellen og undersøker den for å fange opp kollisjoner, utdyper informanten. Det kan være omfattende å gjennomføre en visuell kontroll i en kompleks modell, og det er lett å overse detaljer.

#### Direkte kontakt mellom entreprenør og prosjekterende ingeniør

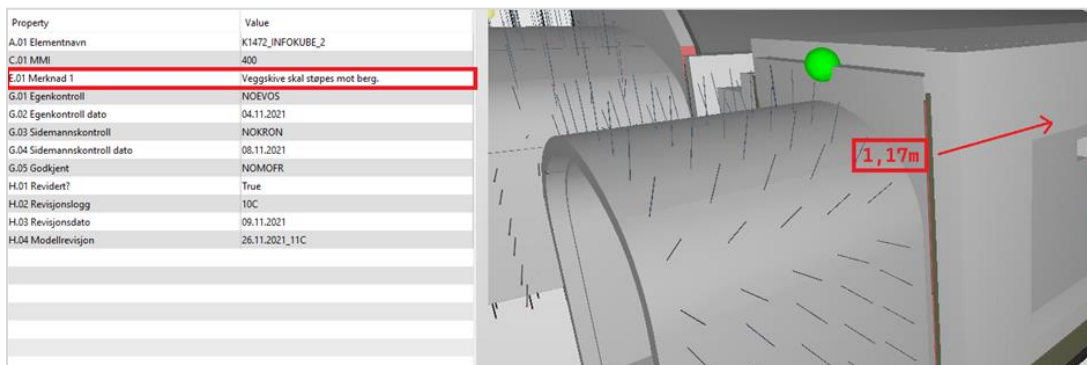
Både *BIM-koordinator* og *tidligere BIM-koordinator*, samt *fagspesialist BIM hos Sweco*, uttrykker at entrepriseformen begrenser samhandling mellom entreprenør og prosjekterende ingeniør. På grunn av entrepriseform må all kommunikasjon og innspill fra entreprenør til prosjekterende gå via byggherren.

Ved feil i modellen må NCC henvende seg til byggherre for modellendring. Prosessen krever at svært mange fagpersoner, både fra prosjekterende og byggherre, blir involvert for avgjørelser og godkjenninger. Byggherre har siste ordet i avgjørelser om modelloppdateringer. I flytskjemaet (figur 14) visualiseres den tidkrevende prosessen for modellendring.



Figur 14: Egenprodusert flytskjema om modellendring i hovedentreprise

Et eksempel hvor det var behov for modellendring handlet om tunnelen på Kristianborg og støping av portal mot berget (figur 15), forteller *BIM-koordinator*. Når grunnarbeidene startet og løsmassene over berget ble fjernet ble det oppdaget at berget sto 1,17 meter lenger ut enn antatt. Dermed måtte veggskiven som skulle enveis-forskales mot berget flyttes 1,17 meter i modellen, og portalen forkortes. Siden dette ble oppdaget like før arbeidet skulle utføres, var det ikke nok tid for Sweco til å ha modellen klar til oppstart. I et møte mellom aktørene ble det avtalt at NCC skulle starte på arbeidet før de fikk modelloppdateringen. Arbeidet som ble utført ble kontrollert opp imot den nye modelloppdateringen i etterkant.



Figur 15: Modellutsnitt av veggskive til tunnelportal (Sweco, 2022)



*Fagspesialist BIM hos Sweco* uttrykker noe av det samme som *BIM-koordinator*.

Vedkommende vektlegger at prosjekteringen skjer helt adskilt fra entreprenør. Det er tidkrevende dersom NCC ønsker endringer i modellen, fordi det må gå gjennom byggherre først. Informanten legger til at entreprisformen også begrenser deres innsyn i utfordringene som oppstår på anleggsplassen. I dette prosjektet kan ikke Sweco besøke anleggsplassen på eget initiativ, grunnet entreprisformen.

#### Tverrfaglige møter

*Tidligere BIM-koordinator* forteller om noe de kaller «tverrfaglige møter». Møtene var ment for å diskutere problemer, blant annet knyttet til BIM, på tvers av entreprenør, prosjekterende ingeniør og byggherre. Informanten opplevde at disse møtene ikke fungerte like effektivt som planlagt. Fra entreprenøren deltok representanter fra ulike fagfelt, deriblant en betongformann. I praksis opplevde informanten at møtene ikke var like effektive som ønsket. Vedkommende uttrykker at det var for mange deltagere med ulike interesser, og at få forsto beskrivelser og detaljer innenfor andres fagfelt. Som et resultat ble det brukt mye tid i møtene, uten at deltakeren fikk særlig hjelp og utbytte. Denne typen møter ble derfor ikke benyttet i stor grad videre i prosjektet.

#### Standardisering og format

*Fagspesialist BIM hos Sweco* sier at BA-bransjen ikke er i mål med utviklingen av felles format for informasjon og data, og metoder for hvordan dette skal utveksles. Bransjen har en del å gå på når det gjelder standardisering av informasjon, og utfordringene strekker seg også utenfor prosjektet.

*BIM-koordinator hos Norconsult* vektlegger viktigheten av å skrive standarddokumentasjon for sin egen bedrift, og å kontraktsfeste dette før oppstart av prosjekter. Et eksempel på standarddokumentasjon er K-manualer prosjekterende har utarbeidet for alle konstruksjonsdeler. Informanten sier at å jobbe standardisert har flere fordeler enn ulemper, og at det er en oppskrift på suksess. Eksempelvis vil standardisering av prosjektpunkt gjøre at ulike aktørers modell kan settes sammen i en tverrfaglig modell momentant uten å gjøre manuelle justeringer for koordinater. *BIM-koordinator hos Norconsult* forklarer også at standardisering kan være begrensende, fordi det ikke gir ansatte like stort spillerom. Likevel uttrykker vedkommende at standardiserte prosesser lønner seg.

*Fagspesialist BIM hos Sweco* forteller i intervjuet at de oppdaget problemer med å hente ut informasjon fra modellen i tidlig fase.

Vedkommende forklarer at det oppsto problemer med å hente ut riktig geometri fra IFC-filer i visningsprogrammer. Det ble brukt ressurser på å løse disse utfordringene fortløpende. Versjonen av IFC-formatet prosjekterende ingeniør opplevde utfordringer med var IFC2x3, forteller informanten. Denne versjonen kan for eksempel ikke håndtere modellerte buer og klotoider. Vedkommende påpeker også at det ikke finnes en standard for infrastruktur for denne versjonen av formatet. På den andre siden er den nye versjonen IFC4 på vei inn i bransjen forteller informanten, som har forbedringer som vil forenkle bruken av formatet.

	Fag	Forkortelse
IFC	Elektro	EL
	Arkitektur	ARK
	Konstruksjon	KON
DWG	Landskapsarkitektur	LARK
	Vann og avløp	VA
	Geoteknikk	GEO
	Veisystem	VEI
	Anleggsplan	TEL
	Sporsystem	SPO
	Fjernvarme	FJVA
	Innmålinger	INMA
	Som Bygget	SB

Tabell 7: Utdrag av leverte filformater i modell basert på (Sweco, 2022)

Tabell 7 lister opp et utdrag av ulike fags modeller og hvilket filformat de leveres som til entreprenør. Informasjonen er uthentet fra den tverrfaglige modellen til prosjektet. Bestemmelsene om hvilket filformat hvert fag skal levere sine modeller kommer fram i BIM-manualen forklarer *BIM-koordinator*.

*BIM-koordinator* viser til utfordringer med standardisering. Sweco og andre prosjekterende ingeniører har egne kodesystem for «property sets» for blant annet navngiving i modellen. Et eksempel på navngiving av en konstruksjonsdel er «K1202-F001-002» (figur 16 og 17). Denne navngivningen er lite informativ for entreprenør. Vedkommende bruker derfor tid på å legge inn navn som «østvegg», «vestvegg» og tilsvarende i visningsmodellen i Trimble Connect, for å gjøre modellen mer forståelig for yrkesarbeiderne.

F.07 Konstruksjonsdel	K1202-F001-002	Nummer på konstruksjonsdel. Armering skal ha samme konstruksjonsdelsnavn som betongen den først støpes inn i.
-----------------------	----------------	---

Figur 16: Utsnitt fra K-manual av navngiving på konstruksjonsdel (Sweco, 2020)

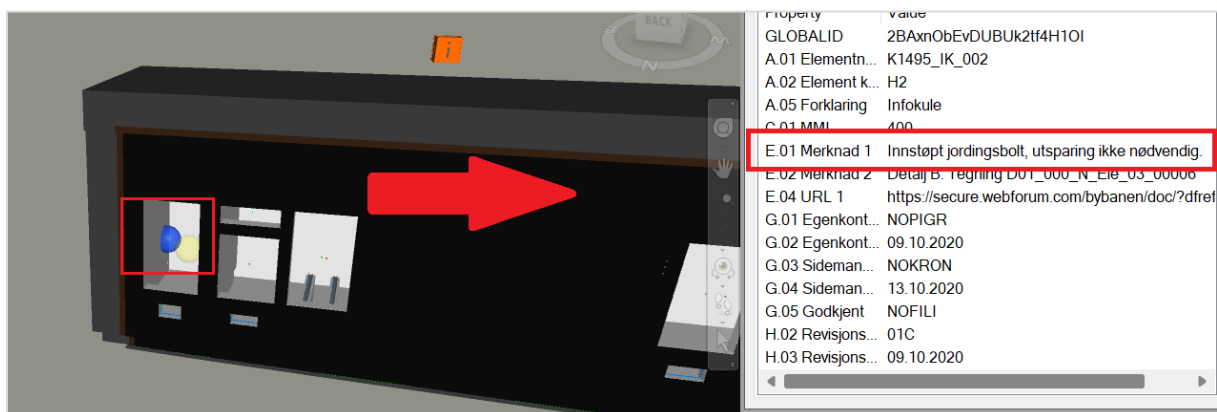
Informanten forklarer at navngiving med bokstaver og tall opprinnelig kommer fra byggebransjen. I bygg har man gjerne flere etasjer, der forklarende navngiving som «østvegg» og «vestvegg» ikke er hensiktsmessig. Prosjektet har ikke denne utfordringen siden det er et infrastrukturprosjekt uten fleretasjes bygg. Prosjekterende ingeniør bruker sin standardiserte navngiving forklarer *BIM-koordinator*.

Property	Value
A.01 Elementnavn	K1472-V100-001
A.02 Element kapittel	F61
A.03 Prosesskode	844122
A.04 Prosess forklaring	betong-b45-sv-standard
C.01 MMI	400
D.01 Material	Betong B45 SV-Standard
D.04 Egendefinert	Luftinnhold: 4.5+/-1.5 %
D.05 Bestandighetsklasse	MF40
D.06 Kloridklasse	Cl 0,10
E.02 Merknad 2	Ikke synlige flater: Valgfri forskaling. Synlige flater: Bordforskaling
F.07 Konstruksjonsdel	K1472-V100-001
G.01 Egenkontroll	NOALMI
G.02 Egenkontroll dato	11.02.2021
G.03 Sidemannskontroll	NOKRON
G.04 Sidemannskontroll dato	11.02.2021
G.05 Godkjent	NOMOFR
H.02 Revisjonslogg	03C
H.03 Revisjonsdato	12.02.2021
H.04 Modellrevisjon	26.11.2021_11C

Figur 17: Eksempel på property sets (Sweco, 2022)

## Informasjonskuler

*BIM-koordinator* forteller at modelleringsarbeid noen ganger blir erstattet med informasjonskuler i modellen (figur 18). Dette er et objekt i modellen med «property sets» som forklarer eller gir informasjon om en konstruksjonsdel eller objekt. Informanten opplever at denne løsningen alene ikke alltid gir tilstrekkelig informasjon. Vedkommende viser oss et jordingspunkt på et likeretterbygg i modellen for å illustrere. Jordingspunktet ble lagt til i modellen som en informasjonskule, men ikke modellert inn. *BIM-koordinator* forklarer at dette utelater viktig informasjon om nøyaktig plassering og detaljer, og at det er tidkrevende å innhente manglende informasjon gjennom Webforum. Mer detaljert modellering i slike tilfeller er en preferanse fra entreprenør sin side. Likevel understreker informanten at detaljgrad er kontraktfestet i prosjektet, og at denne måten å modellere på ikke er en feil.



Figur 18: Modellutsnitt av informasjonskule (Sweco 2022)

## Programvarer

*Produksjonsleder betong* forteller at det kan være utfordrende at de bruker mange ulike programvarer i samme prosjekt. Det blir nevnt programmer som Trimble, Navisworks, Solibri og Dalux. Noen funksjoner finnes i flere av programmene, men for å få dekket alle behov brukes programmene parallelt. Eksempelvis føres sjekklister i Dalux, for deretter å bli eksportert som PDF til Webforum for FDV-dokumentasjon.

*BIM-koordinator* legger til at denne utfordringen særlig gjelder prosjektledelsen. Arbeiderne ute bruker i utgangspunktet bare Trimble Connect. Prosjektledelsen bruker gjerne programvarene sjelden, men bør likevel ha god kontroll på de ulike programmene og funksjonene.

*BIM-koordinator hos Norconsult* nevner at også han opplever det utfordrende med for mange programmer på deres prosjekter. Ulike funksjoner fra forskjellige programmer brukes parallelt, som fører til at de må gjøre samme prosess flere ganger. Informanten forteller at dette hindrer dem fra å utvikle og optimalisere bruken i et verktøy.

