

# Hvordan kan LOD benyttes i norske jernbaneprosjekter

**Thomas Fløien Angeltveit**

Master i veg og jernbane

Innlevert: august 2017

Hovedveileder: Kelly Pitera, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg- og miljøteknikk



## Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på min erfaringsbaserte master i Jernbaneteknikk (TBA4945) på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Masteroppgaven er gjennomført vår og høst 2017 i samhandling med Norconsult og Bane NOR.

Innføring av LOD har blitt løftet frem som en viktig tilbakemelding i forbindelse med revisjon av Bane NORs Håndbok i digital planlegging. I tillegg ønskes det at håndboka skal stille krav til sluttproduktet (BA-nettverket 2015). Det kan være flere grunner til dette, bransjen beveger seg mot tegningsfrie prosjekter, behov for angivelse av ferdighetsgrad i modell, modellens troverdighet og bruksområder har fått et større fokus, samt rask utvikling gir økt behov for styring og systemer for å ivareta data. Tema for masteroppgaven er bruken av LOD i norske jernbaneprosjekter, og hvordan dette kan gi verdiskapning. Problemstillingen tar utgangspunkt i en innledende diskusjon med fagpersoner i Bane NOR og min egen innsikt i utviklingen av BIM i bransjen.

Jeg ønsker å benytte anledningen til å takke de som har bidratt med faglig input, korrekturlesning og støtte gjennom oppgaven.

Jeg ønsker å takke min veileder ved NTNU Kelly Pitera. Kelly har vært en god støtte, og bidratt med mange innspill og kommentarer underveis i oppgaveskrivingen.

Jeg vil også takke Norconsult og Bane NOR som har bidratt med respondenter og interessante samtaler underveis i forskningsprosessen.

Avslutningsvis ønsker jeg å takke min kone, Marianne Angeltveit, for all god støtte og tålmodighet underveis i denne prosessen.

Thomas Angeltveit

Fornebu, 07. august 2017



## Sammendrag

Fokuset på digitalisering er stort digitaliseringen i det offentlige vokser hurtigere i samferdselssektoren enn i noen annen sektor (Haraldsen 2016). BIM, som er forkortelsen for bygningsinformasjonsmodellering, er et kjent begrep i den sammenhengen og benyttes for å beskrive en arbeidsmetode eller modell (Statsbygg). «I»en i BIM representerer informasjonsinnhold og her ligger samferdselssektoren et stykke bak byggebransjen når det gjelder å nyttiggjøre seg av metadata/informasjon i modell. Innføring av LOD har blitt løftet frem som en viktig tilbakemelding i forbindelse med revisjon av Bane NORs Håndbok i digital planlegging. I tillegg ønskes det at håndboka skal stille krav til sluttproduktet (BAnettverket 2015). Det kan være flere grunner til dette: bransjen beveger seg mot treningsfrie prosjekter, behov for angivelse av ferdighetsgrad i modell, modellens troverdighet og bruksområder har fått et større fokus, rask utvikling gir økt behov for styring og systemer for å ivareta data. Problemstillingen for denne masteroppgaven er:

*Hvordan kan LOD gi verdiskapning i norske jernbaneprosjekter?*

For å besvare denne problemstillingen så har jeg valgt å se på forskningsspørsmål; på hvilken måte er LOD relevant i jernbaneprosjekter, hva er viktige elementer i et LOD-system og hvordan kan et LOD-system implementeres i den norske jernbanebransjen. Jeg har valgt å benytte kvalitativ metode og har gjennomført intervjuer for å forske på samhandling mellom konsulent og Bane NOR, og på den måten identifisere noen suksesskriterier for å lykkes med bruken av LOD i norske jernbaneprosjekter. I tillegg skal oppgaven presentere et forslag til et LOD system for jernbaneprosjekter i Norge.

LOD kan gi verdiskapning gjennom effektivisering av oppdragsgjennomføring. LOD kan bidra til dette på flere måter. Effektivisering av oppdragsgjennomføring vil være til nytte for både konsulentbransjen og Bane NOR. For konsulentbransjen så vil det kunne gi et konkurransefortrinn både i forhold til økt konkurranse fra utenlandske aktører, men også i forhold til å begrense risiko i oppdrag og planlegge bemanning. Kvaliteten i oppdragsgjennomføringen vil også kunne bli bedre.

For Bane NOR vil standardisering gi en mer oversiktlig hverdag på grunn av at prosjektene blir mer like. Det vil lette planleggingen og måten kontrakter kan følges opp.

Som et resultat av denne masteroppgaven så utarbeidet jeg et forslag til et LOD-system som kan benyttes i norske jernbaneprosjekter.



## Summery

# Innholdsfortegnelse

1 Innledning .....	7
1.1 Bakgrunn for valg av tema .....	7
1.2 LOD «Level of Development» .....	7
1.3 Problemstilling og valg av oppgave .....	8
1.4 Avgrensninger .....	9
1.5 Oppbygning av oppgaven .....	9
2 Metode .....	9
2.1 Forskningsdesign .....	9
2.2 Datainnsamling .....	10
2.2.1 Intervju som metode .....	10
2.2.2 Utvalgsstrategi .....	11
2.3 Dataanalyse og koding .....	11
2.3.1 Transkribering .....	12
2.4 Forskningsprosess .....	12
2.4.1 Forskningsetikk .....	13
2.5 utfordringer med metoden .....	13
3 Teori .....	14
3.1 Hva er LOD .....	14
3.2 Hvorfor benytte LOD .....	16
3.3 Bruken av LOD .....	17
3.3.1 Bruk av LOD internasjonalt .....	17
3.3.2 Bruken av LOD i Norge .....	19
3.4 utfordringer med LOD .....	21
3.5 Verdiskapning .....	22
4 Intervjuresultat .....	22
4.1 Kjennskap til LOD .....	22
4.2 Bane NOR .....	23
4.2.1 Hvordan kan LOD påvirke prosjektgjennomføring .....	23
4.2.2 utfordringer og suksesskriterier .....	23
4.2.3 Troverdighet .....	24
4.2.4 Fremdrift .....	24
4.2.5 Samarbeid byggherre og konsulent .....	25
4.3 Konsulent .....	25
4.3.1 Hvordan kan LOD påvirke oppdragsgjennomføringen .....	25
4.3.2 utfordringer og suksesskriterier .....	25
4.3.3 Troverdighet .....	26
4.3.4 Fremdrift og timebudsjettering .....	26
4.3.5 Samarbeid byggherre og konsulent .....	27
5 Diskusjon .....	27
5.1 Hva er LOD .....	27
5.2 Hva kan LOD tilføre norsk jernbanebransjen .....	28



5.3 utfordringer .....	29
5.4 Viktige elementer i et LOD system.....	30
5.5 Forslag til LOD system .....	31
5.6 Verdiskapning .....	34
6 Konklusjon og videre arbeid .....	35
Referanseliste .....	36
Vedlegg .....	37

## Figurliste

FIGUR 1 BIMFORUMS LOD-TABELL.	15
FIGUR 2 SAMMENSTILLING AV LOD-SYSTEM INTERNASJONALT	18
FIGUR 3 FORSJELL PÅ BYGGEBRANSJEN OG ANLEGGSRANSJEN.	19
FIGUR 4 LOD-TABELL SYKEHUSBYGG	20
FIGUR 5 SAMMENSTILLING AV LOD-SYSTEM NORGE	21
FIGUR 6 FORSLAG TIL LOD-NIVÅER	31
FIGUR 7 FORSLAG TIL DELING AV NIVÅER BASERT PÅ PLANFASER	32
FIGUR 8 FAGSPESIFIKKE KRAV	32
FIGUR 9 KODING AV ENKELTMODELLER	33
FIGUR 10 KODING AV SAMORDNINGSMODELL FOR Å ANGI PROSJEKTERINGSREKKEFØLGE	33
FIGUR 11 KODING FOR Å IVARETA KVALITETSSYSTEMET	34
FIGUR 12 OPPSUMMERING AV HVORDAN LOD-SYSTEMETS OPPBYGNING	34

# 1 Innledning

I dette kapitelet ønsker jeg først å presentere bakgrunn for oppgaven og definere noen grunnleggende begrep. Videre presenteres tema og valgt problemstilling, samt avgrensninger og oppbygging av oppgaven.

## 1.1 Bakgrunn for valg av tema

Fokuset på digitalisering er stort og Arild Haraldsen skriver at digitaliseringen i det offentlige vokser hurtigere i samferdselssektoren enn i noen annen sektor (Haraldsen 2016). BIM, som er forkortelsen for bygningsinformasjonsmodellering, er et kjent begrep i den sammenhengen og benyttes for å beskrive en arbeidsmetode eller modell (Statsbygg). «I»en i BIM representerer informasjonsinnhold og her ligger samferdselssektoren et stykke bak byggebransjen når det gjelder å nyttiggjøre seg av metadata/informasjon i modell. Dette skyldes primært at prosjekteringsverktøyene for denne bransjen ikke støtter slik data og at leveranseformatet i lang tid har vært låst til .DWG-formatet.

Det bevilges stadig mer penger til samferdsel og prosjektene blir større og større (NTP 2018-2029). Dette gjør at det involveres veldig mange personer i prosjekteringsfasen, både hos konsulenter og i byggherreorganisasjonen. Dette skaper et økt behov for kommunikasjon og informasjonsdeling i det daglige arbeidet. På oppdrag for Bane NOR (tidligere Jernbaneverket) har det blitt utarbeidet en rapport som kartlegger verdiskapning og sysselsetting i norske jernbaneutbyggingsprosjekter. Der skrives det at verdiskapning kort fortalt er produksjon av varer og tjenester (Economics 2016). Tradisjonelt så starter utbygging av jernbane med definerte krav/mål før det går over i en prosjekteringsfase. Når prosjekteringen er ferdig starter utbyggingen. Effektiv planlegging og prosjektering vil dermed bidra til økt verdiskapning og dette gjør blant annet at bransjen vil redusere omfanget av tradisjonelle tegninger og bevege seg mot tegningsfrie prosjekter. Dette gjør at det sees på nye fil-formater som tradisjonelt benyttes i byggeindustrien, men også flere muligheter for å informasjonsberike .DWG-formatet. I tillegg er det fokus på å finne mulige løsninger for hvordan modellen kan bli en informasjonsbærer i prosjekter (Fremtidensbygg). I den sammenheng så har det blitt introdusert et nytt begrep i bransjen «LOD».

## 1.2 LOD «Level of Development»

Det er flere definisjoner på LOD og de to vanligste er «Level og Detail» og «Level of Development». Oversatt til norsk ville jeg ha brukt Detaljnivå og modellens utvikling/modenhetsnivå. Level of Detail beskriver hvor detaljert modellene skal være i en gitt fase, mens Level of Development beskriver detaljnivået i tillegg til bruksområder og begrensninger (VicoSoftware). Scherer skriver at LOD defineres som Level of Development hvis det skrives med store bokstaver, og hvis det skrives LoD er det Level og Detail (Scherer 2016). I denne oppgaven ønsker jeg å definere LOD som Level of Development. Jeg vil allikevel bruke samme prinsippet for å tydeliggjøre om det snakkes om LOD – Level of Development eller LoD – Level of Detail.

