

3D-modellering i ulike planfaser i vegprosjekt

**Anne Kristin Hovland
Thorsen**

Master i veg og jernbane

Innlevert: mai 2017

Hovedveileder: Kelly Pitera, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk

3D-modellering i ulike planfaser i vegprosjekt

**Anne Kristin Hovland
Thorsen**

Master i veg og jernbane

Innlevert: mai 2017

Hovedveileder: Kelly Pitera, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk



| | | | |
|---|---------------------------------|---|-----------------|
| Oppgavens tittel: 3D-modellering i ulike planfaser i vegprosjekt | Dato: 07.05.2017 | | |
| | Antall sider (inkl. bilag): 112 | | |
| | Masteroppgave | x | Prosjektoppgave |
| Navn: Anne Hovland Thorsen | | | |
| Faglærer/veileder: Kelly Pitera | | | |
| Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Arne Anton Erlandsen - Asplan Viak AS | | | |

| |
|---|
| <p>Ekstrakt:</p> <p>3D-modeller benyttes i dag i alle større vegprosjekter i regi av Statens vegvesen og Nye veier. Det har vært en enorm utvikling på området de siste 5-10 år fra å være et ukjent fenomen til å bli standard. Det har tidligere vært forsket mye innen ulike nyanser av hvordan modeller brukes i byggeplan og ute på anlegg og overgangen mellom disse fasene. Modeller brukes i dag i alle planfaser, men det har vært lite fokus på hvordan modellene brukes i planfasene før byggeplan. Denne studien ser nærmere på hvordan 3D-modeller brukes i tidlige planfaser, herunder kommunedelplan og reguleringsplan, og hvordan bruken kan optimaliseres for å utnytte modeller bedre.</p> <p>Det er gjennomført et teoretisk litteraturstudie for å avdekke eksisterende teori innen BIM, 3D-modeller, samferdselsprosjekt og norske retningslinjer. Den praktiske delen av studiet omhandler casestudier av kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest og reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal, i tillegg er det gjennomført kvalitative forskningsintervju med personer i bransjen med ulike roller og erfaring innen bruk av 3D-modeller.</p> <p>Resultatene som fremkommer i studien viser utstrakt bruk av modeller i alle større vegprosjekter, og en positiv holdning i bransjen til utviklingen innen økt bruk av modeller, men at det fremdeles er en veg å gå for å optimalisere bruk av modeller hva gjelder nytte, tid og ressurser i tidlige planfaser. Av optimaliserende tiltak som kan gjennomføres nevnes klare arbeidsmetodikker og retningslinjer for bruk av modeller fra start til slutt i prosjektet, utvikling av felles utvekslingsplattform av filformater i samferdselsprosjekt, fokus på riktig detaljnivå og programvare til riktig tid samt utvikling av funksjonalitet i programvare for å utvide bruksområdene til modeller innen konsekvensutredning, kvalitetssikring, mengdebeskrivelse, trafikk, arealplan, grunnlag og geodata.</p> |
|---|

Stikkord:

| |
|--------------------|
| 1. 3D-modeller |
| 2. Vegprosjekter |
| 3. Kommunedelplan |
| 4. Reguleringsplan |

Anne Hovland Thorsen

Forord

Denne masteroppgaven er forfattet våren 2017 og utgjør besvarelse på faget BA6904 hvilket er en del av erfaringsbasert master for veg og jernbane ved NTNU. Omfanget på masteroppgaven tilsvarer ca. 800 arbeidstimer. Masteroppgaven er utført gjennom et samarbeid med arbeidsgiver Asplan Viak AS og er forfattet gjennom kombinert bruk av hjemmekontor og min kontorplass ved Asplan Viak AS i Kristiansand. Jeg har vært ansatt i Asplan Viak siden 2013, i tillegg til tidligere erfaring fra Statens vegvesen og Rambøll har jeg totalt 7 års erfaring innen bransjen.

Studiet tar for seg bruk av 3D-modeller i tidlige planfaser og hvordan bruken kan optimaliseres. Oppgaven besvares gjennom et litteraturstudie av tilgjengelig teori, casestudie av prosjektene reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal og kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest. Deler av litteraturstudiet ble gjennomført som et forprosjekt våren 2016 hvilket resulterte i rapporten «3D-modellering i ulike planfaser i vegprosjekt». En del av litteraturen i kapittel 3 Teoretisk grunnlag her hentet fra rapporten. Noe av kunnskapen i oppgaven er også hentet fra egen erfaring i bransjen.

Jeg ønsker at oppgaven skal bidra til økt fokus og bevisstgjøring rundt bruk av modeller i tidlige planfaser og hvordan man kan utnytte modeller bedre i kommunedelplan og reguleringsplan. I tillegg vil oppgaven heve min egen kompetanse på området og bevisstgjøre holdninger og hvordan jeg selv bruker modeller. Oppgaven gir mulighet til å sette eget arbeid i et annet perspektiv.