### 4.3.1 Innførte tiltak for samhandling

Videre i dette delkapittelet presenteres to tiltak entreprenør allerede har innført, som de opplever at bidrar positivt til BIM og samhandling.

#### BIM-geomatikkmøter

*BIM-koordinator* forteller at det annenhver uke avholdes et møte, kalt BIM-geomatikkmøte, som samler entreprenør, prosjekterende ingeniør og byggherre. Formålet er å diskutere eventuelle spørsmål entreprenør har til modellen, revisjoner og tidsfrister. Dersom ikke entreprenør og prosjekterende ingeniør blir enige har alltid byggherre siste ord på grunn av entrepriseform. Økonomi og priser kan også diskuteres i disse møtene, legger informanten til. *Produksjonsleder betong* bekrefter i intervjuet at BIM-geomatikkmøter er til god hjelp.

Gruppen gjennomførte en ikke-deltagende observasjon av et BIM-geomatikkmøte. Tabell 8 presenterer relevante funn basert på observasjonsskjemaet (vedlegg 2) fra møtet.

<i>Er det en tydelig leder/ordstyrer?</i>
Ja. En av møtedeltakerne hadde rollen som ordstyrer gjennom hele møtet. Det kommer ikke fram i møtet hvilken rolle denne personen har i prosjektet.
<i>Har møtet en klar visjon?</i>
Ja. Visjonen for møtet var å finne svar på spørsmål og problemer knyttet til modell og tegninger. Sakene som skulle tas opp var innmeldt på forhånd og skrevet ned i et felles dokument. Det opplevdes som at alle møtedeltakerne var kjent med formål og møteform, trolig på grunnlag av at slike møter holdes regelmessig.
<i>Har møtet en tydelig tidsplan?</i>
Nei. Det var ingen tydelig tidsplan i møtet, og møtet oppleves noe ustrukturert.
<i>Blir det funnet løsninger på eventuelle utfordringer som blir tatt opp?</i>
Ja. Det fremstår som at alle sakene og spørsmålene som blir tatt opp, blir løst eller delegert til noen som kan ta det videre.
<i>Opplevs det som at alle møtedeltakerne forstår det som blir snakket om?</i>

Ja. Det blir delt skjerm store deler av møtet for å orientere deltakerne om hvilken konstruksjon eller del av prosjektet som blir diskutert.
<i>Er det noe som forstyrrer møtet?</i>
Nei. Ikke av betydning.

Tabell 8: Funn i ikke-deltagende observasjon av BIM-geomatikk møte

### Møter med Trimble Connect

I første del av prosjektet ble det avholdt møter mellom Trimble og NCC hver 14. dag, forteller *BIM-koordinator*. Møtene ble avholdt jevnlig de første to årene av prosjektet. Formålet var å diskutere og kartlegge muligheter og utfordringer knyttet til programvaren Trimble Connect. Etter hvert ble også Veidekke, Hæhre, Kruse Smith, Skanska og Vianova invitert med på disse møtene, fordi de også ønsket å bruke Trimble i sine prosjekter. Disse entreprenørene er konkurrenter, men har et felles mål om å bidra til implementering av BIM i bransjen. Erfaringsutveksling er en nøkkelfaktor for å få til dette, sier informanten. Trimble har begrensede ressurser, og på møtene kunne de sammen bli enige om hva som burde prioriteres.

## 5 Drøfting

Resultatkapittelet kartlegger utfordringer med BIM hos NCC. Utfordringene kan oppsummeres som manglende kompetanse om BIM, begrenset praktisk tilnærming, varierende holdninger, BIM-utstyr, modellpreferanser, tverrfaglig modell, direkte kontakt mellom entreprenør og prosjekterende ingeniør, og standardisering. I dette kapittelet skal funnene drøftes opp mot kunnskapsgrunnlag, teorikapittel og egne refleksjoner. Drøftingen skal svare på problemstillingen og lede til en konklusjon. Vi understreker at løsningene som drøftes fram ikke er testet ut, og vi kan ikke si noe om i hvilken grad de faktisk vil forbedre utfordringene.

### 5.1 Opplæring og organisering

#### Kompetanse i avgjørelser om BIM

Utfordringer rundt kompetanse i avgjørelser om BIM kommer fram gjennom intervju med entreprenør. Hansen og Gressgård (2021) peker på forskning som sier at BIM kun fungerer om man har et kunnskapsnivå i alle ledd. For at BIM skal fungere i NCC som organisasjon må samtlige fra konsernadministrasjonen til yrkesarbeiderne ha den nødvendige kunnskapen om BIM for sitt ansvarsområde. Dette betyr at ulike brukergrupper i organisasjonen bør ha opplæring til sitt nivå. På denne måten kan man i større grad forsikre seg om at NCC tar de riktige og nødvendige avgjørelsene om BIM.

I dag gjøres denne opplæringen når ansatte uttrykker behov for opplæring. Et alternativ kunne vært å kartlegge hvilke behov ulike stillinger har til kunnskap om BIM, gjennomføre opplæring basert på kartleggingen, og således lede til et kunnskapsløft. Slik kan NCC videre planlegge hvordan de skal organisere og skape rutiner for opplæringen.

Filstad (2010) peker på praktisk læring som nøkkelen til et høyt kunnskapsnivå. Dette vanskeliggjøres for de lederne som tar avgjørelser om BIM, men ikke er samlokalisert med prosjektledelsen på anlegget. Innkjøp av BIM-utstyr, for eksempel datamaskiner, er en avgjørelse som burde tas i samråd med ansatte som har kjennskap til BIM i praksis. Uten nærhet til arbeidene eller prosjektledelsen på anlegget vil ikke disse lederne få praktisk læring (Filstad, 2010). For å oppnå et kunnskapsløft kan NCC vurdere å organisere egne kurs og opplegg der ansatte som arbeider med BIM utenfor anlegget får besøke anleggsplassen. Dette kan være utplasseringer der ansatte for eksempel deltar på presentasjoner, datakurs, befaringer og ser praktisk bruk av BIM-utstyr.

Avgjørelser om BIM tas ofte før fagfolk med kompetanse om BIM involveres i prosjekter. Ledere som tar avgjørelser, burde dermed forespørre tilbakemeldinger og rådgivning fra disse fagpersonene. Eksempelvis kan NCC opprette kommunikasjonskanaler mellom BIM-koordinator eller funksjonærer med lignende ekspertise og prosjekterende, i tidlig fase. Dette vil også være et kunnskapsløft for lederen som tar avgjørelser om BIM, som sammenfaller med Hansen og Gressgård (2021) sin oppfordring om BIM-kunnskap i alle ledd. På den andre siden begrenser hovedentreprisen tidligere involvering av BIM-koordinator. Dette kommer av at involvering av entreprenør før kontrahering i en offentlig anskaffelse kan gi konkurransefortrinn, og er ulovlig forteller *fagspesialist BIM hos Sweco*.

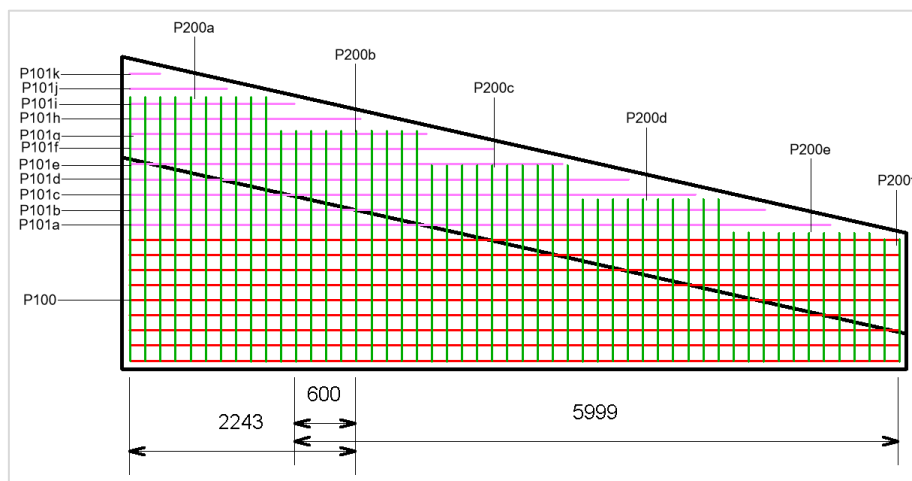


Det er fordelaktig å hente erfaring og kompetanse fra fagfolk som har kunnskap om BIM tidligere i prosjekteringen. Ved å avklare kravene og forholdene rundt BIM vil forventningene og leveransen av et prosjekt stå i forhold til hverandre. Man kan også anta at organisasjonen vil oppleve et kunnskapsløft ved tidligere involvering av BIM-koordinator. Dette kan skje fordi denne rollen i større grad tar del i prosjekteringen, ytrer meninger og forslag om BIM og forklarer hvordan prosjekteringen burde foregå. Dermed kan man anta at utfordringene med manglende kompetanse om BIM i noen grad og over tid vil fjernes ved tidligere involvering.

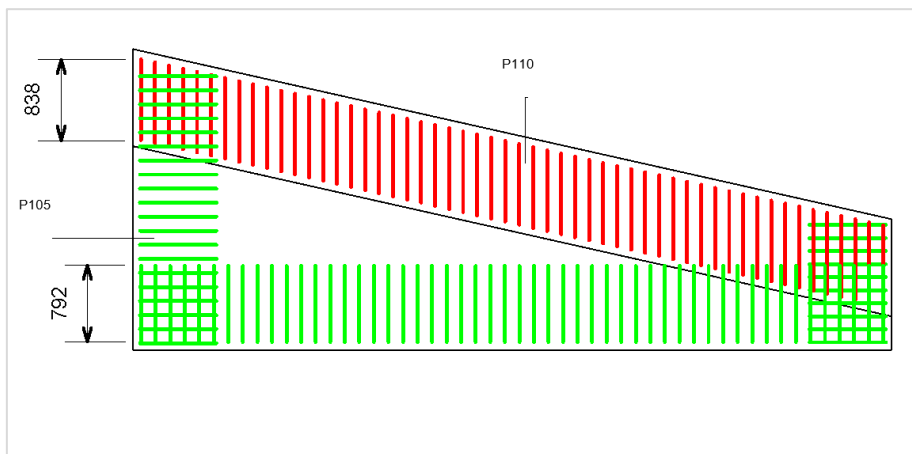
### Praktisk tilnærming

Utfordringer knyttet til praktisk tilnærming handler om entreprenørens ønsker til utforming av modell. Modellene bærer til tider preg av upraktiske og ulogiske løsninger slik som entreprenør beskriver sine arbeidsmetoder.

Entreprenør ytret et ønske om mer praktisk tilnærming til modellering av armering, og trakk fram et eksempel om armering i en skrå betongvegg. Figur 19 og 20 viser et forslag til hvordan dette kunne blitt modellert i tråd med entreprenørs arbeidsmetode. Her har u-bøyler (P110) blitt forlenget, samt vertikale stendere (P200) fått bestemte høyder slik at de kan bestilles i bulk. I tillegg har horisontale stendere (P100) i større grad fått bestemte lengder med overlapp for enklere bestilling.



Figur 19: Egenprodusert modell av vertikale og horisontale stendere



Figur 20: Egenprodusert modell av u-bøyler

Prosjekterendes mulighet til å tilfredsstille ønsker fra entreprenør begrenses av entrepriseform (Segbø, 2022). Prosjekterende hadde ingen måte å forutse hvilke arbeidsmetoder og ønsker NCC har knyttet til armering i forkant av prosjektet, fordi det er en hovedentreprise. Arbeidsgrunnlaget ble utarbeidet før NCC ble kontrahert, og preferanser rundt hvordan armering modelleres varierer fra entreprenør til entreprenør.

For å få kjennskap til entreprenørs arbeidsmetoder og ønsker, bør entreprenør og prosjekterende involveres med hverandre i tidligfase. Tett samarbeid bør opprettholdes gjennom alle prosjektets faser. Et slikt samarbeid muliggjøres i en samspillsentreprise, og hverandres ønsker kan lettere ivaretas.

Om et lignende framtidig prosjekt likevel skal gjennomføres som en hovedentreprise kan prosjekterende gjøre tiltak for at modelleringen skal ha en mer praktisk tilnærming. Prosjekterende kan sørge for at en andel av sine ansatte har tidligere praktisk erfaring fra entreprenørsiden, i tråd med Filstad (2010). Dette vil gi et kunnskapsløft innad i deres organisasjon (Hansen & Gressgård, 2021). I intervju med prosjekterende bekreftet informanten at ansatte med praktisk erfaring med BIM på anlegget har et fortrinn ved modellering. Det kan for eksempel være erfaring som ingeniør hos entreprenør. Disse ansatte har vært mer til stede på anleggsplassen og hatt mulighet til praktisk læring gjennom arbeid tett på yrkesarbeidere. Ansatte som kun har jobbet inne på kontor har mindre forutsetning for å ha denne praktiske forståelsen.

En løsning drøftet under «kompetanse i avgjørelser om BIM» foreslår krav til utplassering på anlegget. Dette kan også være et tiltak for at ansatte hos prosjekterende skal få en mer praktisk tilnærming til det de modellerer.

Eksempelet om feil i armeringen på brudekket kan også handle om en utilstrekkelig gjennomgang av arbeidsgrunnlaget før byggestart av NCC. En slik omfattende feil burde blitt oppdaget i denne gjennomgangen. NCC har i dag mye erfaring med BIM sammenlignet med når prosjektet startet. Prosjektet er et av de første som skal gjennomføres fullstendig modellbasert. Sannsynligvis ville denne feilen lettere blitt oppdaget i dag.