Innføring av LOD har blitt løftet frem som en viktig tilbakemelding i forbindelse med revisjon av Bane NORs Håndbok i digital planlegging. I tillegg ønskes det at håndboka skal stille krav til sluttproduktet (BA-nettverket 2015). Det kan være flere grunner til dette;

- Bransjen beveger seg mot tegningsfrie prosjekter
- Behov for angivelse av ferdighetsgrad i modell
- Modellens troverdighet og bruksområder har fått et større fokus
- Rask utvikling gir økt behov for styring og systemer for å ivareta data

### 1.3 Problemstilling og valg av oppgave

Tema for masteroppgaven er bruken av LOD i norske jernbaneprosjekter, og hvordan dette kan gi verdiskapning. Problemstillingen tar utgangspunkt i en innledende diskusjon med fagpersoner i Bane NOR og min egen innsikt i utviklingen av BIM i bransjen.

Problemstilling: «*Hvordan kan LOD gi verdiskapning i norske jernbaneprosjekter?*»

For å besvare denne problemstillingen så har jeg valgt å se på 3 forskningsspørsmål:

Forskningsspørsmål:

- På hvilken måte er LOD relevant i jernbaneprosjekter?
- Hva er viktige elementer i et LOD-system?
- Hvordan kan et LOD-system implementeres i den norske jernbanebransjen?

I tillegg til å bevare problemstillingen skal oppgaven presentere et forslag til et LOD-system for jernbaneprosjekter i Norge.

## 1.4 Avgrensninger

Oppgaven avgrenses til jernbaneprosjekter i Norge og Bane NOR som byggherre. Det finnes mange konsulentselskaper som arbeider med jernbaneprosjekter, men denne oppgaven benytter Norconsult som representant fra bransjen. I denne oppgaven så skal jeg se på LOD, og ikke annen teknologi. Begrepet verdiskapning begrenses til å omhandle forholdet mellom konsulent og byggherre.

## 1.5 Oppbygning av oppgaven

Nå har jeg presentert innledningen, videre så presenteres bakgrunnen for- og valg av metode, samt datainnsamling og dataanalyse. Deretter presenteres teori, hvor faglitteratur om LOD/LoD internasjonalt og i Norge er fundamentet i oppgaveteksten, samt annen litteratur jeg mener er hensiktsmessig for å svare ut min problemstilling. Funnen fra intervjuene legges frem i intervjuresultat, hvor de blir lagt frem fra Bane Nor og konsulent perspektiv. Videre knytter jeg teori og resultat mot hverandre i diskusjon for å svare ut forskningsspørsmål og problemstilling. Avslutningsvis så presenteres konklusjonen og forslag til videre arbeid.

## 2 Metode

I denne delen av oppgaven skal det redegjøres for valg av forskningsdesign, datainnsamling, dataanalyse og forskningsprosess. Hensikten er å vise hvordan valg av design og metode egner seg for å besvare problemstillingen, samt hvilke vurderinger som er blitt foretatt for å sikre validitet og reliabilitet.

### 2.1 Forskningsdesign

For å være i stand til å gjennomføre et forskningsprosjekt på en fornuftig måte er det viktig å være bevisst på å evaluere eget forskningsperspektiv, samt ens underliggende antakelser. Vår forståelse av verden er påvirket av subjektive vurderinger og kultur. Det vil si at vår forståelse av virkeligheten påvirkes av ulike mennesker og burde studeres ved å undersøke hvordan mennesker oppfatter de. På den annen side kan man avdekke regelmessigheter, slik at jeg kan foreta teoretisk generalisering ang. fenomenet (Jacobsen 2005).

Denne oppgaven er basert på en deduktiv tilnærming som vil si at man ut fra teori skaper noen antakelser om hvordan virkeligheten ser ut, og videre sammenlikner empiri for å se om antagelsene stemmer overens med virkeligheten (Jacobsen 2005). Ved å benytte kvalitativ metode vil forskerens erfaring, kunnskap, kreativitet og innsikt i fenomenet vil være avgjørende for forskningsresultatet. Datagrunnlaget er gjerne basert på intervjuer med et mindre antall respondenter. Kvalitativ forskning er basert på tolkning og er teoriutviklende, forskeren sikter mot dybdeforståelse og nærhet til fenomenet som undersøkes. Utvalgene er gjerne små og det er kontekstsavhengige resultater (Tor Grenness 2008). Videre er det benyttet eksplorerende design som er godt egnet i situasjoner med et fenomen man ønsker å lære mer om, samtidig som man ikke har noen klare tanker om fenomenet som skal forskes på. På denne måten er det ønskelig å forstå helheten av et fenomen fremfor å kunne generalisere, samtidig som man lærer kontinuerlig ved å gradvis få økt innsikt i problemstillingen. God struktur og planlegging er avgjørende for forskningens kvalitet, og den nødvendige fleksibiliteten kan gi mindre kontroll enn ved kvantitativ metode (Tor Grenness 2008).

## 2.2 Datainnsamling

Forskningsmetoder for datainnsamling innenfor kvalitative undersøkelser er gjerne intervju, gruppesamtaler, observasjon, case studier og eksisterende teori. Ofte er det en kombinasjon av disse. Valget av metode burde baseres på formålet med undersøkelsen og dens gjennomførbarhet for å svare ut problemstillingen (Tufte 2010). Jeg valgte intervju som min primærkilde til å samle inn data. Intervju er den vanligste måten å samle inn kvalitative data på. Dette er en samtale mellom forsker og respondent, hvor forskeren har et formål og fører samtalen (Ringdal 2013).

### 2.2.1 Intervju som metode

Intensjonen med denne oppgaven er å kartlegge og benytte allerede eksisterende teori, samt innhente kunnskap og erfaringer fra kompetanseprofiler i bransjen for å svare ut problemstillingen. Basert på kunnskap og erfaring har jeg utarbeidet 5 profiler for å kartlegge respondenter (se vedlegg). Jeg har valgt å benytte semistrukturert intervju, som har en overordnet intervjuguide som utgangspunkt, mens rekkefølge, temaer og spørsmål kan være ulike fra intervju til intervju. Fordelen med denne type intervju er forskerens fleksibilitet og mulighet for tilpasning underveis i intervjuene. Ulempen er at det kan være vanskelig å

sammenligne data, samt det er mer krevende i form av ressursbruk (Tuft 2010). Ved å stille noen spørsmål forholdsvis likt til alle respondentene, forenkles grunnlaget for sammenlikning (Ringdal 2013).

Jeg valgte å lage en tilpasset intervjuguide til hver av de fem profilene, rekkefølgen på spørsmålene er konstruert med utgangspunkt i profilene for intervjuguiden. Noen av spørsmålene er like for alle, mens omfanget av spørsmål tilhørende hver profil, avhenger av hvilken respondent det var. Se intervjuguide i vedlegg 3

I valget av omgivelser for intervjuene har jeg lagt vekt på at respondenten skal ha det komfortabelt, samtidig som jeg ønsket å skape tillit mellom respondent og forsker. Dette kan trolig øke sannsynligheten for at informasjonen som blir innhentet er mest mulig troverdig. Jeg har utført intervjuene på respondentens arbeidsplass. Da slipper respondentene å reise fra sin arbeidsplass og de kan føle seg trygge og komfortable. Det er imidlertid fare for forstyrrelser, ettersom det kan komme uventet besøk fra kolleger eller forstyrrelser som følge av PC-bruk eller telefonsamtaler.

### 2.2.2 Utvalgsstrategi

I kvalitative undersøkelser er det vanlig med en utvalgsstrategi for å kartlegge hvilke målgrupper som kan gi verdifull informasjon om fenomenet, og hvilke representanter som er mest hensiktsmessig å intervju innenfor denne målgruppen (Tuft 2010). For å svare ut problemstillingen så var det hensiktsmessig å ha en begrenset målgruppe innen jernbane, samt prosjekt- og BIM-erfaring. Jeg valgte respondenter fra både Bane NOR og Norconsult, dette fordi jeg ønsket å kartlegge ulike perspektiv, behov og forståelse for fenomenet. Respondentene er valgt basert på deres erfaring og kompetanse innenfor de ulike områdene, dette har resultert i fem ulike profiler som utgangspunkt for kartleggingen (se vedlegg 1). Jeg fikk tilgang til respondentene basert på nettverk i Bane NOR og kjennskap i Norconsult, og kontaktet disse via e-post og telefon for å avtale tid til intervju fortløpende.

### 2.3 Dataanalyse og koding

Dataanalyse kan defineres som systematisert sortering av data slik at eventuelle strukturer og mønstre trer frem. Kvalitativ dataanalyse krever struktur, en analytisk og mye arbeid. Forskjellige mennesker har forskjellige oppfatninger, persepsjon og holdninger. Dette er oppmerksomhetsområder som er med på å påvirke organisering, analyse og tolkning av data

(Tor Grenness 2008). Det er viktig å opptre nøytralt i møte med ulike meninger og holdninger, en utfordring ved kvalitativ analyse kan være forutinntatte holdninger.

Jeg har valgt å kartlegge fenomenet ved å lese og sette meg inn i teorien, før jeg utarbeidet intervjuguider. På den måten ønsker jeg presentere teori for å knytte dette opp mot praksis ved hjelp av intervjuer. Ut fra intervjuguiden utarbeidet jeg en struktur for koding som jeg mente var hensiktsmessig for dataanalysen. Videre organiserte jeg informasjonen inn i et Excel-ark, samt utarbeidet kategorier som jeg mente var nødvendig for å besvare problemstillingen. Jeg har prøvd å sikre både validitet, reliabilitet og redusere subjektiv fortolkning gjennom en fast struktur, systematisk koding og kategorisering. Se vedlagt modell (Vedlegg 2) som viser sammenhengen mellom teori, intervju, diskusjon og forskningsspørsmål.

### 2.3.1 Transkribering

Jeg valgte å notater underveis i dybdeintervjuet, og transkribere dette fortløpende slik at informasjonen ble behandlet så nært opptil intervjuet som mulig. Alle hovedområdene og temaene som ble nevnt i intervjuet er skrevet ned, men ikke ordrett og identisk med slik det ble fortalt.

## 2.4 Forskningsprosess

Jeg startet med å lese litt generell faglitteratur for å kartlegge tema og problemstilling for oppgaven. Når jeg hadde bestemt meg for tema så søkte jeg etter relevant teori og forskningsartikler, og utarbeidet problemstilling og forskningsspørsmål. Videre så besluttet jeg å benytte intervjuer og kvalitativ metode.

Det var hensiktsmessig med en litteraturgjennomgang for å få innsikt og identifisere hvilken teori som er relevant for å svare ut problemstillingen. Gjennom søk og gjennomlesning av litteratur svarer ikke litteraturen ut problemstillingen alene, men gir en fremstilling av teoretisk bruk og definerte modeller fra andre bransjer og land. På den ene siden er det positivt med teori innen bruken av LOD, på den annen side er det utfordrende siden fenomenet er fra andre bransjer og verdensdeler.