Jeg ønsker å rette en takk til min arbeidsgiver Asplan Viak for fleksibilitet under oppgaveskrivingen og tilgang til prosjektinformasjon i casestudiene og til min eksterne veileder i Asplan Viak Arne Anton Erlandsen. En stor takk til min veileder ved NTNU Kelly Pitera for gode råd og anbefalinger underveis, i tillegg til alle respondenter som stilte opp til intervjuer fra både Statens vegvesen, Nye veier og Asplan Viak.

Søgne, mai 2017.

Anne Hovland Thorsen

Sammendrag

Utbredelse og bruk av 3D-modeller i vegprosjekter har vært i en eksplosiv utvikling de siste 5-10 årene og har gått fra å være fraværende til å bli selvsagt. Det har tidligere vært forsket mye på hvordan 3D-modeller brukes i byggeplan og ute på anlegg og samspillet og overgangen mellom disse fasene. Men det er lite tilgjengelig forskning på bruk av modeller i planfasene før man kommer til byggeplan. Hensikten med denne studien er å rette fokus på bruk av modeller i tidlige planfaser og avdekke hvilke behov man har for bruk av modeller her, og hvilke grep man kan gjøre for å optimalisere bruken.

Oppgavens problemstilling er formulert slik «Hvordan kan bruken av 3D-modeller optimaliseres i tidlige planfaser i vegprosjekter?». For å besvare oppgavens problemstilling er det definert 4 forskningsspørsmål

- Hvordan og til hvilke formål blir 3D-modeller benyttet i ulike planfaser?
- Hvilke styrker og svakheter ser man ved dagens bruk?
- Hvilke behov har ulike planfaser av funksjonalitet i 3D-programvare, og hvilken programvare er mest egnet for hvilke planfaser?
- Hvilke grep kan gjøres for optimalisere bruken av 3D-modeller i ulike planfaser?

Forskningsspørsmålene danner grunnlaget for rapportens oppbygning og innhold. Oppgaven er begrenset til å studere planfasene kommunedelplan og reguleringsplan i norske vegprosjekt av en viss størrelse. Konsekvensutredning og byggeplan blir også kort omtalt.

For å besvare oppgavens formål er det benyttet ulike metoder for å innhente resultater. Den første delen av rapporten omhandler eksisterende teori angående bruk av BIM internasjonalt, 3D modeller i norske samferdselsprosjekt, og gjeldende retningslinjer for bruk av modeller. Den andre delen av rapporten består av et praktisk studie som er gjennomført ved casestudier av prosjektene reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal og kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest i tillegg til kvalitative forskningsintervju med 6 personer i bransjen fra rådgivende ingeniører til prosjektledere hos tiltakshavere.

Gjennom studiets forskning fremkommer det ikke overraskende at bruk av modeller er utstrakt også i tidlige planfaser, men at det ikke finnes like gjennomarbeide rutiner og retningslinjer for bruk som innen byggeplan. Bruken av modellene kan hovedsakelig deles i to hovedformål, et som prosjekteringsverktøy og et som visualiseringsverktøy. Det anses

Sammendrag

som lettere å finne et optimalt 3D-program for bruk i kommunedelplan enn i reguleringsplan, dette skyldes at tilgjengelige program enten er veldig detaljorientert eller overordnet tilrettelagt. I en reguleringsplan har man behov som ligger på midten av en slik skala. Det viser seg også at det finnes en del utfordringer i eksisterende programvare hva gjelder mangler innen funksjonalitet og filformater som begrenser og båndlegger bruken av modeller.

Av optimaliserende tiltak som kan gjennomføres nevnes klare arbeidsmetodikker og retningslinjer for bruk av modeller fra start til slutt i prosjektet, utvikling av felles utvekslingsplattform av filformater i samferdselsprosjekt, fokus på riktig detaljnivå og programvare til riktig tid samt utvikling av funksjonalitet i programvare for å utvide bruksområdene til modeller innen konsekvensutredning, kvalitetssikring, mengdebeskrivelse, trafikk, arealplan, grunnlag og geodata.

Summary

Distribution and use of 3D models in road construction projects has been explosive over the last 5-10 years and has gone from being absent to mandatory. There has been much research done on how 3D models are used in development of construction plans (byggeplan) and then within the construction phase, and also how to handle the transition between construction plans and the actual construction. There is little available research on the use of models in planning stages before reaching construction planning. The purpose of this study is to focus on the use of models in early planning phases and identify the needs regarding the use of models here, and which steps can be taken to optimize their use.

Research question for the report is formulated as "How can the use of 3D models be optimized in early planning phases of road projects?". To answer this, the thesis addresses 4 more detailed research questions:

- How and for what purpose are 3D models used in different planning phases?
- What strengths and weaknesses can be seen within the current use?
- What are the functionality needs in different planning phases of 3D software, and which software is most suitable for the different planning phases?
- Which steps can be taken to optimize the use of 3D models in various planning phases?

The research questions form the basis of the report's structure and content. The task is limited to considering the municipal (kommunedel-) and zoning (regulerings-) plan phases in Norwegian road projects of a certain size. Impact assessments (konsekvensutredning) and construction planning (byggeplan) are also briefly discussed.