### Holdninger til BIM

Entreprenør opplever tidvis dårlige holdninger rundt opplæring av BIM. Disse oppstår både blant leder og yrkesarbeidere.

Hansen og Gressgård (2021) forklarer at lederes holdninger i en organisasjon smitter over på de ansatte. NCC må ta tak i dårlige holdninger hos ledere. I resultatdelen kommer det ikke fram hvorfor disse holdningene blant lederne oppstår, men de kan bunne i kunnskapsmangler (Svalestuen & Knotten, 2017). Derfor burde det kartlegges hvilke kunnskaper en ansatt har om BIM før vedkommende blir leder. Dette skal føre til korrekt opplæring i henhold til lederens ansvar (B. Kumar, 2015). På grunnlag av dette er det grunn til å tro at tilstrekkelig opplæring kan bedre leders holdninger til BIM.

Et annet tiltak for å endre holdninger til BIM er tidlig brukerinvolvering (Hansen & Gressgård, 2021). Ved å la ansatte påvirke bruken av BIM vil ansatte oppleve økt forståelse og holdningene kan endres. Eksempelvis kan arbeidere bli inkludert i testing av BIM-utstyr.

## 5.2 Ressursbruk

### BIM-utstyr på anleggsplass

I oppgavens resultatdel kommer det fram at entreprenør opplever utfordringer knyttet til BIM-utstyr på anleggsplassen. For full utnyttelse av BIM på anleggsplassen er entreprenør avhengig av å ha BIM-utstyr som fungerer til sitt formål. Vi tolker nevnte utfordringer som at det ikke er utstyret i seg selv det er noe galt med, men heller at utstyret ikke fungerer som forutsett.

Utfordringen med at mobile enheter glemmes rundt om på anleggsplassen skal i utgangspunktet ikke skje, men er vanskelig å forebygge siden det antakeligvis ikke er med hensikt. På den andre siden kan et lånesystem gjøre arbeiderne mer observant på at lånt utstyr skal tilbakeleveres. I lånesystemet må det opplyses om brukers navn, tidspunkt for lån og årsak for lån. Et slikt system bør være digitalt, primært for å stå i stil med BIM og bærekraftige løsninger (Prebanić & Vukomanović, 2021). Dokumentering forenkles slik at man har mulighet til å ansvarliggjøre ved tap, også lenge etter hendelsen. Dette kan bidra til at økt ansvarsfølelse ovenfor BIM-utstyret. Til sist vil et digitalt system også forenkle bruken, og dermed øke ønsket om å benytte seg av det. Optimalt sett burde enhver bruker av systemet kunne føre sitt lån uavhengig av dataenhet. Eksempelvis på nettbrett eller en smarttelefon hvor som helst på anleggsplassen.

Nettbrettets og smarttelefonens strømkapasitet vil alltid være begrenset og kommer fram som en annen utfordring hos entreprenøren. For å sørge for at det er tilstrekkelig med strøm på mobile enheter må brukerne sette dem til oppladning ved tilbakelevering. Blant annet vil det foreslåtte lånesystemet også ansvarliggjøre ansatte som glemmer dette, og dermed bidra til å skape gode rutiner i organisasjonen.

Optimal størrelse på nettbrettet og smarttelefonens størrelse kommer fram som en tredje utfordring. Skjermene må ikke være for små, fordi det da er vanskeligere å navigere seg rundt i modellene. På den andre siden må skjermene heller ikke være for store, fordi det da er upraktisk å bringe utstyret med seg rundt på anleggsplassen. Én løsning på dette kunne vært at bedriften testet ut forskjellige typer og størrelser før de bruker økonomiske ressurser på noe som kanskje ikke fungerer. Å sette av mer midler til testing av BIM-utstyr kunne økt effektiviteten på anleggsplassen. Det er gode prognoser som tilsier at BIM på anleggsplass er fremtiden (Næringslivets Hovedorganisasjon, u.å.), og at det dermed vil være verdifullt for entreprenøren å sette av ressurser til testing for å finne gode løsninger.

BIM-kioskene skal fungere som et bedre alternativ for uthenting av informasjon, sammenlignet med kontor på brakkerigg. Ved flere anledninger erfarte vi at yrkesarbeidere kom direkte til BIM-koordinator på brakkeriggen for å stille spørsmål. Dette i seg selv er ikke en utfordring. Likevel kan det indikere at BIM-kioskene ikke tjener sitt formål, som er å forenkle uthenting av informasjon i nærhet av arbeidsområdet (Svalestuen & Knotten, 2017).

For at BIM-kioskene skal ha full effekt viser det seg at plassering og antall spiller en viktig rolle. Det bør alltid være BIM-kiosker i direkte nærhet av der det utføres aktiviteter, og dersom ulike aktiviteter er spredt utover anleggsplassen må det være nok BIM-kiosker til å dekke alles behov. I verste fall kan store distanser føre til at arbeiderne ikke bruker BIM-

kioskene, og at investeringen ikke tjener sin nytte. For å kontrollere at BIM-kioskene er plassert i forhold til aktiviteter på anleggsplassen bør det opprettes rutiner for dette. Ved oppstart av nye aktiviteter på anleggsplassen bør BIM-kioskens plassering kartlegges og vurderes, og således flyttes ved behov. Dette kan gjøres oversiktlig i eksempelvis Dalux, der kontroll av en slik rutine kan dokumenteres.

Gjennom befaringer på anleggsplassen fikk vi selv se BIM-kioskene til NCC. Kioskene var enkle uten unødvendige møbler og gjenstander, men opplevdes noe romslige. Den må være stor nok til å dekke BIM-kioskens formål, men ikke så stor at den utnyttes som pauserom. På grunnlag av dette kan det antas at kioskene med fordel kunne vært mindre for å forebygge en «pauserom-følelse». Ved å redusere kioskens størrelse vil de sannsynligvis bare romme et par ansatte som kan gjøre sitt arbeid på datamaskinen.

På tross av at BIM-utstyret ikke alltid fungerer som planlagt, vurderes de som et av de mest verdifulle hjelpemidlene på anleggsplassen sett i lys av BIM og digitalisering av BA-bransjen (Prebanić & Vukomanović, 2021). Det kan derfor være nødvendig å fortsette å bruke økonomiske ressurser på BIM-utstyr, og gjerne også prioritere mer tid på kurs og bedre opplæring av bruk (Svalestuen & Knotten, 2017).

#### Detaljnivå i modell

I resultatdelen kommer det fram at detaljnivået i modellen ikke alltid tilfredsstillende for entreprenørens ønsker. Det må understrekes at dette er en smakssak fra entreprenørs side, som de uttrykker at kan være fordelaktig for dem. Fordelene av en mer detaljert modell kan være redusert forvirring blant yrkesarbeiderne, tidsbesparelser og motvirke risikoen for byggefeil.

At det ofte brukes for lite tid og ressurser på BIM i tidligfase (Converto AS & SINTEF, 2021), kan drøftes som en årsak for detaljnivået i modellen. Modeller er kostbart, og detaljer som byggherren mener entreprenør har gode nok kunnskaper om, kan vurderes som ikke nødvendig å modellere. Entreprenør godkjenner arbeidsgrunnlag i kontrakt før mottakelse, og skal være klar over modellens detaljnivå før gjennomføringsfase. Dette er på den andre siden en utfordring som ikke kan løses direkte av entreprenør eller prosjekterende ingeniør.

I en hovedentreprise blir modellens detaljnivå bestemt i prosjektets BIM-manual. Detaljeringsnivået er utarbeidet av byggherre og godkjent av prosjekterende ingeniør. Entreprenør har dermed lite påvirkning på utarbeidelsen av dette. For å tilfredsstille entreprenørs preferanser knyttet til detaljnivå i modell, kan en mulig løsning være å legge mer tid og ressurser i tidligfase. Ved valg av en annen entrepriseform i framtidige prosjekter, eksempelvis totalentreprise eller samspillsentreprise, hadde entreprenør i større grad hatt mulighet til å påvirke ressursbruk og detaljgrad.

#### Oppdatering av modell

Usikkerheten knyttet til byggeprosjekter er generelt stor (Rolstadås, 2020), og man må forvente endringer i gjennomføringsfasen. Alle informanter hos entreprenør ser på det som utfordrende at modellen ikke alltid oppdateres ved endringer. Dette fører til utdaterte modeller som øker sjansen for byggefeil.

Det må først drøftes hva entreprenør kan gjøre for å løse utfordringer av denne typen. Utdaterte modeller krever at yrkesarbeiderne informeres om endringer på andre måter. Dette svekker et av hovedprinsippene knyttet til BIM, nemlig informasjonsflyt. Desto viktigere er det at entreprenør har etablert et godt og oversiktlig system for endringer i slike tilfeller. I resultatdel kommer det fram at avklaringer knyttet til endring av modell gjøres på møter, Webforum, epost eller i kontrollørmeldinger. For å holde det mer oversiktlig burde entreprenør kommunisert avklaringer om endringer gjennom én kanal. Dette er fordi endringer i modellen er kritisk informasjon for yrkesarbeiderne, for å unngå byggefeil og økte kostnader.

At det oppstår uoverensstemmelser knyttet til entreprenørs ønsker og prosjekterendes muligheter for oppdatering av modell, skyldes i stor grad prosjektets entreprisreform. Hadde prosjektet benyttet seg av en totalentreprise, kunne entreprenør prioritert ønskede oppdateringer av modeller selv. Likevel avhenger dette av kontrakt med byggherre. En variant av samspillsentreprise kunne også vært aktuelt da det hadde ført til tettere involvering og dialog mellom aktørene, der entreprenør kunne uttrykt behov for oppdateringer av modell.

### Kritisk tidslinje

Begrenset ressurstilgang fører til at prosjekterende ingeniør må prioritere aktiviteter som følger kritisk tidslinje. Dette fører til at prosjekterende til tider må se vekk fra entreprenørs ønsker.

Ressurser bør fordeles slik at nødvendige ressurser til hvert av prosjektets aktiviteter er tilstrekkelig (Mubarak, 2015). Likevel vet vi at ressurser ikke er ubegrenset i et byggeprosjekt. Dette fører til at det må settes prioriteringer til hva ressursene skal gå til. Aktiviteter som følger kritisk tidslinje er naturlig å prioritere, da prosjektets progresjon styres etter disse. For at alle entreprenørs preferanser skal kunne dekkes, samt at prosjekterende ingeniør skal strekke til alle prosjektets aktiviteter, krever det økt ressursbruk.

Også her kan totalentreprise eller en variant av samspillsentreprise påvirke involvering og dialog mellom aktørene, og prosjekterende ingeniør hadde hatt mulighet til å uttrykke ressursbehov i større grad.

### 16-6 prosess

I resultatdelen kom det fram at 16-6 prosessen ikke var et like effektivt hjelpemiddel som det har til hensikt å være. Det viser seg at det er vanskelig å planlegge et byggeprosjekt langt fram i tid.

Lean-konstruksjon understreker at det er vanskelig å sette et fast tidspunkt på en aktivitet før 3-8 uker før aktiviteten skal skje, på grunnlag av de syv ulike forutsetningene som kan påvirke prosjektets aktiviteter (Wig, 2015). Ved tilfeller der forutsetningene for usunn aktivitet er store, kan LPS-prinsippet vurderes som en passende løsning, både for entreprenør og prosjekterende ingeniør. Dette innebærer at produksjonsplanlegging og detaljering av modell utsettes til et så sent tidspunkt som mulig, anbefalt 3-8 uker før aktiviteten skal skje. Derfor bør 16-6 prosessen endres slik at den også kommer entreprenør til gode.

LPS strider noe mot MacLeamys kurve (Davis, 2013), og viser at det bør settes av tilstrekkelig med ressurser til endringer av modell også i gjennomføringsfase. Hvilke aktiviteter som krever ressursprioritering fra tidligfase og hvilke aktiviteter som kan gjennomføres som LPS bør derfor kartlegges gjennom en hindringsanalyse (Wig, 2015).

Involverende planlegging kan også være en god metode, men krever en annen entreprisform fordi det avhenger av tett kontakt mellom entreprenør og prosjekterende. Samspillsentreprise kan være en passende entreprisform ved innføring av denne metoden.

### 5.3 Samhandling

#### Tverrfaglig modell og fagmodeller

Utfordringer med tverrfaglige kollisjoner indikerer lite samsvar mellom fag, og kan bunne i problemer med den tverrfaglige samhandlingen. Flere fagmodeller som skal sammenfattes i én tverrfaglig modell krever god koordinering.

Informanter uttrykker i intervju at det kan være mer utfordrende å få ordnet kollisjoner i gjennomføringsfasen. En grunn kan være at prosjekterende da er involvert i mange andre prosjekter som gjerne prioriteres fremfor å rette opp kollisjoner. MacLeamy-kurven viser også hvordan det er dyrt å gjøre endringer på et sent tidspunkt (Davis, 2013). På dette grunnlaget kan vi si at det er viktig å oppdage kollisjoner tidligst mulig.

Et tiltak for å avdekke kollisjoner tidlig kan være innføring av samtidig prosjektering og samlokalisering. De som prosjekterer for ulike fag kan da samles i arbeidssesjoner, enten fysisk eller digitalt, og jobbe tett for å utarbeide en tverrfaglig modell. Veilederen for samtidig prosjektering sier at man slik kan oppnå gevinster som forbedret kvalitet på modellene og redusert omprosjektering gjennom tverrfaglige avklaringer (Tveiten, 2016). Dette underbygges av forskning som sier at vi trenger prosjektdeltagere som jobber tettere og mer integrert sammen (Swärd et al., 2017).