Det ble også benyttet intervjuer for å få innsikt og forståelse for norske forhold og jernbaneprosjekter i Norge. Det var hensiktsmessig å først kartlegge teori innen fenomenet

for en generell forståelse for praksis innen LOD, samt se hvilke elementer som er hensiktsmessige å bruke for å svare ut problemstillingen. For å få innsikt i norske forhold og jernbaneprosjekter så var det interessant å gjennomføre dybdeintervjuer med et utvalg profiler innen Bane NOR og Norconsult. På denne måten kunne jeg oppdage ny teoretisk og praktisk kunnskap om temaet jeg studerer underveis i forskningsprosessen.

Videre ble intervjuene transkribert, funnene måtte deretter reduseres, analyseres, tolkes, kvalitetssikres og sammenstilles. I denne fasen valgte jeg å kode etter strukturen på intervjuguiden i et egenkomponert Excel-ark. På denne måten koblet jeg svarene fra intervjuene opp mot problemstillingen og forskningsspørsmålene. Teori, metode og fremgangsmåte ble evaluert kontinuerlig og tilpasset dersom det var nødvendig.

I diskusjonen ble teori og resultatet fra intervjuene sammenlignet og basert på funnene ble det utviklet et LOD-system. Avslutningsvis utarbeidet jeg en konklusjon og anbefaling for videre arbeid og implementering.

#### 2.4.1 Forskningsetikk

Det stilles spesielle etiske krav til hele den kvalitative forskningsprosessen. Sentrale forskningsetiske prinsipper er at deltakelse skal være frivillig, respondenten har rett til å vite at de blir forsket på, rett til å få informasjon om selve forskningen eller prosjektet, og formidlet informasjon skal være anonym (Tuftes 2010). Jeg har fått bekreftet at respondentene samtykker i å få sine erfaringer og meninger presentert i denne oppgaven. Respondentene er blitt anonymisert og jeg etterstrebet gode rutiner for å gjengi informasjon korrekt. Jeg har etterlevd etiske retningslinjer og jeg har opptrådt ærlig og rettferdig ovenfor mine respondenter.

#### 2.5 utfordringer med metoden

I en kvalitativ undersøkelse er det utfordrende å opptre objektivt. Jeg etterstreber gode rutiner og utarbeidet standardiserte kategorier for å begrense min subjektive tolkning. Det var utfordrende å finne riktige profiler basert på noe manglende informasjon om deres kunnskap. Få respondenter gjør at feiltolkning av spørsmål vil kunne gi utslag på resultatene. Jeg benyttet notater til transkribering, og det er utfordrende å gjengi nøyaktig det som blir sagt. I tillegg er det vanskelig å si at utvalget representerer hele bransjen. I intervjuprosessen



var det noen førende spørsmål for å få innsikt i konkrete løsninger og holdninger. Måten spørsmålet ble stilt kan påvirke respondenten slik at svaret blir formet for å svare ut spørsmålet, og ikke nødvendigvis gi hele respondentens mening. Svarene fra respondentene preges i stor grad av deres fagområde så det preger resultatene, på den annen side så gir det innsikt i fenomenet fra flere perspektiv som er veldig verdifull. Det har vært viktig for meg å ha gode prosesser og rutiner i datainnsamlingen, allikevel er det flere fallgruver i kvalitativ datainnsamling. En annen fallgruve er konsensus rundt begrep som er benyttet. Ulik begrepsforståelse er en utfordring. Til tross for at jeg har forsøkt å kartlegge dette, kan det hende at begrepene benyttes ulikt i praksis, enn hva som fremkommer under intervjuene. Etter den innledende delen av intervjuet der det ble spurt om bakgrunnskunnskapen presenterte jeg LOD og de mest kjente definisjonene.

Jeg kan trekke konklusjoner i denne oppgaven, og det kan representere andre lignende organisasjoner, men jeg kan ikke generalisere.

### **3 Teori**

I denne delen av oppgaven skal jeg gjøre rede for teori jeg mener er relevant for å svare ut problemstillingen. Jeg skal først presentere LOD/LoD, hvorfor LOD benyttes, dagens bruk av LOD både internasjonalt og i Norge, samt utfordringer med LOD, og avslutte med å gjøre rede for verdiskapning.

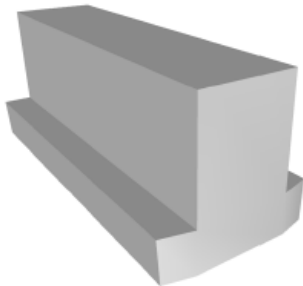
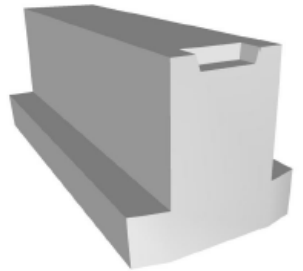
#### **3.1 Hva er LOD**

I 2004 utviklet VicoSoftware et rammeverk som skulle håndtere informasjon i BIM-modeller og dette kalte de Model Progression Specification (MPS). MPS skulle gjøre at eiere, designere og andre involverte i prosjekter skulle kunne beskrive hvordan elementer utviklet seg fra skjematiske fremstillinger til detaljerte 3D-modeller (Jim Bedrick 2008). Level of Detail (LoD) var en viktig del av MPS og skulle identifisere hvor mye informasjon som var kjent for et gitt modell-element på et gitt tidspunkt. MPS var som en struktur som koblet LoD opp mot milepæler (VicoSoftware).

I 2008 gikk VicoSoftware sammen med Webcor Buildings for å utvikle konseptet videre. De tok det til California Council's Integrated Project Delivery som er en undergruppe til American Institute of Architects (AIA). LoD-definisjonen ble bearbeidet og det ble definert med 5 ulike nivåer som skulle beskrive hvordan et BIM-element utvikles gjennom et prosjekt fra start til slutt. De fem nivåene er: 100 Conceptual, 200 Approximate geometry, 300 Precise geometry, 400 Fabrication, 500 As-built (VicoSoftware, Jim Bedrick 2008).

Senere i 2008 tok AIA National Document Committee over konseptet og LoD fikk en ny betydning. LOD ble nå definert som Level of Development og skulle fortelle noe om troverdigheten til en modell i tillegg til detaljeringsgraden.

AIA har sammen med en rekke andre amerikanske bedrifter utgitt «Level of Development specification» gjennom BIMFORUM. Spesifikasjonen inneholder en lang liste med ulike bygningsselementer. For hvert element er det en tabell som med tekst beskriver innholdet til ulike LOD-nivåer, og i tillegg er det illustrert med bilder. Et eksempel fra tabellen er vist under på figur XX

100	See <a href="#">B108.10</a>	
200	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Type of structural concrete system</li> <li>Approximate geometry (e.g. depth) of structural elements</li> </ul>	 <p>19 B1 010.10-LOD 200 Precast Structural Inverted T Beam (Concrete)</p>
300	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Specific sizes and locations of main concrete structural members modeled per defined structural grid with correct orientation</li> <li>Concrete defined per spec (strength, air entrainment, aggregate size, etc.)</li> <li>All sloping surfaces included in model element with exception of elements affected by manufacturer selection</li> </ul>	

Figur 1 BIMFORUMs LOD-tabell.

Vico sitt arbeid med LoD har inspirert mange i ulike bransjer. Det har blitt laget mange definisjoner og systemer som bruker samme tankegang, men selve LOD-begrepet har i enkelte land blitt erstattet med andre forkortelser og betydninger (Bolpagni). I Australia

bruker de Model Development phases (MDP) og forklarer det med at BIM utvikles over tid der både detaljeringsgraden og kompleksiteten øker (CRC 2009).

Det finnes mange definisjoner av LOD og en teori bryter ned LOD i tre variabler. Her brukes Graphical Detail Level (GDL), Information Richness (IR) og Confidence Index (CI) for å beskrive LOD-nivået. GDL relateres til den grafiske fremstillingen og er på mange måter den gamle definisjonen «Level of Detail», mens IR er metadata som er relatert til objektet. Her er for eksempel volum, kostnad og installasjonsbeskrivelse nevnt. CI omhandler troverdigheten til modellen og baserer seg på hvilke kontroller modellen har vært igjennom. Det kan for eksempel være egenkontroll, fagkontroll, tredjeparts-kontroll. Et LOD nivå blir en sammenstilling av de ulike variablene og det stilles krav til hvilket nivå de ulike variablene minimum må ha. For eksempel så kan ikke en modell oppnå LOD400 hvis CI er på 0 (Abou-Ibrahim and Hamzeh 2016).

### 3.2 Hvorfor benytte LOD

Hovedpoenget med LOD er å skape et verktøy som kan brukes for å bli enige om hva som skal leveres i forskjellige faser av prosjekter. Det må være på et nivå slik at prosjektledere og andre med lite BIM-kunnskap skal kunne forstå og bruke det (Trelidal, Vestergaard et al. 2016). Et annet viktig poeng med LOD-konseptet er troverdigheten til modellen og det løses ved at prosjekterende kan definere hva modellen skal brukes til, tilsvarende kan de som mottar en modell skjønne hva den kan brukes til og dens begrensninger (Ahmad Latiffi, Brahim et al. 2014). Forskjellige prosjekter har forskjellige behov. Ved å ha en LoD-standard som kan tilpasses hvert enkelt prosjekt kan det øke produktiviteten til de som produserer modeller (Van Berlo and Bomhof 2014). LOD skal også være en standard som kontrakter og andre dokumenter kan referere til (BIMFORUM).

Jia Liu hevder at man kan måle progresjon ved hjelp av LoD. Ulike oppgaver i et prosjekt har ulike aktiviteter og tilhørende varigheter og kostnad. Timeforbruket per aktivitet registeres i prosjekter i dag, men Liu hevder at det må opprettes en egen BIM-variabel per aktivitet hvis man skal måle progresjon. Hensikten er at det skal registreres hva det har blitt jobbet med enten det er modellering, koordinering, revisjon etc. Videre må alle BIM-elementer i modellen deles opp etter ved å benytte ulike lag. Ved å koble aktivitetenes BIM-variabel sammen med modellens LoD-lag vil det kunne gi forskjellig informasjon om

progresjon (Jia Liu 2015). I tillegg til å måle progresjon vil LoD muliggjøre tegningsfrie prosjekter (Gibson 2016). En ting tegninger har vært bra på er dokumentering av endringer og her trekkes LoD inn som løsningen. De som produserer modellene må ha en mulighet for å angi LoD-nivået. På samme måte som en tegning har måtte signeres før den er godkjent blir en modell godkjent når produsenten setter et LoD-nivå. Dette dokumenterer samtidig at gjeldene krav til sidemannskontroll, fagkontroll etc. er utført.

Annen teori ser på mulighetene for at LOD-nivåer leses direkte ut fra modellene. Ved å sette opp ett sett med regler som søker etter spesiell geometri og informasjon lagt på objektene så kan LOD-nivået defineres automatisk (Hooper 2015). Dette kan også gjøres ut i fra laserscann som brukes som innmåling (Fai and Rafeiro 2014). I tillegg er LOD viktig ved parameterstyrt modellering der en datamaskin modellerer automatisk basert på input. (Borrmann, Flurl et al. 2014)

LOD – Level of Detail brukes også i spillbransjen. Der benyttes det for at prosessoren skal få mindre å jobbe med. Måten det løses på er at ett objekt kan opptre i flere ulike detaljeringsgrader der målet er å redusere antall polygoner objekt består av (Unrealengine 2017). På lang avstand kan en stople være en 6-kant og fortsatt fremstå som rund. Etterhvert som man kommer nærmere skiftes stolpen ut med neste LOD-nivå som kanskje består av 16-kanter. Slik fortsetter det helt til det mest detaljerte nivået som vil kunne være sirkulært, inneholde informasjon om gjenskinns og andre detaljer.

### 3.3 Bruken av LOD

#### 3.3.1 Bruk av LOD internasjonalt

Det er utfordrende å finne teori om bruken av LOD i andre bransjer enn byggebransjen. Dette skyldes primært fordi utviklingen av LOD ble initiert og drevet av et arkitekt-institutt. De etterfølgende eksemplene er derfor fra bygg- og arkitekt-bransjen med mindre noe annet er spesifisert. I Danmark har de helt siden 2006 brukt en syv-delt skala for informasjonsnivåer. De har laget en tabell/matrise som beskriver de ulike nivåene. For å forenkle har de brukt en illustrasjon av en arkitektmodell som utvikles og tilhørende forklarende tekst. I tekstform beskrives detaljeringsnivået inkludert innhold og hva modellen kan brukes til (Construction 2006). I Nederland har BIMFORUMs «Level of Development specification» gitt inspirasjon til en egenutviklet LOD-definisjon som passer det nasjonale markedet bedre.

Denne består av, på samme måte som i Danmark, 7 nivåer og er navngitt 0 til 6 (Van Berlo and Bomhof 2014). De har satt opp en matrise som beskriver hva modellen skal inneholde for de ulike nivåene. I realiteten har de innført LOD 250 og LOD 350 i tillegg til å gjøre tekstbeskrivelsen bedre egnet for nederlandske prosjekter. I Australia benyttes også nivåene 0-6 for faser i prosjekter, men i tillegg har de en egen angivelse for detaljeringsgraden på objektnivå. Her brukes bokstavene A til E med en forklaring på hva innholdet og bruksområdene er for de ulike nivåene (CRC 2009).

I den Malaysiske byggeindustrien forsøker de å innføre LOD. Her brukes BIMFORUMS beskrivelse og nivåene LOD100-500. Samme beskrivelse og nivåer brukes også i en BIM-manual utgitt av Pennsylvania State University, men i tillegg har de utvidet 500-kategorien med 510-550 for å kunne beskrive drifts- og vedlikeholdsfasen (University). U.S Army Corps of Engineers benytter bare nivåene 100-300 og har laget en bokstavbenevnelse som benyttes sammen med LOD-nivået. Etersom data kan presenteres på ulik form brukes bokstavene A-C for å si om det skal modelleres i 3D, 2D eller 2D i form av tekst eller annen beskrivelse. (Engineers). Canada har en BIM-manual og denne inneholder et kapittel om utvikling av modell. De bruker nivåene g0-g4 og skriver at bruken av «Model Development strategy» vil gjøre at det kan laget veldig store modeller som krever lite datakraft og hardware (AEC 2012, AEC 2014).

#### Sammenstilling av ulike LOD-system som er benyttet internasjonalt

Land	Navn	Nivå
Danmark	BIPS, 3D Working method	0-6
Nederland	Dutch national BIM levels of development	0-6
Australia	CRC	0-6*
Vico Software	Model Progression Specification	100-500
BIMFORUM	Level of development specification	100-500
Malaysia		100-500
Pennsylvania State University	BIM Information Exchange	100-550**
U.S Army Corps of Engineers	USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3)	100-300***
Canada	AEC	g0-g4
Tyskland****		1-5
Sverige****		100-500

\* Benytter i tillegg A -E for å beskrive innhold og bruksområder

\*\* Utvidet med 510-550 for å kunne beskrive drifts- og vedlikeholdsfasen

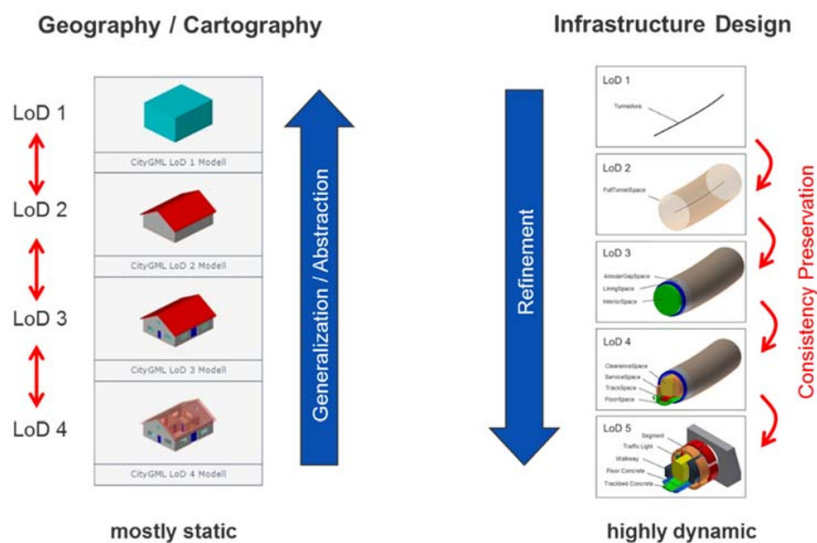
\*\*\* Bokstavene A-C benyttes for å angi på hvilken form dataen skal presenteres

\*\*\*\* Casestudie

Figur 2 Sammenstilling av LOD-system internasjonalt

Bruken av LOD er generelt størst i den private sektoren og skyldes at implementeringen av LOD drives av det private (Ahmad Latiffi, Brahim et al. 2014).

Det finnes noen eksempler på bruken av LOD i anleggsbransjen og da er det eksempelvis rene tunnel- eller bruprosjekter. I Tyskland har de hatt et casestudie på et t-baneprosjekt der de benyttet LOD. De benyttet 5 nivåer 1-5 for å beskrive progresjon og dette var hovedsakelig gjort for å muliggjøre parameterstyr modellering (Borrmann, Flurl et al. 2014). Det var kun fokus på tunnel og relevansen i forhold til et LOD-system for detaljering av samferdselsmodeller i Norge er derfor liten. A. Borrmann et al. illustrer derimot veldig godt forskjellen mellom LOD for byggebransjen og anleggsbransjen på figur XX. I Sverige har de hatt et casestudie på bruken av LOD ved rehabilitering av en bru (Hooper 2015). Slike eksempler finnes det en del av, men fellesnevneren er at de designer et LOD-system kun for å løse ett spesielt case. For broen i Sverige så baserte de seg på BIMFORUM sine LOD-nivåer, men beskrivelsen av nivåene ble modifisert slik at det passet bedre med arbeidet som skulle utføres. I dette tilfellet ble en bru laserscannet og skulle bygges opp igjen helt lik.



Figur 3 forskjell på byggebransjen og anleggsbransjen. I byggebransjen kan hele objektet byttes ut når LOD-nivået øker. For anleggsbransjen er det et større fokus på at modellen som allerede finnes skal detaljeres. Figur hentet fra *Advanced Engineering Informatics*

### 3.3.2 Bruken av LOD i Norge

I Norge har de offentlige byggherrene laget sitt eget system for angivelse av detaljeringsnivå. **SVV** håndbok V770 angir ikke spesifikt noe om LOD, men beskriver en mulig metode for å status-sette objekter. Dette er bare nevnt med noen få setninger i håndboken. Det benyttes bokstavene u, h, g og su som står for henholdsvis Utkast, Hold, Godkjent og Som Bygget (Statensvegvesen 2015).

I **Statsbygg** sin BIM manual 1.2.1 er ikke LOD nevnt, men de skriver på sin hjemmeside at

«Versjon 2.0 Blir en videreføring av det beste i dagens manual, og i tillegg innarbeides begreper som LOD (Level of Development) og LOI (Level of Information)» (Statsbygg).

**Sykehusbygg** har angitt en tabell med overordnede krav til hva som minimum skal modelleres for nybygg og eksisterende bygg. Her skiller de på skisseprosjektmodell, forprosjektmodell og anbudsmo- dell/ driftsmo- dell. I en tabell står det spesifisert hva de ulike fagene (RIE, RIB, ARK osv.) skal levere i de ulike fasene (Sykehusbygg 2016). Se et eksempel fra standarden på figur XX under. I standarden skrives det at:

«Denne tabellen skal benyttes midlertidig inntil det blir tilgjengelig mer presise og konkrete krav til den enkelte bygningsdel basert på buildingSMART Norges Guide»



BIM kravspesifikasjon versjon 0.91 2016-09-07

Nybygg – Krav til objekter Anbudsmo- dell/Driftsmo- dell		Nybygg – Krav til modellkvalitet Anbudsmo- dell/Driftsmo- dell	Krav til forprosjektmodell	Krav til skisseprosjektmodell	Eksisterende for forvaltning (Slim BIM 1)	Eksisterende for drift (Slim BIM 2)
Byggegrep og grøfter skal modelleres med adkomstveier og sikring.			Samme krav som anbudsmo- dell.	framdriftsvurderinger og byggbarhet skal modelleres inkludert midlertidige støttekonstruksjoner (spunt)		
21	<b>Grunn og fundamenter (RIB)</b>					
<b>Skal modelleres:</b> Støttemurer, avstivende vegger, grunndragere, ringmurer, pelar, pelehoder, platefundamenter, stripefundamenter, punktfundamenter, isolasjon. <b>Behøver ikke modelleres:</b> Drenering, Armering.		For det som modelleres, skal geometri og plassering være riktig. Egenskapen Material skal angi riktige materialer. Egenskapene IsExternal, IsLoadBearing, FireRate skal være riktig.	<b>Skal modelleres:</b> Samme krav som anbudsmo- dell, men ikke nødvendigvis riktige materialer overalt.	<b>Skal modelleres:</b> Ingen krav	<b>Skal modelleres:</b> Ingen krav	<b>Skal modelleres:</b> Ingen krav
22	<b>Bæresystem (RIB)</b>					

Figur 4 LOD-tabell Sykehusbygg

På **BuildingSMART Norge** sin hjemmeside finnes det ikke noe informasjon om en LOD-standard. Det finnes derimot et referat fra et medlemsmøte fra 2015 der det skulle etableres en BIM-arbeidsgruppe som skulle se på blant annet «Krav til geometri – LOD (detail)» (BuildingSMARTNorge 2015)

**Bane NOR** har Håndbok i Digital Planlegging og her står det ingen ting om LOD. Den eneste beskrivelsen av detaljeringsnivå er ««Detaljeringsnivå avhengig av planfase» (Ba-

neNOR 2013). De har gjennom InterCity-prosjektene (IC) laget et dokument som overstyrrer håndboken og gjelder for alle IC-strekningene som planlegges. Her angis det hvilken detaljeringsgrad ulike modeller skal ha for de forskjellige planfasene. Dette er et forsøk på å innføre LOD uten at begrepet LOD benyttes (BaneNORInterCity 2016). Slik sett har Bane NOR kommet lengst når det gjelder å spesifisere krav til detaljeringsgrad selv om de ikke har benyttet en tall-kode/LOD-nivå.