For å få til samtidig prosjektering skriver Tveiten (2016) om blant annet to suksesskriterier som bør være oppfylt. For det første er det viktig at alle deltakerne viser tillit og respekt for de andre disiplinenes kompetanse. Det er ikke hverandres fagfelt som skal diskuteres, men utfordringer i grensesnittet mellom fagene. Det er for eksempel ikke prosjekterende for vann og avløp sitt ansvar å se til at prosjekterende for bygg modellerer alt av betongkonstruksjoner riktig. Målet er at saklige diskusjoner skal legges til rette for bedre koordinering i grensesnittet mellom fag.

Et annet suksesskriteriet er motivasjon hos deltakerne. Fasilitator må sørge for at deltakerne opplever eierskap. Ved å innføre mer samspill i prosjektet kan deltagere føle mer eierskap, fordi de blir involvert tidlig i prosjektet (Aarseth, 2008). Tidlig involvering kan gjøre at deltakerne får bidra med sin kompetanse i utarbeidelsen av fremdriftsplaner.

Et minus med samlokalisering er at gruppen gjerne ikke fungerer produktivt fra start. Gruppen må gjennom en utviklingsprosess for å kunne jobbe bra sammen (Svendsen & Vegerstøl, 2012), noe som er tidkrevende.



En egen rolle som opptrer som fasilitator i arbeidssesjonene vil være fordelaktig, men ressurskrevende. En mulighet kan være å tildele en allerede involvert rolle noe av ansvaret en fasilitator ville hatt, som planlegging og gjennomføring av arbeidssesjoner. Da kan man sannsynligvis oppnå noen av de samme gevinstene. Det er heller ikke nødvendig at all modelleringen skjer i arbeidssesjoner. Ved å legge en bestemt andel av prosjekteringen til felles arbeidssesjoner, er det sannsynlig at man vil se forbedringer i det tverrfaglige arbeidet. Prosjekterende kan teste ut ulik grad av samlokalisering i kommende prosjekter og kartlegge nytte i forhold til mengde.

Som et tiltak for å unngå tverrfaglige kollisjoner kan prosjekterende ingeniør altså innføre elementer av, eller fullstendig innføre, samtidig prosjektering. Knyttet til dette kunne en form for samspillsentreprise vært fordelaktig. Samtidig prosjektering bidrar til dialog og åpenhet, som er viktige faktorer i en samspillsentreprise.

For å fange opp de tverrfaglige kollisjonene gjennomføres kollisjonskontroller. NCC bruker manuell visuell kollisjonskontroll. Dette fordi de opplever at kollisjonskontrollfunksjonene i BIM-programvarer ikke fungerer tilstrekkelig. Det er ingen enkel løsning på problemet, og det er begrenset hva entreprenør, prosjekterende ingeniør og byggherre kan gjøre alene. Problemet involverer i stor grad selskapene som eier og utvikler programvarene. Det er også viktig å ta med i betraktningen at vi har hørt om denne utfordringen fra kun én BIM-koordinator. Et mulig scenario kan være at denne BIM-koordinatoren ikke bruker programvarene eller funksjonene riktig, altså at problemet skyldes brukerfeil. Basert på intervjuene og arbeidet med oppgaven er vårt inntrykk at BIM-koordinator har god kunnskap om programvarene, og vi drøfter videre som at utfordringen ikke bunner i dette.

En løsning kan være at programvareselskapene utvikler og forbedrer programvarene, slik at behovet for omfattende manuell kontroll forsvinner. Solibri bør utvikle kollisjonskontrollfunksjonen slik at den kan håndtere større modellfiler. Autodesk bør utvikle Navisworks slik at funksjonen for kollisjonskontroll kan brukes selv om arbeidsgrunnlaget mangler noe detaljmodellering. Vi forventer økt bruk av BIM i bransjen (Nordic BIM group, u.å.), og det er derfor sannsynlig at programvarene vil utvikles og forbedres i årene framover.

Programvareselskapene bør legge til rette for at virksomhetene som benytter programvarene kan komme med tilbakemeldinger og innspill. Dette kan brukes til å kartlegge utfordringer og muligheter med programvarene. På samme måte som entreprenører deltok i møter med Trimble Connect, kan Solibri og Autodesk bruke samme framgangsmåte. Vi har ikke undersøkt om de gjør dette allerede. Kartlegging må gjøres grundig, og det er naturlig å forvente at en vesentlig oppgradering av programvaren tar tid.

I tillegg til forbedringene som faller på programvareselskapene, må vi se på hva NCC og prosjekterende ingeniør kan gjøre for å løse utfordringen. Enten kan prosjekterende ingeniør bruke mer ressurser på å utarbeide tilnærmet fullstendig detaljerte modeller. Da vil NCC kunne bruke kollisjonskontrollfunksjonen i Navisworks i større grad. Alternativt kan entreprenør fortsette med manuell visuell kontroll. En avgjørende faktor er hvor mye tid en detaljering av arbeidsgrunnlaget tar, sammenlignet med hvor mye tid det tar å gjennomføre en

manuell visuell kontroll. NCC bør gå sammen med prosjekterende for å kartlegge dette, slik at de har bedre grunnlag for å vurdere metoder for kollisjonskontroll i framtidige prosjekter.

Ved bruk av kollisjonskontroll i Navisworks i fremtidige prosjekter, må entreprenør se på hvordan de bruker programmene. En konkret forbedring kan være å kollisjonskontrollere de store delene først, for så å redusere toleransen mer utover i prosjektet (Doshi, u.å.). I tillegg bør kollisjoner meldes systematisk for å oppnå arbeidsflyt (ibid.). Det kan gjøres ved å lage en plan for hvor ofte man skal kjøre kollisjonskontroller (ibid.). Jevnlig gjennomføring av kollisjonskontroll vil gjøre hver kollisjonskontroll mindre omfattende.

#### Direkte kontakt mellom entreprenør og prosjekterende ingeniør

Manglende samhandling og direkte kommunikasjon mellom NCC og prosjekterende handler hovedsakelig om at prosjektet er en hovedentreprise. Som en fremtidig løsning kan et lignende prosjekt gjennomføres som totalentreprise, og NCC vil ha samlet ansvar for både prosjektering og utførelse. NCC kan fortsatt gi prosjekteringsansvaret til Sweco, med vil da ha direkte kontakt. NCC kan i større grad styre prosjekteringen etter sine behov og ønsker, og enklere endre modellen ved behov. Rapporten av Røsdal og Ørstavik (2011) viser viktigheten av at entreprenør får komme med sine erfaringer til prosjekterende, og ikke bare ta imot informasjon fra dem. I en hovedentreprise kompliseres dette ved at all kommunikasjon og erfaringsdeling må involvere byggherre. Tettere samarbeid i en totalentreprise vil sannsynligvis gjøre denne erfaringsdelingen lettere.

En totalentreprise vil også gi Sweco bedre innsyn i utfordringene som oppstår på anleggsplassen. Som det kom fram i resultatdelen kan ikke prosjekterende i prosjektet besøke anleggsplassen på eget initiativ. Flere befaringer av Sweco på anleggsplassen kunne gitt dem bedre innsikt. Et annet tiltak som kan gi bedre innsikt er at entreprenør jevnlig rapporterer til prosjekterende om arbeidet med modellene, eksempelvis i form av en rapport som sendes to ganger i måneden.

#### Tverrfaglige møter

Gjennom intervjuer fant vi ut at «tverrfaglige møter» ikke ga ønsket utbytte. Begrenset tverrfaglig kompetanse ga lite forståelse mellom deltakerne. Det virker som deltagerens varierende interesser bidro til en noe kaotisk struktur.

Ikke-deltakende observasjon viste derimot at BIM-geomatikk møte tilsynelatende ga ønsket utbytte til deltakerne. Disse møtene handlet hovedsakelig om saker som på forhånd var skrevet ned i et dokument som alle hadde tilgang til. Vårt inntrykk var at alle møtedeltakerne var involvert i møtet på grunnlag av at de kunne bidra med kunnskap og løsninger inn mot de utvalgte sakene.

BIM-geomatikk møte hadde ikke tydelig sekretær og tidsplan, og opplevdes som noe ustrukturert. Likevel virket det som at deltakerne forsto hverandre og fant løsninger på det som ble tatt opp. Informanten indikerer at «tverrfaglige møter» ikke hadde en like tydelig plan for saker som skulle tas opp. Det var også et mer variert, tverrfaglig utvalg av deltagere til stede. Dette kan være faktorer som bidro til at møtene ikke ga ønsket utbytte. Bedre struktur kunne sannsynligvis forbedret de tverrfaglige møtene (Matson, 1996). Samtidig viser

erfaringer fra prosjektet at det kanskje ikke var behov for denne type tverrfaglige møter, fordi tverrfaglige spørsmål kan løses i BIM-geomatikk møter ved behov.

### Standardisering og format

Flere informanter uttrykker utfordringer med standardisering og format. Det kan både lages åpne standarder eller standardiseres innad i en organisasjon. Med økende bruk av BIM (Næringslivets Hovedorganisasjon, u.å.) er det gode incentiver for aktørene å standardisere.

Gjennom intervjuer med prosjekterende kommer det fram utfordringer med bruk av IFC2x3-filformatet. På den andre siden er IFC4 på vei inn i bransjen med forbedringer av blant annet datahåndtering og geometri (BuildingSMART International, u.å.). Formatet skal kunne brukes mellom aktører og på tvers av programvarer (BuildingSMART International, u.å.). I dag overleveres de fleste modellene i DWG-formatet, som ikke er egnet for interoperabilitet. Dermed bør prosjekterende foreslå krav til BIM-manualen om bruk av IFC4 i framtidige prosjekter.

I likhet med Trimble Connect sitt initiativ om erfaringsdeling og videreutvikling av produktet sitt driver også interesseorganisasjonen BuildingsSMART (u.å.) med dette. Dermed bør prosjekterende også engasjere seg i BuildingSMART for å delta i videreutviklingen av IFC4.

System for navngiving av konstruksjonsdeler er en del av standarddokumentasjonen. Kodesystemet prosjekterende ingeniør har for «property sets» er en standardisering de selv har bestemt for å effektivisere arbeidet sitt. Likevel burde prosjekterende vurdere å utforme et kodesystem tilpasset anlegg. Én standard for fleretasjes bygg og én standard for anlegg vil sannsynligvis ikke vanskeliggjøre arbeidet til prosjekterende. Eventuelt kan de gjøre forsøk på å forenkle kodesystemet, slik at systemet både kommer til gode for dem selv og for entreprenør. En vegg kunne for eksempel blitt navngitt «K1202-F001-Østvegg».

### Informasjonskuler

Det er en forutsetning at all informasjon i modellen kommer fram på en tydelig og forståelig måte, slik at informasjon ikke kan mistolkes. Informasjonskuler kan gjerne brukes for å få fram tilleggsinformasjon i modellen. Likevel bør man være kritisk til å erstatte modelleringsarbeid med informasjonskuler, fordi de ikke alltid gir detaljert nok informasjon. Ut fra intervju med *BIM-koordinator* kan det være fordi prosjekterende ingeniør vil spare tid. Denne utfordringen underbygger drøftingen om at det burde blitt brukt mer ressurser på modellering fra starten.

### Programvarer

Flere informanter har uttrykt at det er utfordrende med for mange programvarer å forholde seg til på prosjektet. Bruk av mange programvarer samtidig kan gjøre det vanskelig for brukerne å finne fram til informasjonen de trenger. «God kommunikasjon må sørge for at informasjon ikke mistes [...]» (Gresseth, 2016, s. 7). Færre programmer ville derav vært et tiltak for bedre kommunikasjon og gitt muligheten til å optimalisere bruken av hvert enkelt program.

Etter å ha fått en kort innføring i programvarene, og diskutert dem i intervjuene, ser vi at funksjonene som brukes finnes i flere program. For eksempel føres sjekklister i Dalux, for så å eksporteres inn i Webforum. En mer effektiv løsning kunne vært om sjekklister ble ført

direkte inn i Webforum, med de samme funksjonene som finnes i Dalux. Da slipper man et ledd med overføring av informasjon, og kommunikasjonen blir mer effektiv.

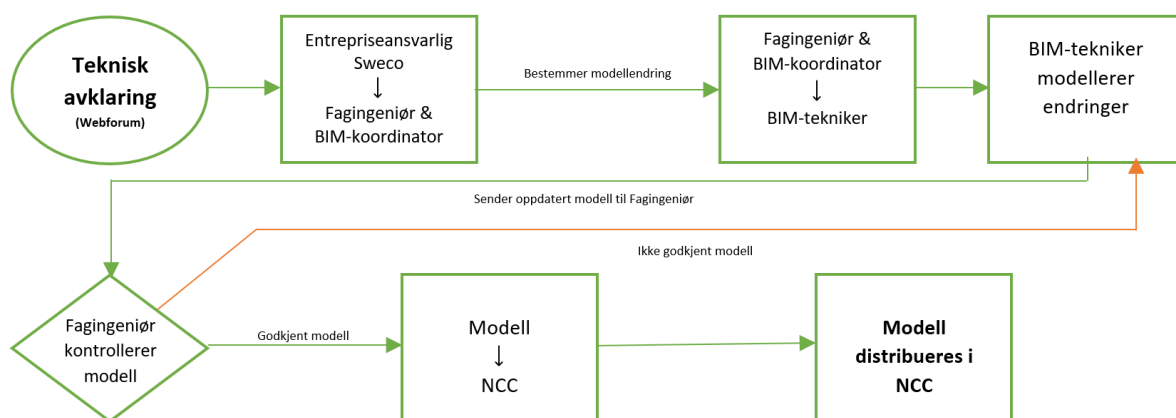
### 5.4 Entreprisereform

Alternative entreprisereformer har blitt drøftet som løsning til flere av prosjektets utfordringer, og har vist seg å være mer avgjørende for funnene i resultatdel enn antatt ved oppgaveskrivingens start. Vi ser derfor et behov for å drøfte nærmere rundt andre entreprisereformer sett i lys av BIM.