#### Sammenstilling av ulike LOD-system som er benyttet i Norge

Organisasjon	Type	Nivå / beskrivelse
SVV	Standard / Håndbok	u,h,g og SU
Sykehusbygg	Standard	Tabell etter faser
Statsbygg	Standard	N/A
BuildingSMART Norge		N/A
Bane NOR	Standard / Håndbok	N/A
Bane NOR InterCity	Avtaledokument	Tabell etter planfaser

Figur 5 Sammenstilling av LOD-system Norge

### 3.4 utfordringer med LOD

De første tankene rundt LOD dukket opp i 2004 og i skrivende stund er det 13 år siden. Det har blitt laget flere definisjoner og systemer og det kan være et tegn på at bransjene ikke er helt fornøyd ettersom det stadig skjer endringer og tilpasninger.

Det er flere teorier som prøver å forklare hvorfor LOD ikke blir brukt i større grad og noen forklarer det med at flere er skeptiske til nytteverdien det skal gi. Dette skyldes blant annet at det er mangel på felles forståelse og bruk av LOD i praksis (Hooper 2015). Det er også vanskelig å integrere LOD i en BIM-arbeidsflyt og finne et passende detaljeringsnivå og knytte et LOD system opp mot det (Fai and Rafeiro 2014, Hooper 2015). I praktisk bruk kan det være en utfordring at LOD definerer minimums krav til detaljering. Prosjekter varierer og det vil kanskje være for detaljert for noen mens det for andre vil være for grovt (Borrmann, Flurl et al. 2014).



### 3.5 Verdiskapning

I en analyse gjennomført av Oslo Economics for Bane NOR (tidligere Jernbaneverket) defineres verdiskapning som «*Verdiskapning er et uttrykk for en prosess der man bruker kapital, arbeidskraft og kunnskap for å omforme ressurser til produkter eller utføre tjenester som kan dekke et behov og dermed har en økonomisk verdi i samfunnet*». Verdiskapning er tilleggsverdien som skjer i alle ledd i en verdikjede. Summen av all verdiskapning resulterer i landets bruttonasjonalprodukt (også kalt BNP). Formålet med analysen er å kartlegge sysselsetting og norsk verdiskapning i utbyggingsperioden på Follobanen og Holm-Nykirke prosjektene. De har benyttet samlet kontraktsverdi på alle kontraktene jernbaneverket har gitt i de to prosjektene, samt prøvd å tallfeste lekkasje av verdiskapning til utlandet og utenlandske aktører. Sammen med hovedentreprenørene er det tallfestet bruk av sysselsetting i prosjekt. Analysen er overordnet og basert på prognoser, men gir et bilde av verdiskapning i de ulike prosjektene (Economics 2016).

## 4 Intervjuresultat

I dette kapitlet skal jeg presentere resultatene fra de kvalitative intervjuene. Jeg har valgt å dele de viktigste temaene fra spørreundersøkelsen inn i 6 kategorier for å kunne se sammenhenger og diskutere forskjeller i etterkant. I den første delen blir bakgrunnskunnskapen de ulike respondentene hadde på forhånd presentert. Videre blir resultatene presentert delt opp i Bane NOR og konsulent. I noen tilfeller har jeg utdypet og forklart litt mer i detalj hva respondenten mener. Dette skyldes at de i enkelte tilfeller kan benytte forkortelser og bransjebegreper. Jeg bruker både prosjekt og oppdrag som begreper fordi en byggherre som Bane NOR har prosjekter og leier inn konsulenter for å bistå. For konsulteten defineres dette som et oppdrag.

### 4.1 Kjennskap til LOD

Alle de fem respondentene hadde hørt om LOD og det var begrepet Level of Detail som var mest kjent. Tre av respondentene hadde hørt om Level of Development i senere tid og felles

for alle disse var at de enten hadde sett eller brukt LOD i andre bransjer. To hadde kjennskap fra bruk i byggebransjen mens den siste hadde brukt det i kraftbransjen.

De to som ikke hadde hørt om Level of Development har jobbet i prosjekt der LOD har blitt forsøkt innført. LOD hadde da blitt brukt for å kunne komme frem til et omforent detaljeringsnivå, men også for å redusere mengden data i samordningsmodellen. Felles var at ingen spesiell struktur ble fulgt og det var gjerne i dokumentplanen slike tilpasninger ble gjort.

## 4.2 Bane NOR

Det er to respondenter som representerer Bane NOR.

### 4.2.1 Hvordan kan LOD påvirke prosjektgjennomføring

De to respondentene fremhever helt ulike ting i sine svar og det bærer preg av at de har forskjellige ansvarsområder innenfor sin organisasjon. Den første respondenten var opptatt av hvordan LOD kunne bidra til en raskere oppstart av prosjekter. Ved hjelp av en LOD-matrise vil fagene vite hva som forventes og en del avklaringer og oppstartsmøter vil kunne unngås. Samtidig fremheves det at det er like viktig at en slik matrise kan si noe om den interne rekkefølgen mellom fag. Noen fag må starte tidligere enn andre og her nevnes det «premiss»-fag som geoteknikk og geologi. Det eneste begge respondentene nevner som er likt er at LOD kan hjelpe på den totale forståelsen av prosjektet. Den andre respondenten er opptatt av hvordan LOD kan hjelpe med fremdriftsplanlegging og knyttes opp mot prosjektstyring. De ulike LOD-nivåene kan settes inn i en fremdriftsplan og brukes som basis ved rapportering av fremdrift og økonomi i prosjekter. I tillegg vil det øke troverdigheten til samordningsmodellen hvis alle fag angir hvilket LOD-nivå sine modeller er på. Da vil alle brukerne ser dette og vil for eksempel kunne overse modellen med en lav ferdighetsgrad. Det siste elementet som nevnes er at LOD er en mulighet for klassifisering av grunnlagsdata. Med dette så menes det at de prosjekterende av grunnlagsmodeller skal sette et LOD-nivå som skal fortelle resten av prosjektet hvordan de kan bruke dataen og i hvilken grad det er «sikkert».

### 4.2.2 utfordringer og suksesskriterier

Den første respondenten mener at fagenes tilbakeholdenhet kan være en utfordring.

Enkelte vil ikke gi fra seg data eller modeller før det er helt ferdig. Det samme kan gjelde

LOD-nivåer og at de bevist ikke oppjusterer nivåene. Det kan også være vanskelig å knytte enkelte fag opp til et standardisert system. Et forslag som kommer opp er at det heller bør lages en tabell som angir rekkefølge og premissgivende fag. Den andre respondenten ser ikke så store utfordringer. Det er en typisk gjørejobb og ved å basere seg på det som er gjort i InterCity's avtaledokument er en del gjort allerede. Det fortelles at en matrise ikke trenger å være helt ferdig og at den beste metoden trolig er å gjøre en del, prøve og evaluere i et prosjekt. Når det gjelder suksesskriterier så forteller begge respondentene at for at et slikt system skal kunne fungere så må det inn helt fra starten av prosjektet og gjerne ved kontraktinngåelse. Det må også være et forståelig system som ikke er alt for innviklet. Den første respondenten er også opptatt av at bruken av LOD skal gjenspeiles i fremdriftsplanen og at det er viktig at alle nivåene brukes. Den andre respondenten mener derimot at det viktigste suksesskriteriet er at LOD-nivåene knyttes opp mot plannivåene som jernbaneprosjekter følger i Norge. Det nevnes videre at detaljeringsnivået på en LOD-matrise bør bestå av tre nivåer der første nivå er plannivå, deretter følger noen inndeling på fag og objektnivå.

#### 4.2.3 Troverdighet

Den første respondenten nevner at LOD vil kunne være et kvalitetssikringssystem av samordningsmodellen og all input. Det er spesielt i forhold til innhold i modellene og at de er basert på riktig grunnlag. Det nevnes også at det kanskje ikke er noe annet alternativ til kvalitetssikring. LOD er løsningen. Den andre respondenten utdyper det som ble sagt innledningsvis med at ferdighetsgraden av modeller etterspørres allerede i bransjen. LOD vil kunne være en løsning. LOD vil også hjelpe bransjen med «I»en i BIM. Altså knytte mer informasjon opp mot modeller og objekter.

#### 4.2.4 Fremdrift

Begge respondentene nevnte en del muligheter for hvordan LOD kan benyttes til fremdriftsrapportering innledningsvis. Den første respondenten utdyper at LOD i tillegg kan vise modningen i prosjektet. Dette gjelder spesielt prosjekter i tidlig planfase som skal evaluere mange alternative løsninger. Samordningsmodellen kan fremstå relativt ferdig og fin, men det kan gjenstå mye kartlegging og justeringer før prosjektet er modent nok til å ta en beslutning. Begge respondentene snakker også om hvor viktig det er at noen fag skal

være ferdig med et nivå før andre fag skal starte. Dette er som nevnt tidligere den interne rekkefølgen i prosjekteringen.

#### 4.2.5 Samarbeid byggherre og konsulent

Begge respondentene svarer at et LOD-system vil kunne gi en omforent forståelse av hva som skal gjøres og leveres. Dette vil gagne begge parter mener de. Den første respondenten tror også at innføring av et LOD-system vil hjelpe på det interne tilbudsarbeidet i Bane NOR ved at det settes krav allerede fra starten. Den andre respondenten mener at alt blir enklere, både oppfølging teknisk og kontraktuelt. Det blir også enklere for Bane NORs medarbeidere å involvere seg i prosjekteringen og vite hvor de skal ha sine fokuspunkter. Det nevnes også at det er positivt at fagene får en mulighet til å vise hvor langt dem har kommet.

### 4.3 Konsulent

Det er tre respondenter som representerer konsulentbransjen.

#### 4.3.1 Hvordan kan LOD påvirke oppdragsgjennomføringen

De tre respondentene svarer ganske ulikt på hvordan LOD kan hjelpe oppdragsgjennomføringen. Det fremkommer også at de har ulik erfaring med LOD og at svarene baserer seg på tidligere kjennskap og i liten grad andre bruksområder. Respondent tre og fire sier at bruken av LOD vil kunne gi omforente forventninger til detaljeringsnivå og leveranse. Respondent fire utdyper at et slikt system også vil ha positiv innvirkning på forståelsen og at LOD kan definere modellens bruksområder. Respondent fem mener at et LOD-system vil hjelpe den interne oppdragsplanleggingen og at det vil gjøre at samordningsmodellen ikke blir for tung. Her menes det at tyngden eller mengden datakraft som kreves for å bruke samordningsmodellen reduseres ved at inputen forenkles. Dette gjøres enten ved at noen objekter ikke vises eller ved at enkelte objekter kan få en forenklet geometri.

#### 4.3.2 Utfordringer og suksesskriterier

Respondent tre ser ikke så mange utfordringer, mens respondent fire og fem mener at det vil være vanskelig å finne riktig LOD-system og detaljnivå. Respondent fem mener også at det vil være vanskelig å tilpasse for alle fag. Respondent fire sier at byggebransjen vil ha større problemer med implementeringen av et LOD-system ettersom den bransjen er så fragmentert. Det forklares videre at innenfor byggebransjen så blir gjerne veldig mange

konsulentselskaper involvert i et prosjekt. De har gjerne bare et fag og slik sett bare en liten del av prosjektet. Innenfor samferdsel så blir et konsulentselskap involvert og stiller med flere fag. Det er også færre byggherrer og forholde seg til.

De tre respondentene svarer at et LOD-system må inn helt fra starten av oppdraget for at det skal fungere. Respondent tre og fire mener at det viktigste suksesskriteriet er at det lages et forståelig system. Respondent tre utdyper at systemet må være godt kjent av Bane NOR og inngå i kontrakt eller i et styrende dokument. Det er også viktig at systemet tar hensyn til planfaser. Respondent fem mener at det viktigste suksesskriteriet er at systemet er omforent mellom Bane NOR og konsulent.

#### 4.3.3 Troverdighet

Ingen av respondentene nevner noe om at LOD kan øke samordningsmodellens troverdighet innledningsvis. Etter spørsmålet om hvordan LOD kan øke modellens troverdighet svarer respondent tre og fire at LOD kan være viktig for troverdigheten gjennom økt forståelse. Respondent tre mener at det også vil være enklere for nye fag som kommer inn i oppdraget ved at de kan se og forstå hvor langt andre fag har kommet. Det kan også være bra for synliggjøring av modellens utvikling. Respondent fire er opptatt av at LOD-nivåene skal være synlige i samordningsmodellen og det dette må kunne skrus av og på enkelt. Gjærne slik at alle LOD-nivåene kan vises med forskjellige farger. Respondent fem hadde ingen forslag til hvordan LOD kunne hjelpe på samordningsmodellens troverdighet.

#### 4.3.4 Fremdrift og timebudsjettering

Respondent tre svarer at fremdriftsrapportering basert på LOD-nivåer blir veldig teoretisk. Det kan i midlertidig hjelpe på fremtidsplanleggingen. Respondent fem svarer at det kan bli enklere å formidle hvor langt man har kommet hvis et LOD-system benyttes, mens respondent fire sier at LOD er den eneste måten fremdriftsrapportering kan gjøres når vi går bort fra de tradisjonelle tegningene. Alle forklarer dette ved at det rapporteres hvilken LOD samordningsmodellen har, og at det kan sees opp imot planlagt fremdrift. Respondent fem utdyper litt skeptisk at det ikke er bra om det medfører mye merarbeid for prosjekteringsgruppen.

Tradisjonelt så estimer konsulentbransjen timeomfang på et oppdrag ut ifra antall tegninger som skal leveres. Gjeldene praksis har vært at antall tegninger ganges opp med et timeantall for å finne det totale budsjettet. Når bransjen beveger seg bort fra tegninger må det skje en endring i måten budsjettet estimeres. Alle respondentene svarer at LOD vil kunne være en løsning. Respondent tre svarer at LOD trolig er den eneste løsningen, mens respondent fire svarer at LOD kan brukes til å bryte ned arbeidsomfanget i arbeidspakker. Det var også dette LOD ble lager for i 2004. Ut i fra arbeidspakkene kan fagene vurdere arbeidsomfang og timeantall og alle arbeidspakkene summeres til slutt for å finne det totale timeantallet.

#### 4.3.5 Samarbeid byggherre og konsulent

Respondent tre svarer at det viktigste LOD kan bidra med for å hjelpe samarbeidet mellom byggherre og konsulent er at det skapes omforente forventninger. Det utdypes med at kunden kan følge med på en bedre måte og stole på modellen. Dette gjør at de også kan stille krav og påpeke at vi henger etter fremdriftsmessig. Respondent fire mener at det viktigste LOD kan bidra med er at begge parter forstår modellen likt og kan stole på den. LOD vil kunne visualisere avhengigheter og det vil også kunne muliggjøre at konsekvensen av endringer vil kunne bli visualisert. Respondent fem er derimot veldig skeptisk til innføringen av noen flere systemer. Det fremheves at det blir enda flere ting å forholde seg til og at en oppfølging av LOD vil være ressurskrevende.

## 5 Diskusjon

I dette kapittelet vil jeg knytte teori og intervjuresultat sammen i en diskusjon. Kapittelet starter med å definere hva LOD er, videre presenteres hva LOD kan tilføre norsk jernbane, utfordring og implementering, viktige elementer i et LOD-system og verdiskapning. Avslutningsvis presenteres et forslag til LOD-system.

### 5.1 Hva er LOD

Vico sine første tanker og definisjon av LoD som Level of Detail (VicoSoftware) er det alle intervjuobjektene kjente best til. Respondentene hadde alle brukt en form for LoD gjennom enten andre bransjer eller spesifisering av detaljnivå inn mot jernbaneprosjekter. Det var ingen spesiell struktur som ble fulgt når detaljeringsnivået ble avtalt, og dette ble gjerne gjort

i en dokumentplan. 1 av respondentene fra konsulenten mente at LoD i hovedsak ble benyttet for å redusere «tyngden» på modellen. Digitaliseringen av bransjen gjør at mer informasjon skal legges inn i modeller og dette stiller derfor større krav til hvilken maskinvare brukerne besitter. En av løsningene for å gjøre samordningsmodellen mindre data-krevende er å benytte LoD slik som spill-industrien (Unrealengine 2017). LOD som Level of Development var det flere som hadde hørt om i nyere tid, men kun en respondent kunne fortelle utfyllende hva dette egentlig var. Ut i fra teorien så er også dette en nyere definisjon men begge definisjonene blir brukt mye i andre bransjer og land.

Ettersom LOD er et begrep med flere betydninger er det viktig at det lages en felles definisjon for den norske bransjen som alle forstår og kan forholde seg til. Basert på tilbakemeldingene fra intervjuene er troverdighet et viktig fokus-område for BIM-modeller. I tillegg så benyttes bokstaver i tillegg til tallbeskrivelsen i Australia og USA for å kunne si noe om bruksområder, innhold og format (University , CRC 2009). Basert på dette så ser det ut som LoD har en for snever definisjon, og at LOD passer bedre som begrep i den norske jernbanebransjen. LOD er et bredere begrep som inneholder flere muligheter for å spesifisere bruksområder, begrensinger, datatyper og ikke minst gir en større fleksibilitet. Det at LOD er et mindre kjent begrep kan også være en fordel, på den måten at det er lettere å presentere en ny definisjon enn å endre en allerede kjent definisjon som for eksempel LoD. Kjenner flere til og skal definisjonen og bruksområdene endres vil mange ha andre oppfattelser og meninger.

## 5.2 Hva kan LOD tilføre norsk jernbanebransjen

Treldal hevder at hovedpoenget med LOD er å lage et verktøy som kan brukes for å bli enige om hva som skal leveres i ulike faser av prosjekter (Treldal, Vestergaard et al. 2016). Han fremhever også at det må være enkelt i bruk og forståelig for alle parter. Intervjuobjektene fra Bane NOR svarer at LOD vil hjelpe på den totale forståelsen av prosjektet, mens de intervjuede fra konsulentbransjen svarer i første omgang at det vil hjelpe for å gi omforente forventninger til leveransen. Det ser ut som svarene reflekterer hvilken rolle intervjuobjektene har i prosjekter. En av de intervjuede fra konsulentbransjen utdyper i etterkant at det også vil gi en økt forståelse for alle parter. Teorien og svarene tyder på at LOD kan tilføre jernbanebransjen en **økt forståelse og omforente forventninger til**

**leveranser.** Dette vil gi en effektivisering av prosjekteringen som igjen fører til økt verdi for bransjen.

Når det gjelder økt forståelse og forventninger så trekker respondentene fra Bane NOR frem planlegging av intern prosjekteringsrekkefølge mellom fag, fremdriftsplanlegging, oppfølging og troverdighet som viktige momenter. Konsulentene trekker på sin side frem økt kunde verdi, troverdighet og intern oppdragsplanlegging. Flere momenter henger sammen og er på mange måter samme sak men sagt på forskjellige måter. Jeg tror derimot at **troverdighet** er et viktig punkt, spesielt når det stadig kommer større og større prosjekter. BIM er ingen døgnflue og når vi kommer til tegningsløse prosjekter sier det seg selv at alle involverte parter må kunne stole på modellen. Lataffi skriver fint at troverdigheten til modellen økes dersom de prosjekterende kan definere hva modellen kan brukes til og tilsvare vil de som skal bruke modellen forstå bruksområder og dens begrensninger (Ahmad Latiffi, Brahim et al. 2014).

Jeg mener også at LOD er et viktig verktøy for **planlegging**. For bransjen så gjelder dette alle de involverte partene byggherre/BaneNOR, konsulent og entreprenør. For konsulenter så vil LOD kunne hjelpe den interne oppdragsplanleggingen gjennom fremdrift- og bemanningsplanlegging. Det vil også ifølge respondentene være til hjelp i en tilbuds fase for å forstå omfanget. Gjennom bedre definerte krav og forventinger til detaljeringsnivå vil det gi muligheter for mer standardisering av oppdragsgjennomføring og en Lean-tankegang. En av respondentene hos konsulentene svarte at LOD gir muligheter for optimalisering av oppgaver som gjøres mange ganger. I følge Bane NORs svar så vil LOD hjelpe planleggingen og gjennomføringen av interne tilbudsprosesser. I tillegg gir det mulighet for å planlegge prosjekteringsrekkefølgen og fremdriftsplanlegging i modell. Oppgaven omtaler ikke entreprenørbransjen, men i forhold til LOD så vil det gi konsulentene mulighet til å angi hva som er klart for bygging og hva som kan forventes i forhold til detaljeringsnivå og endringer. Dette gjelder spesielt i totalentrepriser.

### 5.3 Utfordringer

Fai og Rafeiro hevder at det er vanskelig å finne et passende detaljeringsnivå som LOD kan knyttes opp imot (Fai and Rafeiro 2014). Dette svarer også respondentene fra både Bane NOR og konsulentene i tillegg til at de er opptatt av at det kan være vanskelig å knytte enkelte fag opp mot et standardisert system. Dette er en viktig å være bevisst på disse



utfordringene. Det finnes flere fag som ikke produserer modeller selv, men baserer seg på input til andre fag. Håndteringen av disse blir en utfordring ettersom det må defineres krav til input og ikke krav til innhold. Svarene fra Bane NOR forteller også at enkelte fag er tilbakeholdene med informasjon og at de ikke vil dele modeller før de anser seg som helt ferdig. Det vil være en utfordring for en LOD-system ettersom det baserer seg på at modellene skal oppdateres og få nye LOD-nivå fortløpende. Hvis fag er tilbakeholdene og ikke oppjusterer nivåene riktig vil ikke andre brukere oppfatte modellen riktig og poenget med LOD faller. Borrmann skriver at det er en utfordring at LOD definerer minimumskravene og dette er jeg enig i. Samtidig er det ikke så mange andre muligheter og det er derfor viktig at minimumskravene som defineres faktisk svarer ut alle forventninger og praktisk bruk. En annen forutsetning for at et LOD-system skal kunne fungere er at det blir implementert fra oppstarten av prosjektet og at det kommer inn som et kontraktskrav. En annen mulighet er at det blir en standard som det kan refereres til i en kontrakt (BIMFORUM).