Hovedentreprisen påvirker samtlige av oppgavens tema. Oppsummert vil entreprisereformen sette begrensninger for både tidlig og direkte kontakt mellom entreprenør og prosjekterende, som også påvirker entreprenørens mulighet for å ytre ønsker og preferanser knyttet til BIM. Vår drøfting viser til dette som roten til flere av utfordringene som ble nevnt.

I en totalentreprise får entreprenør et større ansvarsområde i prosjektet. Totalentreprenøren står blant annet ansvarlig for utførelse av prosjektering, og vil dermed ha en større påvirkningskraft på modellens utforming. Større involvering mellom entreprenør og prosjekterende legger til rette for erfaringsdeling og innspill. Prosjekterende får også bedre innsyn i hva som skjer på anleggsplassen. Dette kan løse utfordringene som har oppstått knyttet til entreprenørens preferanser av modellens detaljering og praktiske tilnærming.

Totalentreprise legger opp til direkte kontakt og kommunikasjon mellom entreprenør og prosjekterende, og dermed bedrer samhandlingen i prosjektet. Dette fordi kommunikasjonen mellom entreprenør og prosjekterende ikke må gå gjennom byggherre slik som i en hovedentreprise. Flytskjemaet (figur 21) viser hvordan prosessen bak en modellendring skjer i en totalentreprise. Denne prosessen består av færre ledd og beslutninger sammenlignet med tilsvarende prosess i en hovedentreprise.



Figur 21: Egenprodusert flytskjema om modellendring i totalentreprise

Grunnen til at Bybaneprosjektet ikke gjennomføres som en totalentreprise skyldes gjerne prosjektets kompleksitet og høye vanskelighetsgrad (Segbø, 2022). Det finnes ingen «standard» løsning for Bybaneprosjektet og byggherrens meninger og innspill er viktig for ønsket sluttresultat. Om prosjektet hadde vært en totalentreprise ville sterk involvering av Bybanen Utbygging vært en viktig forutsetning.

Samspillsentreprise er en annen gjennomføringsmodell som kan være bedre tilpasset for en modellbasert byggeplass. Ved tidlig involvering av aktører, dialog, tillitt og åpenhet vil begrensningene mellom entreprenør og prosjekterende reduseres. Bybaneprosjektets omfang og høye vanskelighetsgrad er også her et motargument for å velge denne entrepriseformen. En samspillsentreprise vil åpne for innspill og meninger fra mange hold, som gjerne ikke er like aktuelt å ta hensyn til på et prosjekt som Bybaneprosjektet.

Samspill til totalentreprise er et alternativ som tar for seg viktige elementer fra begge entrepriseformene. I samarbeidsfasen mellom byggherre og entreprenør, vil entreprenør ha mulighet til å ytre preferanser og behov knyttet til BIM på prosjektet. I tillegg vil totalentreprenøren ha direkte kontakt med prosjekterende ingeniør gjennom hele prosjektet. Denne entrepriseformen kompliseres ved at overskridelse av målpris må dekkes av totalentreprenør, og er derfor noe mer risikabel for entreprenør. Med BIM som hovedfokus, er dette formen som ser ut til å passe best.

For å lykkes i valg av entrepriseform som er best tilpasset BIM, må gjennomførte prosjekt evalueres. Rutiner for dette kan med tiden kartlegge hva som fungerer og ikke fungerer med de ulike entrepriseformene, og danne grunnlag for hvilken entrepriseform som er best tilpasset BIM i framtidige prosjekter.

## 5.5 Videre arbeid

Gjennom oppgaven har vi kommet fram til at entrepriseform spiller en stor rolle knyttet utfordringene med BIM. Vi har ikke hatt mulighet til å fordype oss i de ulike entrepriseformene, på grunn av begrenset tid. Et forslag til videre arbeid er dermed å undersøke et bredt utvalg entrepriseformer, med hensikt å finne hvilken som er mest fordelaktig med tanke på BIM.

## 6 Konklusjon

I dette kapitlet skal vi konkludere og besvare problemstillingen på grunnlag av funn i oppgaven. Problemstillingen har vært:

*«Hvilke utfordringer har NCC knyttet til BIM og hvordan kan disse løses?»*

Økt bruk av BIM i BA-bransjen bringer med seg mange fordeler. Tid- og kostnadsbesparelser, bedre informasjonsflyt, økt tverrfaglig forståelse og styrket samarbeid er noen av dem.

Bybaneprosjektet D14 Mindemyren er et av de første prosjektene til NCC som skal gjennomføres som fullstendig modellbasert byggeplass. Studien av anleggsprosjektet viser en mengde utfordringer som begrenser bruk av BIM i praksis.

Utfordringene dreier seg om manglende kompetanse, manglende praktisk tilnærming, dårlige holdninger, BIM-utstyr, modellpreferanser, tverrfaglig modell, direkte kontakt mellom entreprenør og prosjekterende ingeniør, og standardisering. Noen av utfordringene kan løses internt i NCC. De som ikke kan løses internt, krever endringer hos andre aktører.

Foreslåtte løsninger som kan gjøres internt i NCC er kursing og opplæring i hele virksomheten, kontroll av arbeidsgrunnlag, erfaringsdeling internt, testing av BIM-utstyr, lånesystem og brukerinvolvering.

Utfordringene som påvirkes av eksterne forhold omfatter hovedsakelig hvordan hovedentreprise har vanskeliggjort bruken av BIM for entreprenør. En totalentreprise vil gi tettere kontakt mellom entreprenør og prosjekterende, og entreprenør kan bedre få ivaretatt sine ønsker til BIM. Entreprenørs praktiske erfaring og kompetanse om BIM vil få større uttelling i en slik entrepriseform.

Samspill til totalentreprise inkluderer elementer fra både samspillsentreprise og totalentreprise. Dette vil tilrettelegge for bedre samarbeid både i prosjekteringsfasen og gjennom prosjektet. For at NCC skal få gjennomslag for egne ønsker knyttet til BIM, kunne dette vært en mer passende entrepriseform.



## 7 Bibliografi

Vi har brukt Zotero som kildehenvisningssystem.

- Adobe. (u.å.). *DWG files 101: What they are and how to open them?* Adobe. Hentet 21. mai 2022, fra <https://www.adobe.com/creativecloud/file-types/image/vector/dwg-file.html>
- Ahn, Y. H., Kwak, Y. H., & Suk, S. J. (2016). Contractors' Transformation Strategies for Adopting Building Information Modeling. *Journal of Management in Engineering*, 32(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000390](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000390)
- Allott, N. (2019). Kommunikasjon. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/kommunikasjon>
- Andersen, S. S. (2013). Casestudier: Forskningsstrategi, generalisering og forklaring. I *Norbok* (2. utg.). Fagbokforl. [https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2018073048120](https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2018073048120)
- Anseth, T. M. (2019). *Optimalisering av Virtual Design and Construction (VDC) i prosjektering*. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2624289/no.ntnu%3Ainspera%3A2494574.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Antonsen, R. (2021). NCC. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/NCC>
- Arbeidstilsynet. (u.å.). *Generelle krav til opplæring*. Hentet 22. april 2022, fra <https://www.arbeidstilsynet.no/arbeidsforhold/generelle-krav-til-opplaring/>
- Arkitektbedriftene i Norge & RIF. (2019). *Samspill i bygge- og anleggsprosjekter*. Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) og Arkitektbedriftene i Norge (AiN). <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2019/11/Veileder-samspill-RIF-AiN-nov-2019.pdf>
- Autodesk. (2016, august 12). *What is Navisworks? | Navisworks Products | Autodesk Knowledge Network*. Autodesk. <https://knowledge.autodesk.com/support/navisworks-products/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/What-is-Navisworks.html>
- Autodesk. (2017, mars 23). *About Property Sets and Property Set Definitions*. <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad-architecture/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/AutoCAD-Architecture/files/GUID-3034E3CE-1745-4703-B2BE-43986515DC29-htm.html>
- Aveyard, H. (2014). *Doing a Literature Review in Health and Social Care: A Practical Guide* (4. utg.).
- Baker, C. N., Tørdal, R. M., Fossebråten, L., Heir, W., & Smith, M. (2019, september 26). *Fagspråk i yrkesfagene*. ndla.no. <https://ndla.no/nb/subject:1:5a5cac3f-46ff-4f4d-ba95-b256a706ec48/topic:4:93e332e2-32ed-42b0-8ef5-7c177d3b66d9/topic:4:56b901cd-26f0-47eb-9836-5258ba2380be/resource:1ccac4d9-195e-4b30-b4e7-c576bd066b95>
- Barbero, B. R., Pedrosa, C. M., & Maté, E. G. (2012). Assessment of 3D Viewers for the Display of Interactive Documents in the Learning of Graphic Engineering. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(4), 167–180.
- Bergen Kommune. (2019, november 9). *Reguleringsplan – Bybanen til Fyllingsdalen*. Bergensprogrammet. <http://bergensprogrammet.no/fyllingsdalen-reguleringsplan>
- Boomer, L. G. (2017). *Better meetings, improved performance*.
- Brørs, K. (2019, januar 8). *Armering*. ndla.no. <https://ndla.no/nb/subject:1:0d67724e-d9fa-4365-9839-4cc91c012855/topic:1:eaf487bb-a2ad-4725-8e57-fd709dd4cade/topic:2:158640/resource:1:141146>
- BuildingSMART. (u.å.). *BuildingSMART - Hva gjør vi*. buildingSMART Norway. Hentet 20. mai 2022, fra <https://buildingsmart.no/hvagjorvi>
- BuildingSMART. (2020). *Industry Foundation Classes (IFC)*. BuildingSMART Technical. <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>
- BuildingSMART International. (u.å.). *Industry Foundation Classes (IFC)*. *BuildingSMART International*. Hentet 28. mai 2022, fra <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/>

BuildingSMART International Ltd. (2020). *Industry Foundation Classes 4.0.2.1*. buildingSMART International Ltd. [https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2\\_TC1/HTML/](https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/)

Burger, M., Zulch, B., & Verster, B. (2015). The construction project manager in South Africa: Analysis of industry-specific knowledge. *Acta Structilia*, 22(1), 48–72.

Bybanen Utbygging. (2019, september 10). *Mindemyren*. <https://www.hordaland.no/mindemyren>

Bygg21. (2019). *Samhandling i byggeprosjekter*. Bygg21. <https://dibk.no/globalassets/bygg21/samhandling-i-byggeprosjekter.pdf>

Chen, J., & Clarke, K. C. (2022). *Modeling Standards and File Formats for Indoor Mapping*. 268–275. <https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220/0006364202680275>

Clough, R. H., Sears, G. A., Sears, S. K., Segner, R. O., & Rounds, J. L. (2015). *Construction Contracting: A Practical Guide to Company Management*. John Wiley & Sons, Incorporated. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/hogskbergen-ebooks/detail.action?docID=1895930>

Codex. (u.å.). *Flere må over i samspill: Hva er fordelene?* Codex Advokat. Hentet 29. mai 2022, fra <https://codex.no/bedrift/entrepriserett/samspillsentreprise>

Codex. (2014, september 2). *Viktige begreper og definisjoner i forbindelse med byggeprosjekter*. Entrepriserettsadvokater.no. <https://www.entrepriserettsadvokater.no/sameier-og-borettslag/viktige-begreper-og-definisjoner-i-forbindelse-med-byggeprosjekter/>

Consigli AS. (2012). *BSN PROSESS 3—BRUK AV BIM TIL KOLLISJONSKONTROLL* (s. 14). Consigli AS. [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)

Converto AS & SINTEF. (2021, mai 10). *Nye forretningsmodeller i BA-prosjekter, Sluttrapport fra Converto AS/SINTEF. Upublisert lysbildepresentasjon fra Converto AS og SINTEF, Bergen*.

Dahl, Ø. (2019, januar 17). *Språk som kommunikasjonssystem*. ndla.no. <https://ndla.no/nb/subject:1:b9e86c43-93b8-49e9-81af-09dbc7d79401/topic:2:193544/topic:2:82776/resource:1:82777>

Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode* (2.). Universitetsforlaget.

Dalux. (u.å.). DaluxFM. *Dalux*. Hentet 21. april 2022, fra <https://www.dalux.com/no/fm-overview/>

Davis, D. (2013). *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture*. School of Architecture and Design. [https://www.danieldavis.com/papers/danieldavis\\_thesis.pdf](https://www.danieldavis.com/papers/danieldavis_thesis.pdf)

Det norske akademis ordbok. (u.å.). Informasjonsflyt. I *Det norske akademis ordbok*. Hentet 28. mai 2022, fra <https://naob.no/ordbok/informasjonsflyt>

Digitaliseringsdirektoratet. (2019, mai 20). *Styringsdokument*. <https://www.prosjektveiviseren.no/dokumentasjon/ledelsesprodukter/styringsdokument>

Direktoratet for byggkvalitet. (2012). *Direktoratet for byggkvalitet*. <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/tilsyn/del-3--vedlegg/vedlegg-3.2/3.2.5.-entrepriserformer/>

Direktoratet for forvaltning og økonomistyring. (2020, mai 24). *Samspillsentreprise—BAE | Anskaffelser.no*. <https://anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/gjennomforingsmodeller/samspillsentreprise>

Doshi, P. (u.å.). *Get to Know all About Clash Detection with Navisworks*. UNITEDBIM. Hentet 6. mai 2022, fra <https://www.united-bim.com/get-to-know-all-about-clash-detection-with-navisworks/>

Dvergsdal, H. (2021). Digitalisering. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/digitalisering>

Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. John Wiley & Sons.