#### 5.4 Viktige elementer i et LOD system

Strukturen i et LOD system vil være avgjørende for hvordan det vil fungere. Dette gjelder både hvordan systemet inndeles i nivåer og hvilken koding som velges for å indentifisere hvert nivå. Antall nivåer i et LOD-systemet burde ifølge en respondent fra Bane NOR bestå av 3 nivåer og det første nivået bør knyttes opp mot planfasene som brukes i norske jernbaneprosjekter. For de neste to nivåene så nevnes det at de burde bestå av en definisjon av leveranse på fagnivå og krav på objektnivå. En respondent fra Norconsult mener derimot at et LOD-system bør bestå av 2 nivåer. Et hovednivå basert på planfaser og et nivå som kan tilpasses litt av prosjektene. Berlo hevder at forskjellige prosjekter har forskjellige behov, et LOD-system som kan tilpasses hvert enkelt prosjekt vil øke produktiviteten til de prosjekterende (Van Berlo and Bomhof 2014). Det er viktig med et fleksibelt system og når det gjelder antall nivåer så tror jeg at det vil være mest fleksibelt og gi mest nytte dersom det består av 3 nivåer. Selv om det basert på teorien og de ulike systemene som er utviklet i andre land ikke er så vanlig med system bestående av 3 nivåer. Når det gjelder hovednivået så gir det mest mening om det baserer seg på planfaser. Gibson har noen spennende tanker rundt LOD og knytte det opp mot kvalitetskontroll av modell (Gibson 2016). En respondent fra Bane NOR nevnte også at LOD kan fungere som et kvalitetssystem, men det var mest i

forhold til økt troverdighet. Det burde være relevant å knytte et nivå i LOD-system opp mot kvalitetssystemet som følges i prosjekter. Det vil gi en enda større forståelse av hvor langt i prosessen modellen har kommet og kan fungere på samme måte som en signatur på en tegning for gjennomført kontroll. Modellen blir, slik som Gibson forklarer, godkjent når den får en definert LOD-verdi (Gibson 2016).

## 5.5 Forslag til LOD system

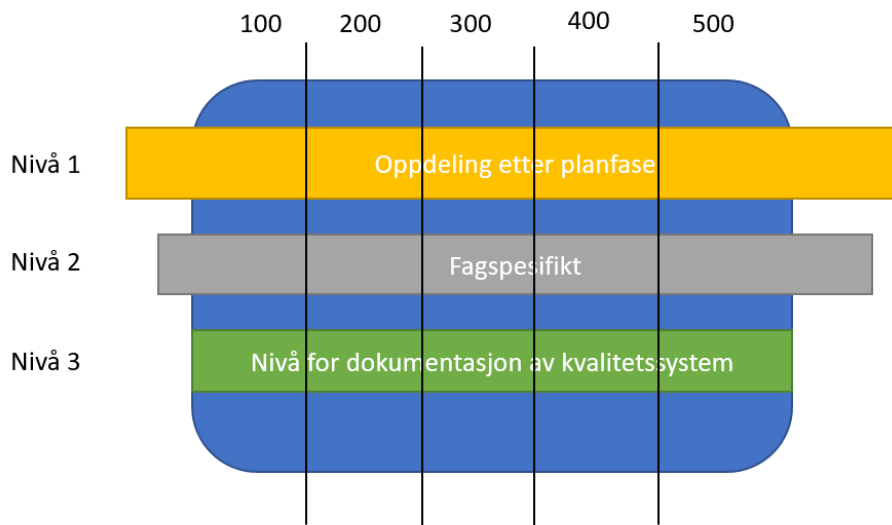
Basert på foregående avsnitt så vil første nivå i LOD-systemet basere seg på planfaser. Videre så vil nivå 2 inneholde mer spesifikt hva som forventes fra hvert fag. Dette nivået bør også tilrettelegges slik at prosjektspesifikke justeringer kan gjøres. Tilknytning til kvalitetssystemet vil være på nivå 3, ettersom kvalitetskontroll gjøres etter at modellen er produsert. Et forslag til hvordan nivåinndelingen i et LOD-system kan gjøres er vist under på figur 6.



Figur 6 Forslag til LOD-nivåer

Videre så må de ulike planfasene og nivåene ha en nummerserie eller bokstaver som gjør hvert nivå unikt. Vi har tidligere i oppgaven sett en sammenstilling av hvordan dette er løst i andre bransjer og den vanligste inndelingen er 100-500 eller 0-6. Nivåene benyttes for vise progresjon og stille krav til detaljeringsgrad, men er ikke oppdelt etter planfase. I tillegg starter de fleste LOD-systemene som gjelder for byggeindustrien på 0 eller 100 og ender på 6 eller 500, det jeg vil frem til er at hvis inndelingen skal ha noen funksjon for jernbaneprosjekter så må det utfra valgt koding kunne identifiseres hvilken planfase modellen hører til. Hver planfase må altså ha en unik benevnelse/identifikasjon. Videre så må det kunne leses ut noe om graden av ferdighet og bruksområder, i tillegg til hvordan modellen forholder seg til kvalitetssystemet. Basert på dette så mener jeg at en tresifret

koding må benyttes og at denne kan ta utgangspunkt i BIMFORUMS inndeling 100-500. Et forslag til hvordan dette kan gjøres er vist under på figur 7.



Figur 7 Forslag til deling av nivåer basert på planfaser

Inndelingen i planfaser gjøres ved at hver planfase får sin egen 100-serie. For at dette skal svare ut forventningene til økt forståelse og omforente forventninger til leveransen må hver planfase ha en tekstbeskrivelse i tillegg. Det må beskrives hva som kreves og bruksområder. Et eksempel kan være Detaljplan/reguleringsplan med tilhørende beskrivelse;

*Modellen skal kunne benyttes som grunnlag for reguleringsarbeid og være på et detaljeringsnivå som skal kunne gi et kostnadsestimat på +/- 20%. I tillegg skal det sikres at prosjektet er byggbart.*

Videre så kommer det fagspesifikke krav på nivå 2. Basert på InterCitys avtaledokument (BaneNORInterCity 2016) så kan dette nivået beskrives som vist på figur 8.

Fag	Detaljplan/Reguleringsplan
VA	All drenering som krever areal
VEG	Omlegging av alle veger som krever arealer
TRASE	Spor, Knutepunkt, Sporveksel fra BNs objektbibliotek.

Figur 8 Fagspesifikke krav

Kodingen på dette nivået vil bruke tier-serien og det vil si at tallene X10-X90 kan benyttes. En av respondentene fra Bane NOR var opptatt av hvordan modellen kan kommunisere ferdighetsgraden, dette fremhever også Jia Liu gjennom å hevde at LOD vil kunne gjøre det mulig å måle progresjon (Jia Liu 2015). Samtidig var respondenter fra både Bane NOR og

Norconsult opptatt av at et LOD-system måtte kunne tilpasset litt for hvert enkelt prosjekt. De fremhevet også at det vil være en utfordring å lage et standardisert system tilpasset alle fag. Derfor foreslås det at kodingen på dette nivået kan tilpasses behov, og ulike systemer kan benyttes for samordningsmodellen og dens input. For input til samordningsmodellen kan et slikt system håndtere hvor langt de ulike fag- og grunnlagsmodellene har kommet og hva de kan brukes til. Et forslag til dette er vist på figur 9.

For samordningsmodellen kan kodingen benyttes for å styre når ulike fag skal starte med sin prosjektering. Dette var både respondenter fra Bane NOR og Norconsult opptatt av. Et eksempel er vist på figur 10. Ulike planfaser vil ha ulike behov og det vil derfor være hensiktsmessig at prosjekter i tidlig planfase kan benytte beskrivelse av prosjekteringsrekkefølge, mens prosjekter i detalj- og byggeplan kan benytte systemet slik at de kan rapportere fremdrift og ferdighetsgrad.

Koding	% ferdig	Bruksområder
X10	10 %	Skisse, formidle at modellen er påbegynt
X20	20 %	Skisse, formidle at modellen er påbegynt
X30	30 %	Forslag til løsning, stor mulighet for endring
X40	40 %	Forslag til løsning, stor mulighet for endring
X50	50 %	Forslag til løsning, stor mulighet for endring
X60	60 %	Modellen er godt nok for tverrfaglig koordinering
X70	70 %	Grunnlag for kostnadsestimering
X80	80 %	Detaljnivå tilstrekkelig for tverrfagelig kontroll
X90	90 %	Modellen er grafisk på et nivå som er godt nok for gjeldende planfase

Figur 9 Koding av enkeltmodeller

Koding	Prosjekteringsrekkefølge - Når strarter de ulike fagene sitt arbeid
X10	Grunnlagsmodeller - Bergmodell, grunnforhold
X20	Spor, konstruksjon
X30	Veg, VA, elektro

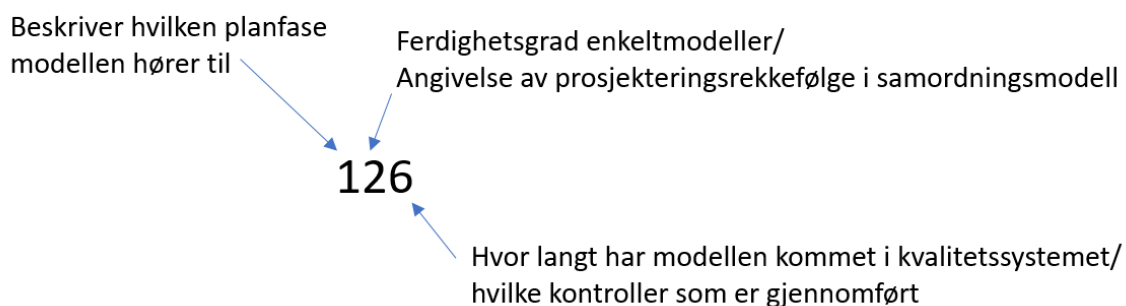
Figur 10 Koding av Samordningsmodell for å angi prosjekteringsrekkefølge

Det siste nivået knyttes opp mot kvalitetssystemet, som er påkrevd i alle prosjekter som gjennomføres i regi av Bane NOR, og benytter det siste sifferet i LOD-systemet. For å tilrettelegge for fleksibilitet legges det inn et nivå som kan benyttes dersom det ikke er hensiktsmessig å kode så detaljert. Dette kan blant annet gjelde i tidlige planfaser. Se eksempel under på figur 11.

Koding	Kontroller som skal gjennomføres ihht kvalitetssystemet
XX0	Kodes ikke ihht kvalitetssystemet per tid
XX2	Egenkontroll
XX6	Fagkontroll
XX9	Tverrfaglig kontroll

Figur 11 Koding for å ivareta kvalitetssystemet

Oppsummert så består LOD-systemet av tre siffer. Systemet kan tilpasses ulike planfaser ved at ledd 2 og 3 kan ha forskjellig betydning. Hvert prosjekt må definere hvordan disse nivåene benyttes i sine styrende dokumenter. Figur 12 oppsummerer hva de ulike snifferne skal angi.