EBA, & Brodtkorb, H. Chr. (2021). *Veileder om samspillsentrepriser*. <https://anskaffelser.no/sites/default/files/veileder.pdf>

- E-koml. (2003). Lov om elektronisk kommunikasjon (LOV-2003-07-04-83). Lovdata.  
<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2003-07-04-83?q=e%20koml>
- El Ammari, K., & Hammad, A. (2019). Remote interactive collaboration in facilities management using BIM-based mixed reality. *Automation in Construction*, 107, 102940. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102940>
- Espnes, J. (2016). *Integrert samtidig prosjektering i geografisk distribuerte prosjekter*.
- Fai, S., & Rafeiro, J. (2014). Establishing an appropriate level of detail (LOD) for a building information model (BIM)—West Block, Parliament Hill, Ottawa, Canada. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2(5), 123–130. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-123-2014>
- Fangen, K. (2015, juni 17). *Kvalitativ metode*. Forskningsetikk.  
<https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/metoder/kvalitativ-metode/>
- Filstad, C. (2010). *Organisasjonslæring: Fra kunnskap til kompetanse*. Fagbokforl.  
[https://www.nb.no/search?q=oaiid:"oai:nb.bibsys.no:990902675164702202"&mediatype=bøker](https://www.nb.no/search?q=oaiid:)
- Graphisoft. (u.å.). *Solibri Model Checker*. Graphisoft. Hentet 21. april 2022, fra <https://graphisoft.com/partner-solutions/solibri-model-checker>
- Gresseth, F. (2016). *Kommunikasjon mellom prosjektering og produksjon ved delte entrepriser*.  
[https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2406906/15181\\_FULLTEXT.pdf?sequence=1](https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2406906/15181_FULLTEXT.pdf?sequence=1)
- Grytting, I. (2017). *Bruk av LoD-beslutningsplan i prosjekteringa på BIM-prosjekt*. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2455589>
- Grønmo, S. (2020). Kvalitativ metode. I *Store norske leksikon*. [http://snl.no/kvalitativ\\_metode](http://snl.no/kvalitativ_metode)
- Gundersen, D. (2020). Organisere. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/organisere>
- Hansen, K., & Gressgård, L. J. (2021, juni 17). *Hva skal til for å lykkes med BIM?*  
<https://www.bygg.no/article/1470399/>
- Haug, D. (2020, juli 13). *Vi må slutte å tegne, vi må modellere* [Kursinnsikt]. Tekna.no.  
<https://www.tekna.no/kurs/innhold/-vi-ma-slutte-a-tegne-vi-ma-modellere/>
- Hofstad, K. (2018). Standardisering. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/standardisering>
- Hole, Dr. G. (2022, januar 7). *Ressursallokering er et av de viktigste trinnene for å lykkes med en digital transformasjon*. LinkedIn.com. [https://www.linkedin.com/pulse/ressursallokering-er-et-av-de-viktigste-trinnene-%C3%A5-lykkes-hole/?trk=articles\\_directory&originalSubdomain=no](https://www.linkedin.com/pulse/ressursallokering-er-et-av-de-viktigste-trinnene-%C3%A5-lykkes-hole/?trk=articles_directory&originalSubdomain=no)
- Homleid, Å. (2021, juni 28). *Har sett på årsakene til svak lønnsomhet i byggeprosjekter – dette er idealprosjektet*. bygg.no. <https://www.bygg.no/article/1471225/>
- Haas, C. T., Borcharding, J. D., Glover, R. W., Tucker, R. L., Alemany, C., & Fagerlund, W. R. (2000). *The effects of computers on construction foremen*. 45.
- Håstein, G. (2021, juli 23). *Hva kreves av FDV-dokumentasjon for et bygg?* Holte. <https://holte.no/hva-kreves-av-fdv-dokumentasjon/>
- Jørgensen, J.-K. (2020). Haakon Eeg-Henriksen. I *Norsk biografisk leksikon*. [http://nbl.snl.no/Haakon\\_Eeg-Henriksen](http://nbl.snl.no/Haakon_Eeg-Henriksen)
- Kim, C., Park, T., Lim, H., & Kim, H. (2013). On-site construction management using mobile computing technology. *Automation in Construction*, 35, 415–423. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.027>
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). *The foundations of lean construction*.
- Kristiansen, S. (2011). *Prosjektering i forhold til bruk av BIM og lean: Hvordan BIM kan bidra til en mer leanorientert prosjekteringsfase*.
- Krüger, K., & Anderssen, H. B. (2021). Offentlig anskaffelse. I *Store norske leksikon*.  
[http://snl.no/offentlig\\_anskaffelse](http://snl.no/offentlig_anskaffelse)
- Kumar, B. (2015). *A practical guide to adopting BIM in construction projects*. Whittles Publishing.

- Kumar, R. (2020, januar 26). *Building our own rectifier*. <https://cevgroup.org/building-our-own-rectifier/>
- Kunnskapsforlaget. (2002). *Engelsk-norsk stor ordbok*.
- Kunnskapsforlaget. (2022). Ressurs. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/ressurs>
- Lexico. (u.å.). *Lexico*. Lexico Dictionaries | English. Hentet 27. april 2022, fra [https://www.lexico.com/definition/text\\_editor](https://www.lexico.com/definition/text_editor)
- Malt, U., & Grønmo, S. (2020). Strukturert intervju. I *Store norske leksikon*. [http://snl.no/strukturert\\_intervju](http://snl.no/strukturert_intervju)
- Matson, E. (1996, april 30). *The Seven Sins of Deadly Meetings*. Fast Company. <https://www.fastcompany.com/26726/seven-sins-deadly-meetings>
- Mubarak, S. A. (2015). *Construction Project Scheduling and Control* (3. utg.). John Wiley & Sons, Incorporated.
- Muspratt, M. A. (1983a, september). *Computers for the construction industry*. Project Management Institute. <https://www.pmi.org/learning/library/computers-construction-industry-aided-capabilities-5703>
- Muspratt, M. A. (1983b). Computers for the construction industry. *Project Management Institute*, 14(3), 45–52.
- Mørk, M. I., Bjørberg, S., Sæbøe, O. E., & Weisæth, O. (2008). *Ord og uttrykk innen eiendomsforvaltning—Fasilitetsstyring*. NTNU - Institutt for bygg, anlegg og transport. <https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/orduttrykkef.pdf>
- Naob. (u.å.). *Befaring*. naob.no. Hentet 8. mai 2022, fra <https://naob.no/ordbok/befaring>
- Naoum, S. (2011). *People and Organizational Management in Construction (2nd Edition)*. ICE Publishing. [https://app-knovel-com.galanga.hvl.no/kn/resources/kpPOMCE002/toc?issue\\_id=kpPOMCE002](https://app-knovel-com.galanga.hvl.no/kn/resources/kpPOMCE002/toc?issue_id=kpPOMCE002)
- NCC. (u.å.-a). *Bybanen, Bergen*. NCC.no. Hentet 26. april 2022, fra <https://www.ncc.no/vare-prosjekter/bybanen-bergen2/>
- NCC. (u.å.-b). *Bybanen D14 Mindemyren, Bergen* [Hjemmeside]. NCC. Hentet 29. mars 2022, fra <https://www.ncc.no/vare-prosjekter/bybanen-d14-mindemyren-bergen/>
- NCC. (u.å.-c). *Kundeløfte*. NCC. Hentet 19. mai 2022, fra <https://www.ncc.no/vare-tjenester/kundelofte/>
- NCC. (u.å.-d). *NCC i Norge*. NCC. Hentet 29. mars 2022, fra <https://www.ncc.no/om-ncc/om-konsernet/ncc-norge/>
- NCC. (2020, januar 9). *Bygger Bybanen i Bergen 3D-modellbasert*. NCC. <https://www.ncc.no/media/nyheter/bygger-bybanen-i-bergen-3d-modellbasert/>
- NCC. (2021a). *Om Konsernet* [Hjemmeside]. NCC. <https://www.ncc.no/om-ncc/om-konsernet/>
- NCC. (2021b). *Om NCC* [Hjemmeside]. NCC. <https://www.ncc.no/om-ncc/>
- NCC (2022). NCCs historie i Norge. Upublisert dokument fra NCCs intranett, Bergen.
- Nilstun, C. (2020). Kontrahere. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/kontrahere>
- Nordic BIM group. (u.å.). *BIM i går, i dag og i morgen*. Hentet 14. februar 2022, fra <https://www.nordicbim.com/no/alt-om-bim-bygningsinformasjonsmodellering-fra-vugge-til-grav>
- Nordic Building Room. (2020). *BIM cave*. Nbrnew. <https://www.nordicbuildingroom.com/bim-cave>
- Norsk Betongforening. (2018). *Armering—Prosjektering og utførelse*. <https://betong.net/wp-content/uploads/H%C3%B8ringsutkast-Publikasjon-nr.-8-2018-10-26.pdf>
- Næringslivets Hovedorganisasjon. (u.å.). *Digitalisering*. Hentet 25. mars 2022, fra <https://www.nho.no/publikasjoner/p/naringslivets-perspektivmelding/digitalisering/>
- Nätt, T. H., & Liseter, I. M. (2021). Filformat. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/filformat>
- Nøkleby, P. A. (u.å.). *Fremdriftsplanlegging*. Hentet 26. april 2022, fra [https://www.neso.no/Global/Kompetanseavdelingen/KURS%20MS%20Project%202017/Hva%20er%20en%20god%20plan%20\(MS%20Project\).pdf](https://www.neso.no/Global/Kompetanseavdelingen/KURS%20MS%20Project%202017/Hva%20er%20en%20god%20plan%20(MS%20Project).pdf)

- Ocean, J. (2020, september 16). *What is BIM technology? BIM Definition and Meaning*. Revizto. <https://revizto.com/en/what-is-bim/>
- Open Design Alliance. (2018). *Open Design Specification for .dwg files*. Open Design Alliance. [https://www.opendesign.com/files/guestdownloads/OpenDesign\\_Specification\\_for\\_.dwg\\_files.pdf](https://www.opendesign.com/files/guestdownloads/OpenDesign_Specification_for_.dwg_files.pdf)
- Pbl. (2008). Plan- og bygningsloven (LOV-2008-06-27-71). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71?q=pbl>
- Persvold, A. Z. (2020). Aktør. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/akt%C3%B8r>
- Prebanić, K. R., & Vukomanović, M. (2021). Realizing the Need for Digital Transformation of Stakeholder Management: A Systematic Review in the Construction Industry. *Sustainability*, 13(22), 12690. <https://doi.org/10.3390/su132212690>
- Project Management Institute. (2008). *PMBOK*. Project Management Institute.
- Radosavljevic, M., & Bennett, J. (2012). *Construction Management Strategies: A Theory of Construction Management*. John Wiley & Sons, Incorporated. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/hogskbergen-ebooks/detail.action?docID=882728>
- Rolstadås, A. (2020). Prosjekt. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/prosjekt>
- Rossen, E. (2021). DAK – IT. I *Store norske leksikon*. [http://snl.no/DAK\\_-\\_IT](http://snl.no/DAK_-_IT)
- Ruwanpura, J. Y., Hewage, K. N., & Silva, L. P. (2012). Evolution of the i-Booth© onsite information management kiosk. *Automation in Construction*, 21, 52–63. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.05.012>
- Røsdal, T., & Ørstavik, F. (2011). *Kommunikasjon i byggeprosjekter*. Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning. <https://nifu.brage.unit.no/nifu-xmlui/bitstream/handle/11250/282005/NIFUrapport2011-25.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saltkjelvik, F. (u.å.). *Origoplassering i BIM prosjekter*. Ressurssenter - Nordic BIM Group. Hentet 28. mai 2022, fra <https://support.graphisoft.no/hc/no/articles/200248212-Origoplassering-i-BIM-prosjekter->
- Seehusen, J. (2019, desember 20). *Statsbygg samler all teknisk informasjon i skyen. Et steg nærmere full digitalisering*. Tu.no. <https://www.tu.no/artikler/statsbygg-samler-all-teknisk-informasjon-i-skyen-et-steg-naermere-full-digitalisering/481662>
- Segbø, E. (2022). *Byggherreytelser. Prosjektstyring fra ide til fullført prosjekt*. Segbø, E. (2022). *Byggherreytelser. Prosjektstyring fra ide til fullført prosjekt*. Upublisert læringsmateriell fra Canvas, Bergen.
- Solibri. (u.å.). *Connect Solibri to other BIM products and tools*. Solibri. Hentet 2. mai 2022, fra <https://www.solibri.com/integration-partners>
- SSB. (2020, juli 1). *Tyngre vei til universitet og høyskole?* SSB. <https://www.ssb.no/utdanning/artikler-og-publikasjoner/tyngre-vei-til-universitet-og-hoyskole>
- Standard Norge. (u.å.). *Fagområder—Bygg, anlegg og eiendom*. Standard. Hentet 20. mai 2022, fra <https://www.standard.no/fagomrader/#14954>
- Standard Norge. (2020a). *Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM)—Informasjonsforvaltning med BIM — Del 1: Begreper og prinsipper (ISO 19650-1:2018)*. Standard Norge.
- Standard Norge. (2020b, juni 12). *Bedre byggeprosesser med nye internasjonale standarder for BIM | standard.no*. Standard Norge. <https://standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2019/bedre-byggeprosesser-med-nye-internasjonale-standarder-for-bim/>
- Standard Norge. (2021, oktober 13). *Standardisering*. <https://www.standard.no/standardisering/>
- Stanton, J. (2022, mars 31). *Sellafield's BIM cave 'sees into the future'*. BIM+. <https://www.bimplus.co.uk/sellafields-bim-cave-sees-into-the-future/>
- Statens Vegvesen. (u.å.). *Utførelse*. Statens vegvesen. Hentet 28. mai 2022, fra <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/tunneler/utforelse/>



- Statens Vegvesen. (2008). *Styring av utbyggings-, drifts- og vedlikeholdsprosjekter*. Vegdirektoratet. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/189894/styringavutbyggings-%2Cdrifts-ogvedlikeholdsprosjekter1512008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Statsbygg. (2019). *SIMBA - STATSBYGGS BIM-KRAV 2.0*. Statsbygg. <https://drive.google.com/file/d/1Qe2MHvv-8DZrKsTaJUUVVyu5ylhERdBIO/view>
- Svalestuen, F., & Knotten, V. (2017). *Using building information model (BIM) devices to improve information flow and collaboration on construction sites*. 16.
- Svartdal, F. (2021). Hawthorne-effekt. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/Hawthorne-effekt>
- Svendsen, M., & Vegerstøl, A. (2012). *Samløslisering av prosjekterende aktører*.
- Sweco. (2021). *Bybanen BT4 K1442 – manual*. Upublisert dokument fra Sweco, Bergen.
- Sweco (2022). D01\_014\_tm\_TvFa\_Mindemyren\_50001. Upublisert modell fra Sweco, Bergen.
- Swärd, A., Bygballe, L. E., & Vaagaasar, A. L. (2017, februar 21). *Fire råd for bedre koordinering i prosjekter*. BI Business Review. <https://www.bi.no/forskning/business-review/articles/2017/02/fire-rad-for-bedre-koordinering-i-prosjekter/>
- Thorsen, T. S. (2017, september 28). *Modellbaserte vegprosjekter*. <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/veg-og-gate/prosjektering-r700-v770/v770-generell-info.pdf>
- Todsens, S. (2018, januar 19). *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. ssb.no. <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitetsfall-i-bygg-og-anlegg>
- Torgersen, O. (2018, april 19). *Organisasjonsstruktur—Administrasjon og økonomi (SS-SSS vg1) (LK06)—NDLA*. ndla.no. <https://ndla.no/nb/subject:1:df8344b6-ad86-44be-b6b2-d61b3526ed29/topic:2:183043/topic:2:183438/resource:1:94682>
- Tran, K. M. (2019). *BIM-modeller—Bygging uten tegninger og arbeidsprosessen på anleggsplass for samferdselsprosjekter*.
- Trimble. (2021). *Trimble Connect Sync User Guide—What is Trimble Connect?* <https://docs.sync.connect.trimble.com/what-is-trimble-connect>
- Tveiten, T. (2016). *SAMTIDIG PROSJEKTERING*. <https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/12/BA2015-samtidig-prosjektering.pdf>
- Tørstad, E. S. (2019). *BIM-manual*. Trondheim kommune. <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/trondheim-eiendom/filer-og-dokumenter/ks-00003-bim.pdf>
- Utdanning.no. (2022, mars 1). *Betongfagarbeider*. Utdanning.no. <https://utdanning.no/yrker/beskrivelse/betongfagarbeider>
- Utdanningsdirektoratet. (u.å.). *Intervjuteknikk for intervju i tilsyn etter barnehagelova og opplæringslova*. Hentet 27. mai 2022, fra <https://www.udir.no/regelverk-og-tilsyn/intervjuteknikk--for-intervju-i-tilsyn-etter-barnehagelova-og-opplaringslova/5.-ulike-typer-intervju/>
- Varmedal, J. (2018, januar 18). *Fremtidens byggeplass*. <https://www.bygg.no/article/1340855/>
- Vegdirektoratet. (2012). *Modellgrunnlag—Håndbok 138*. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/195978/HB-138-2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vegdirektoratet. (2015). *Modellgrunnlag—Håndbok V770*.
- Walasek, D., & Barszcz, A. (2017, desember). *The MacLeamy Curve*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/figure/The-MacLeamy-Curve-9\\_fig1\\_315359204](https://www.researchgate.net/figure/The-MacLeamy-Curve-9_fig1_315359204)
- Webforum Europe AB. (2016). *Brukerhåndbok for Webforum*.
- Wig, B. B. (2015). *Lean: Ledelse for lærende organisasjoner* (2. utgave). Gyldendal Norsk Forlag.

Wirstad, S. (2017). *Forsvarsbyggs prosjekteringsveileder for BIM*.  
<https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=82277877&version=0>

Wæhle, E., Dahlum, S., & Grønmo, S. (2020). Case-studie. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/case-studie>

Ziani, M. (2018). *Overhøyde og Klotoideparameter*. NTNU. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2684148/Masteroppgave%20-%20Overh%C3%B8yde%20og%20klotoideparameter.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Aarseth, W. (2008, desember 10). *Samspill i prosjekter*. <http://v1.prosjektnorge.no/files/events/72/temadag-presentasjon-aarseth.pdf>



## 8 Vedlegg

**Vedlegg 1:** Intervjusamtykke

**Vedlegg 2:** Mal observasjonsskjema BIM-geomatikkmøte 04. mai 2022

**Vedlegg 3:** Modell av skrå betongvegg (Sweco, 2022)

**Vedlegg 4:** Modell av skrå betongvegg (Sweco, 2022)

**Vedlegg 5:** Egenprodusert modell av skrå betongvegg

**Vedlegg 6:** Modell av tunnelportal (Sweco, 2022)

**Vedlegg 7:** Modell av likeretterbygg (Sweco, 2022)

**Vedlegg 8:** Modell av pumpe-stasjon (Sweco, 2022)

**Vedlegg 9:** Tabell hentet fra K-manual (Sweco, 2020)

## Vedlegg 1

### Intervjusamtykke

#### Vil du delta i forskningsprosjektet ”Bachelor oppgave om BIM i betongarbeid”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å forske på implementering av BIM i betongarbeid. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

##### Formål

Dette er en avsluttende bacheloroppgave for Silje Johnsen, Oda Bø Norland og Martin Iversen Varsi, studenter ved Høgskulen på Vestlandet.

Formålet med bacheloroppgaven er å besvare problemstillingen: Hvordan kan NCC videre lykkes med implementering av BIM i betongarbeid? (Problemstillingen kan endres litt ilt. Prosjektet)

##### Delspørsmål:

- A) Er det noe med BIM-modellen som kan forbedres?
- B) Kan organisering av ansatte hos NCC forbedres?
- C) Kan samhandling mellom konsulent/rådgivende ingeniør og NCC forbedres?

(Delspørsmål kan endres litt ilt. Prosjektet)

Formålet er å gjøre forskning rundt problemstillingen.

##### Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskulen på Vestlandet er ansvarlig for prosjektet.

Instituttleder Arve Leiknes og høyskolelektor Ane Margrethe Lyng ved institutt for byggfag ved Høgskulen på Vestlandet er veiledere for oppgaven.

##### Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å delta fordi du har faglig kompetanse innen forskningen vi gjennomfører om BIM i betongarbeid, og vi anser deg og din kunnskap som relevant for vårt prosjekt. Din utdanning og yrkeserfaring er også relevant.

##### Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet vårt gir du oss tillatelse til å intervju deg, og observere ditt arbeid på din arbeidsplass. Et intervju vil vare fra 30-60 minutter. Dine svar vil noteres av oss, og brukes i forskningen. Alle svar anonymiseres i oppgaveteksten etter din arbeidsstilling, arbeidserfaring, utdanning, og alder.

Intervjuene vil i hovedsak omhandle BIM i betongarbeid og erfaringer knyttet til dette. I et intervju kan vi be om din CV, og informasjon om din utdanning.

##### Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

#### Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil kun bruke opplysningene om deg til formålene vi har beskrevet i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Våre veiledere, Arve Leiknes og Ane Margrethe Lyng ved Høgskulen på Vestlandet, vil få tilgang til opplysningene vi behandler.

Dine personopplysninger vil lagres på interne dokumenter separat fra bacheloroppgaven. Din arbeidsstilling, arbeidserfaring, utdanning, og alder vil kunne publiseres i oppgaven. Vi gjør deg oppmerksom på at disse opplysningene vil kunne identifisere deg, selv om ditt navn ikke publiseres.

Dersom alle intervjuobjekter samtykker, vil bacheloroppgaven publiseres offentlig på Høgskulen på Vestlandet sitt vitenarkiv for blant annet bachelor- og masteroppgaver (HVL Open).

#### Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes 30. mai 2022. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres. Du anonymiseres ved at bare din arbeidsstilling, arbeidserfaring, utdanning, og alder publiseres.

Bacheloroppgaven vil kunne brukes til videre forskning uten at ditt navn publiseres. Denne lagres offentlig i Høgskulen på Vestlandet sitt vitenarkiv (HVL Open).

Dine personopplysninger vi har lagret internt i bachelorgruppen vil slettes innen prosjektslutt den 30. mai 2022.

#### Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Høgskulen på Vestlandet har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

#### Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

#### Veiledere:

Arve Leiknes, instituttleder ved Institutt for byggfag ved Høgskulen på Vestlandet.

- Mobil: 482 26 773
- Epost: [arve.leiknes@hvl.no](mailto:arve.leiknes@hvl.no)

Ane Margrethe Lyng, høyskolelektor ved Institutt for byggfag ved Høgskulen på Vestlandet.

- Mobil: 555 87 196
- Epost: [ane.margethe.lyng@hvl.no](mailto:ane.margethe.lyng@hvl.no)

## Vårt personvernombud:

Trine Anikken Larsen, personvernombud ved Høgskulen på Vestlandet.

- Mobil: 555 87 682
- Epost: [trine.anikken.larsen@hvl.no](mailto:trine.anikken.larsen@hvl.no)

## Studenter:

Silje Johnsen, byggingeniørstudent ved Høgskulen på Vestlandet

- Mobil: 980 48 607
- Epost: [silje.johnsen98@gmail.com](mailto:silje.johnsen98@gmail.com)

Oda Bø Norland, byggingeniørstudent ved Høgskulen på Vestlandet

- Mobil: 480 93 612
- Epost: [oda.bo.norland@lyse.net](mailto:oda.bo.norland@lyse.net)

Martin Iversen Varsi, byggingeniørstudent ved Høgskulen på Vestlandet

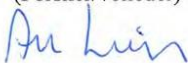
- Mobil: 900 04 007
- Epost: [martin@varsi.no](mailto:martin@varsi.no)

Hvis du har spørsmål knyttet til Personverntjenester sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- Personverntjenester på epost ([personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no)) eller på telefon: 532 11 500.

Med vennlig hilsen

ARVE LEIKNES

Prosjektansvarlig  
(Forsker/veileder)

Studenter

Oda Bø Norland

Silje Johnsen

Martin I. Varsi

Dato

21.03.22

---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet bacheloroppgave om BIM i betongarbeid, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- å delta i deltakende observasjon
- at opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes gjennom din arbeidsstilling, arbeidserfaring, utdanning, og alder
- at bacheloroppgaven publiseres i Høgskulen på Vestlandet sitt vitenarkiv (HVL Open)

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## Vedlegg 2

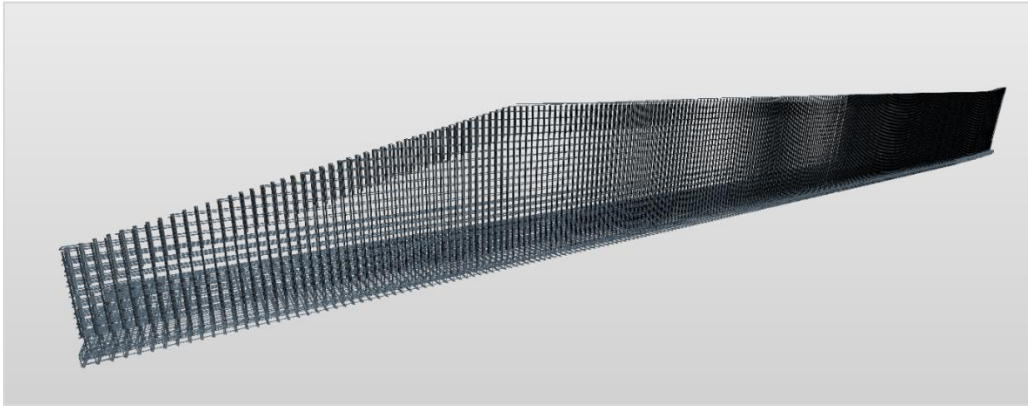
Mal observasjonsskjema BIM-geomatikkmøte 04. mai 2022

		Ja	Nei	Tilleggsopplysninger
<b>1</b>	Hva er for møte?			
<b>2</b>	Hvor tar møte plass?			
<b>3</b>	Er det en person med ansvar for å skrive ned (sekretærrolle)?			
	Er det en tydelig leder/ordstyrer?			
	Blir det som tas opp og bestemmes i møtet skrevet ned og dokumentert i referat?			
	Blir det som diskuteres dokumentert på andre måter?			
<b>4</b>	Har møtet en klar visjon?			
	Har møtet en tydelig tidsplan?			
	Følger møtet en evt. tidsplan?			
	Varer møtet lengre enn 90 minutter?			
	Har møtet pauser?			
<b>5</b>	Blir det funnet løsninger på eventuelle utfordringer som blir tatt opp?			
<b>6</b>	Er det noe som forstyrrer møtet?			
<b>7</b>	Opplevs det som at alle møtedeltakere forstår det som blir snakket om?			
<b>8</b>	Blir det brukt samhandlingsverktøy, annet enn møteplattform, under møtet?			
Andre observasjoner				
Oppsummering av møtet				