Figur 12 Oppsummering av hvordan LOD-systemets oppbygning

## 5.6 Verdiskapning

I følge definisjonen til Oslo Economics så blir det nevnt at verdiskapning er en prosess der kapital, arbeidskraft og kunnskap blir omdannet til produkter eller tjenester som dekker et behov (Economics 2016). Basert på innsikt i intervjuene så er det potensialet for at LOD kan gi verdiskapning gjennom å effektivisere oppdragsgjennomføringen. Det kan effektiviseres gjennom bedre kommunikasjon, budsjett og prisestimat vil kunne baseres på et bedre grunnlag i form av omforente forventninger. LOD kan også medføre mindre endringer underveis i prosjekteringsfasen ved at det bedrer forståelsen for kompleksitet i leveransen. En av respondentene fra Norconsult hevdet at LOD vil kunne standardisere oppdragsgjennomføringen i større grad og innføre en Lean-tankegang. Effektivisering kan også bidra til at norske konsulenter blir mer konkurranskraftige i den økte konkurransen mot utenlandske aktører, og på den måten gi ringvirkninger inn i norsk sysselsetting og økonomi.

## 6 Konklusjon og videre arbeid

For å svare ut problemstillingen «*Hvordan kan LOD gi verdiskapning i norske jernbaneprosjekter?*» har valgte jeg å sette meg inn i relevant litteratur og utføre intervjuer i samhandling med Bane NOR og Norconsult. Videre har jeg sett på sammenheng mellom litteratur og praksis og utarbeidet et forslag til LOD-system for jernbaneprosjekter i Norge.

På spørsmålet om «*Hvordan kan LOD gi verdiskapning i norske jernbaneprosjekter?*» så er konklusjonen at LOD kan gi verdiskapning gjennom effektivisering av oppdragsgjennomføring. LOD kan bidra til dette på flere måter:

- Økt forståelse og omforente forventninger til leveranser.
- Øke modellens troverdighet og gi alle parter et bedre grunnlag å fatte beslutninger utfra.
- Gjøre planleggingen lettere. Både prosjekt-, oppdrag-, og bemanningsplanlegging vil bli påvirket i positiv retning. I tillegg vil det være mulig å drive mer detaljert fremtidsplanlegging inkludert intern prosjekteringsrekkefølge.

Effektivisering av oppdragsgjennomføring vil være til nytte for både konsulentbransjen og Bane NOR. For konsulentbransjen så vil det kunne gi et konkurransefortrinn både i forhold til økt konkurranse fra utenlandske aktører, men også i forhold til å begrense risiko i oppdrag og planlegge bemanning. Kvaliteten i oppdragsgjennomføringen vil også kunne bli bedre. For Bane NOR vil standardisering gi en mer oversiktlig hverdag på grunn av at prosjektene blir mer like. Det vil lette planleggingen og måten kontrakter kan følges opp.

Som et resultat av denne masteroppgaven så utarbeidet jeg et forslag til et LOD-system som kan benyttes i norske jernbaneprosjekter. Jeg har prøvd å ta høyde både det teoretiske grunnlaget og den praktiske innsikten jeg fikk gjennom intervjuer.

For videre arbeid ønsker jeg så anbefaler jeg å teste ut LOD-systemet i noen prosjekt og evaluert systemet grundig underveis i samhandling med Bane NOR. Videre er det interessant med et casestudie hvor man kan forske på fenomenet i praksis, også med fokus på forbedring og utvikling.

## Referanseliste

- AEC (2012). AEC (CAN) BIM Protocol, AEC (CAN) BIM Protocol.
- AEC (2014). AEC (CAN) BIM Protocol, AEC (CAN) BIM Protocol.
- Ahmad Latiffi, A., et al. (2014). "Building information modeling (BIM): exploring level of development (LOD) in construction projects."
- BA-nettverket (2015). "Status for pågående arbeid med revisjonen av håndboka Digital planlegging i Jernbaneverket."
- BaneNOR (2013). Håndbok i digital planlegging.
- BaneNORInterCity (2016). InterCity, Avtaledokument, Anbefalt praksis for felles rutiner og metodikk modellprosjektering.
- BIMFORUM. "BIM forum." from <http://bimforum.org/lod/>.
- Bolpagni, M. "The Information Modeling and the Progression of Data-Driven Projects."
- Borrmann, A., et al. (2014). "Synchronous collaborative tunnel design based on consistency-preserving multi-scale models." *Advanced Engineering Informatics* **28**(4): 499-517.
- BuildingSMARTNorge (2015). "Medlemsmøte 21. mai 2015, TEMA: BIM objekter." from <https://buildingsmart.no/events/medlemsmote-21-mai-2015>.
- Construction, b. D. (2006). "3D working method 2006."
- CRC, C. I. (2009). National Guidelines for Digital Modelling.
- Economics, O. (2016). Kartlegging av verdiskaping og sysselsetting i jernbaneutbyggingsprosjekter.
- Engineers, U. "US Army Corps of Engineers." from <http://www.usace.army.mil>.
- Fai, S. and J. Rafeiro (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.
- Fremtidensbygg. "Fremtidensbygg." from <http://fremtidensbygg.no/bim/smartdok-kombinasjon-med-bim/>.
- Gibson, F. (2016). "Will BIM's Level Of Development Help Leave Drawings Behind?" *WIT Transactions on Ecology and the Environment* **204**: 909-918.
- Haraldsen, A. (2016). "Derfor går digitaliseringen av samferdselssektoren så mye fortere." from <https://www.digi.no/artikler/derfor-gar-digitaliseringen-av-samferdselssektoren-sa-mye-fortere/347846>.
- Hooper, M. (2015). "Automated model progression scheduling using level of development." *Construction Innovation* **15**(4): 428-448.
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?*
- Jia Liu, G. C.-P. (2015). "Building information modeling (BIM) Measurement of design progress on large capital projects."
- Jim Bedrick, A. (2008). "Model progression specification."
- NTP, R. (2018-2029). Nasjonal transportplan.

- Ringdal, K. (2013). Enhet og mangfold: samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode.
- Scherer, R. (2016). "ECPPM ": 352-353.
- Statensvegvesen (2015). "Håndbok V770 modellgrunnlag."
- Statsbygg. from [www.statsbygg.no](http://www.statsbygg.no).
- Statsbygg BIM-MANUAL 1.1
- Sykehusbygg (2016). Krav til BIM (BygningsInformasjonsModell) for bygning, tekniske installasjoner og nærliggende uteområder i Sykehusbyggs byggeprosjekter.
- Tor Grenness, O. G. A., Askheim (2008). Kvalitative metoder.
- Treldal, N., et al. (2016). Pragmatic Use of LOD—a Modular Approach. 11th European Conference on Product and Process Modelling.
- Tufte, C.-P. A. J.-L. (2010). Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode.
- University, T. P. S. BIM INFORMATION EXCHANGES - LEVEL OF DETAIL MATRIX.
- Unrealengine (2017). "Creating and Using LODs." from <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Content/Types/StaticMeshes/HowTo/LODs/>.
- Van Berlo, L. and F. Bomhof (2014). Creating the Dutch national BIM levels of development. Computing in Civil and Building Engineering (2014): 129-136.
- VicoSoftware. "VicoSoftware." from <http://www.vicosoftware.com/model-progression-specification-3>.

## **Vedlegg**



## Vedlegg 1

<b>Profilkartlegging</b>			
<b>Profil</b>	<b>Kategori</b>	<b>Kompetanse</b>	<b>Formål</b>
<b>Profil 1</b>	Bane NOR - Fagansvarlig BIM	God BIM-kompetanse, utformer kravdokumenter	Få innsikt i tanker, erfaringer og holdninger knyttet til LOD fra et oppdragsgiver perspektiv. Samt innsikt i hva som driver BIM-utviklingen fremover i Bane NOR
<b>Profil 2</b>	Bane NOR - Prosjekteringsleder	God kjennskap til BIM og prosjektgjennomføring	Få innsikt i hvordan LOD kan hjelpe i prosjektgjennomføringen sett fra Bane NORs perspektiv
<b>Profil 3</b>	Konsulent - Prosjektdirektør	God kjennskap til jernbanebransjen, oppdragsgjennomføring og ledelse	Få innsikt i hvilken nytte impleminteringen av et LOD-system kan ha for konsulentbransjen.
<b>Profil 4</b>	Konsulent - BIM-spesialist	BIM-spesialist	Få innsikt fra en BIM-spesialist med bakgrunn i byggebransjen som tidligere arbeidet i VicoStoftware.
<b>Profil 5</b>	Konsulent - Senior oppdragsleder	God kjennskap til oppdragsgjennomføring	Identifisere potensial og muligheter fra en som har mye erfaring innen jernbaneoppdrag, men som ikke nødvendigvis har benyttet LOD. Få innsikt i utfordringer og fordommer ved implementering.

## Hvordan kan LOD gi verdiskapning i norske jernbaneprosjekter

<b>Teori</b>	<b>Intervju</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>Forskingsspørsmål</b>
Hva er LOD	Kjennskap til LOD	Hva er LOD	
Hvorfor benytte LOD Verdiskapning	Hvordan kan LOD påvirke prosjektgjennomføring Samarbeid byggeherre og konsulent	Hva kan LOD tilføre den norske jernbanebransjen Verdiskapning	På hvilken måte er LOD relevant i jernbaneprosjekter På hvilken måte er LOD relevant i jernbaneprosjekter
Bruken av LOD	Troverdighet Fremdrift	Viktige elementer i et LOD system	Hva er viktige elementer i et LOD-system Hva er viktige elementer i et LOD-system
Utfordringer med LOD	Utfordringer og suksesskriterier	Utfordringer	Hva er viktige elementer i et LOD-system Hvordan kan et LOD-system implementeres i den norske jernbanebransjen

# Intervjuguide – Level of Development (LOD) - Masteroppgave 2017

---

Problemstilling: *Hvordan kan LOD gi verdiskapning i norske jernbaneprosjekter?*

## Generell informasjon

- Fortelle litt om meg
- Gjøre rede for oppgaven
- Hensikten med intervjuene
- Forventet prosess
- Intervjuet er konfidensielt og din identitet er anonym.

## Tidligere kunnskap

1. Hva vet du om LOD?
2. Hva er LOD?
3. Hvordan har du lært om det?
4. Hvordan har du eventuelt brukt det?

## PP-presentasjon med begrepsforklaring

### Felles

5. Hvordan tror du bruken av LOD kan hjelpe prosjektgjennomføringen / Oppdragsgjennomføringen?
6. Hva tror du utfordringene er ved å lage et standardisert LOD-system?
7. Hvor i prosjekt / oppdrag må det inn?
8. Hva er forutsetning for at LOD skal fungere?  
Hvilke elementer tror du er viktigst?
9. Hvordan kan LOD påvirke modellens troverdighet?  
I hvilken sammenheng er dette nyttig?
10. Hvordan kan LOD benyttes til fremdriftsrapportering?

## Vis praktiske eksempler og diskuter

### **Spørsmål til Norconsult**

11. Hvordan kan et LOD-system hjelpe samarbeidet mellom Norconsult og oppdragsgiver?
12. Hvilken sammenheng er det mellom Lean og LOD?

### **Spørsmål til Bane NOR**

11. Hvordan kan et LOD-system hjelpe samarbeidet mellom BN og konsulent?
12. Hvordan kan LOD tydeliggjøre detaljeringsnivå og forventinger til leveranse?
13. På hvilken måte kan «Anbefalt praksis for felles rutiner og metodikk modellprosjektering» danne et grunnlag for videre arbeid med LOD?
14. Hvor detaljert mener du en LOD-matrise bør være?