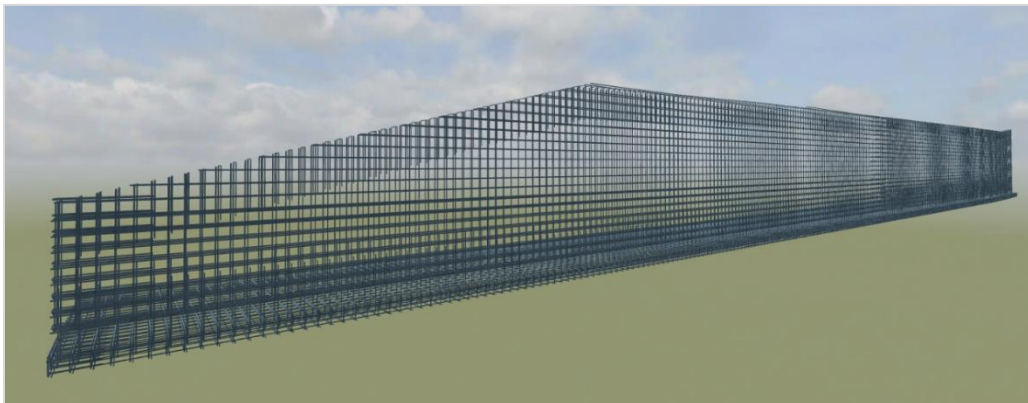
### Vedlegg 3

Modell av skrå betongvegg (Sweco, 2022)



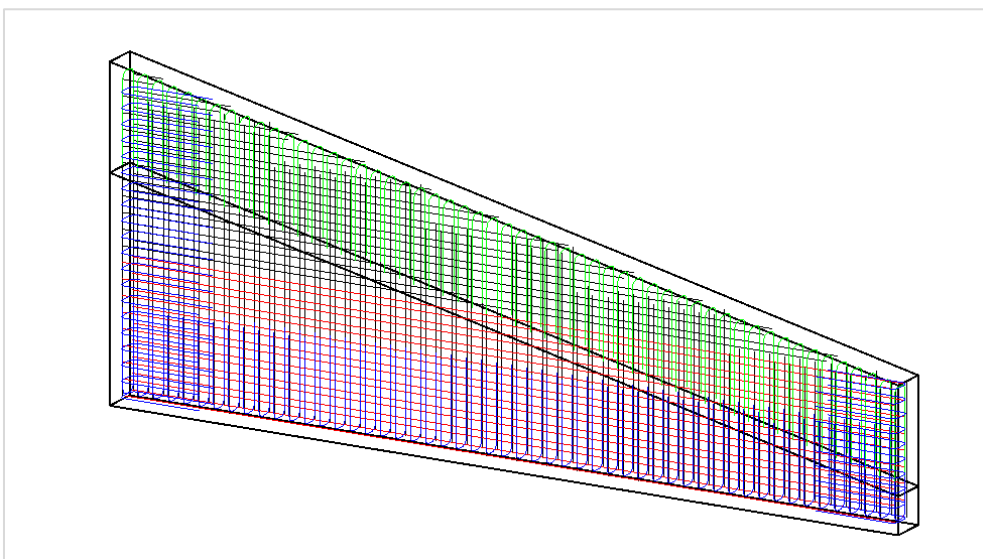
### Vedlegg 4

Modell av skrå betongvegg (Sweco, 2022)



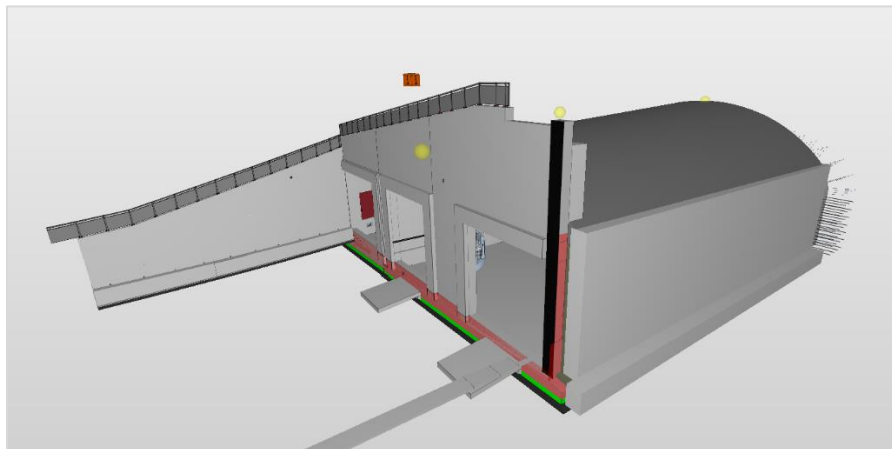
### Vedlegg 5

Egenprodusert modell av skrå betongvegg



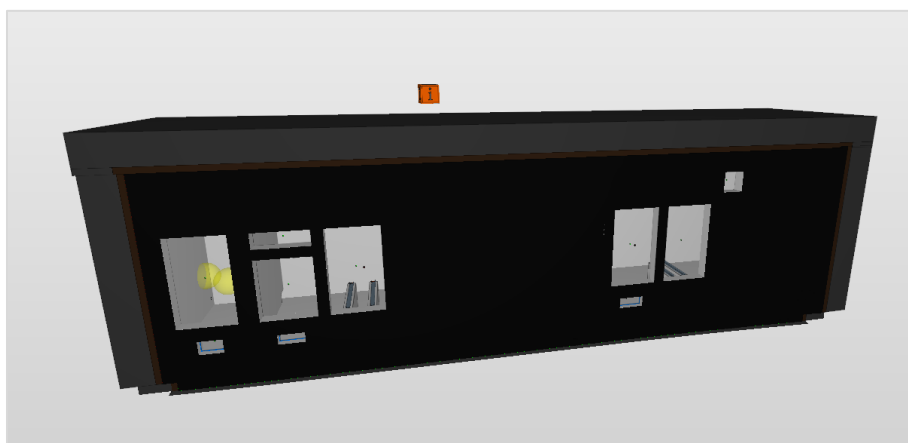
## Vedlegg 6

Modell av tunnelportal (Sweco, 2022)



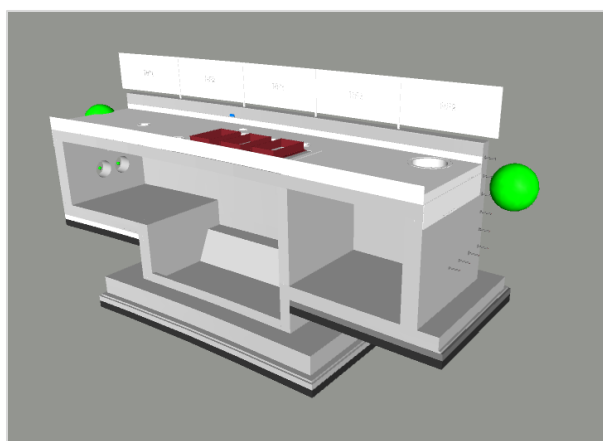
## Vedlegg 7

Modell av likeretterbygg (Sweco, 2022)



## Vedlegg 8

Modell av pumpestasjon (Sweco, 2022)





## Vedlegg 9

Tabell hentet fra K-manual (Sweco, 2020)

Egenskapsnavn	Eksempel på informasjon	Beskrivelse
A.01 Element	K1202_A1_S1	Unikt navn på elementet
A.02 Element kapittel	F01-C2	Henviing til kapittel i beskrivelsen hvor man finner utfyllende informasjon om hvilke prosesser som inngår i det aktuelle element. Prosess gitt i A.03 er kun hovedprosessen til elementet. Ofte forbundet med materialet.
A.03 Prosesskode	844122	Prosesskode hentet fra BT4 sin temakodeliste
A.04 Prosess forklaring	Betong-b45-sv-standard	Beskrivende tekst knyttet til temakodelisten
A.05 Forklaring	Betongsøyle akse 1	Forklarende tekst for elementet.
C.01 MMI	300	Modellmodenhetsindeks, gir status på elementnivå.
D.01 Material	Betong B45	Dette er det gjeldende materialet dersom det ligger ulike materialer flere steder på elementet.
D.02 Dimensjon	Var. UK: 800mm, OK: 600mm	Tekst parameter som benyttes for å hjelpe entreprenøren med å ha kontroll på kritiske mål. Skal kun brukes der det er vanskelig å måle i IFC for ikke å skape
D.03 Egendefinert		Benyttes ved behov for ytterligere informasjon på elementet
D.04 Egendefinert		Benyttes ved behov for ytterligere informasjon på elementet
D.05 Bestandighetsklasse		Betongens bestandighetsklasse. Benyttes ikke ved SV-Standard betong.
D.06 Kloridklasse		Betongens kloridklasse. Benyttes ikke ved SV-Standard betong
E.01 Merknad 1		Viktige merknader for elementet del 1
E.02 Merknad 2		Viktige merknader for elementet del 2
E.03 Merknad 3		Viktige merknader for elementet del 3
E.04 URL 1	<a href="http://...no">http://...no</a>	URL link til pdf dokument. Kan f.eks være prinsippskisse, beskrivende tekst, spesielle krav som kun kan vises pr tegning, henvisning til produsentens tekniske regelverk eller fakta ark
E.05 URL 2	<a href="http://...no">http://...no</a>	Samme som for E.04 URL 1

Egenskapsnavn	Eksempel på informasjon	Beskrivelse
E.06 Vertikalnivå	1	Parameter som forteller entreprenøren hvilke «nivå» elementet ligger i. Med nivå menes her; -1 = fullstendig nedgravd, 0 = delvis nedgravd, 1 = fullstendig over bakken (i ferdig tilstand)
F.01 Pos nr	P132	Posnummer for armeringsjern
F.02 Status	Klar for bygging	Status for armeringsjernet. Benytter «Skisse», «Klar for bygging», «Hold»
F.03 Revisjon	01C	Gjeldende revisjonsnummer for armeringsjernet
F.04 Revisjonsdato	21.05.2018	Dato for siste revisjon av armeringsjernet
F.05 Overdekning	65mm	Overdekning for ytterste lag armering
F.06 Enhet	LM	Parameter som sier om et armeringsjern skal bestilles som løpemeter, LM, eller som ferdig kappet og bøyd, STK.
F.07 Konstruksjonsdel	K1202-F001-002	Nummer på konstruksjonsdel. Armering skal ha samme konstruksjonsdelsnavn som betongen den først støpes inn i.
F.08 Kommentar		Eventuell kommentar til armeringsjernet
G.01 Egenkontroll	NOTHOS	Signatur på utført egenkontroll
G.02 Egenkontroll dato	11.01.2018	Dato for utført egenkontroll
G.03 Sidemannskontroll	NOEBEL	Signatur til person som har utørt sidemannskontrollen
G.04 Sidemannskontroll dato	12.01.2018	Dato for utført sidemannskontroll
G.05 Godkjent	NOHAAU	Signatur av den som godkjenner utsendelsen av modellen. Som oftest fagansvarlig for entreprisen.
H.01 Revidert?	Ja	Parameter som hakes av om elementer er endret siden sist utsendelse.
H.02 Revisjonslogg	05C	Revisjonskode for siste revisjon av elementet. Utfyllende tekst om hva revisjonen inneholder er gitt i revisjonsloggen for entreprisen (se I.06 Revisjonslogg)
H.03 Revisjons dato	01.02.2018	Dato for når siste revisjon ble utført.
I.01 K-manual	<a href="http://webforum.no">http://webforum.no</a>	INFO kube egenskap som linker til denne konstruksjonsmanualen
I.02 Beskrivelse	<a href="http://webforum.no">http://webforum.no</a>	INFO kube egenskap som linker til beskrivelsen
I.03 Beregning	D01_012_ber_Kon_K1202-Statisk Beregninger_00001	INFO kube egenskap som gir dokumentnavn på beregningsrapport for konstruksjonen

Egenskapsnavn	Eksempel på informasjon	Beskrivelse
I.04 Oversiktstegning	<a href="http://webforum.no">http://webforum.no</a>	INFO kube egenskap som linker til oversiktstegningen for konstruksjonen
I.05 Merknader	<a href="http://webforum.no">http://webforum.no</a>	INFO kube egenskap som linker til eventuelt samledokument med hvor alle merknader er beskrevet
I.06 Revisjonslogg	<a href="http://webforum.no">http://webforum.no</a>	INFO kube egenskap som linker til revisjonslogg for entreprisen
I.07 Konstruksjonsnummer	K1202	Konstruksjonsnummer for modellen
I.08 Nullpunkt	N: 6698000, E: 297500	Lokalt nullpunkt for modellen, felles for alle konstruksjoner i BT4.
K.01 Plasseringsprioritet	1	Prioritering av elementer dersom det oppstår kollisjoner. (1 = Viktigst)
S.01 X	6695914.9	X-koordinat for kontrollpunkt
S.02 Y	295456.8	Y-koordinat for kontrollpunkt
S.03 Z	38.6	Z-koordinat for kontrollpunkt