To answer the task purpose, it is used various methods to obtain results. The first part of the report deals with existing theory regarding the use of BIM internationally, 3D models in Norwegian road projects, and current guidelines for use of models. The second part of the report consists of a practical study carried out by doing a case study of the projects E18 Tvedestrand – Arendal (zoning plan) and E39 Vigeland - Lyngdal West (municipal plan), as well as qualitative research interviews with six people using 3D models, including consulting engineers and project managers working for the project owners.

Summary

Through the research, it emerges, not surprisingly, that the use of models is extensive also in the early planning phases, but that there does not exist as thorough work procedures and guidelines for use as in the construction planning phase. The use of models can mainly be divided into two main purposes, one as an engineering tool and one as a visualization tool. It is considered easier to find an optimal 3D software for use in municipal planning than in zoning planning, this is because the available software are either very detail oriented or on an overall level. A zoning plan has needs that are at the center of such a scale. It also identifies that there are some challenges in existing software in terms of lacking functionality and file formats that limits and restricts the use of models.

Optimizing measures that can be implemented include a clear working methodology and guidelines for the use of models from start to finish of the project, development of joint exchange platform for file formats in road project, focusing on use of the right detail level and software at the right time. Further optimizing measures is development of functionality in software to expand the uses of models within impact assessment, quality control, quantity descriptions, traffic, land use plan, basis data and geo-data.

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|----|
| Forord..... | 4 |
| Sammendrag..... | 5 |
| Summary..... | 7 |
| Figurer | 12 |
| Forkortelser..... | 13 |
| 1. Innledning..... | 14 |
| 1.1. Bakgrunn | 14 |
| 1.2. Formål | 15 |
| 1.3. Problemstilling og forskningsspørsmål..... | 15 |
| 1.4. Valg av metoder..... | 16 |
| 1.5. Begrensinger og forutsetninger..... | 16 |
| 1.6. Samarbeidsbedrift..... | 17 |
| 1.7. Disposisjon | 17 |
| 2. Metode..... | 19 |
| 2.1. Forskningsmetode..... | 19 |
| 2.2. Kvalitativ og kvantitativ metode..... | 20 |
| 2.3. Resultatenes troverdighet | 21 |
| 2.3.1. Reliabilitet | 21 |
| 2.3.2. Validitet | 21 |
| 2.4. Litteraturstudie..... | 22 |
| 2.4.1. Fremgangsmåte..... | 22 |
| 2.4.2. Kildeevaluering..... | 22 |
| 2.5. Praktisk analyse | 23 |
| 2.5.1. Intervju | 24 |
| 2.5.2. Casestudie | 27 |
| 3. Teoretisk grunnlag..... | 29 |
| 3.1. BIM | 29 |

Summary

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1.1. | Bruk av BIM i Norge | 31 |
| 3.1.2. | Bruk av BIM internasjonalt | 35 |
| 3.2. | Retningslinjer for 3D-modeller | 38 |
| 3.2.1. | Oppbygging av modeller | 38 |
| 3.2.2. | Grunnlagsmodell..... | 40 |
| 3.2.3. | Fagmodell..... | 40 |
| 3.2.4. | Tverrfaglig modell..... | 41 |
| 3.2.5. | Presentasjonsmodell..... | 41 |
| 3.2.6. | Prosjekteringsmodell..... | 44 |
| 3.2.7. | Resultatdata fra modellene | 44 |
| 3.3. | Planprosesser..... | 44 |
| 3.3.1. | Konseptvalgutredning..... | 45 |
| 3.3.2. | Kommunedelplan..... | 46 |
| 3.3.3. | Reguleringsplan | 50 |
| 3.3.4. | Medvirkning i planfaser | 52 |
| 3.3.5. | Byggeplan..... | 54 |
| 3.3.6. | Øvrige gjennomføringsmodeller og aktører | 54 |
| 4. | Resultat..... | 57 |
| 4.1. | Hvordan blir 3D-modeller benyttet i ulike planfaser | 57 |
| 4.1.1. | Kommunedelplan..... | 58 |
| 4.1.2. | Reguleringsplan | 59 |
| 4.2. | Hvilke styrker og svakheter ser man ved dagens bruk..... | 60 |
| 4.2.1. | Kommunedelplan..... | 61 |
| 4.2.2. | Reguleringsplan | 62 |
| 4.2.3. | Svakheter i håndbøker og retningslinjer | 63 |
| 4.3. | Hvilke behov har ulike planfaser til funksjonalitet i 3D-programvare, og hvilken programvare er mest egnet for hvilke planfaser | 64 |
| 4.3.1. | Kommunedelplan..... | 65 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 4.3.2. | Reguleringsplan | 67 |
| 4.3.3. | Programvare | 68 |
| 4.3.4. | Mangler i programvare | 74 |
| 4.4. | Hvilke grep kan gjøres for optimalisere bruken av 3D-modeller i ulike planfaser..... | 75 |
| 4.4.1. | Kommunedelplan..... | 77 |
| 4.4.2. | Reguleringsplan | 77 |
| 5. | Diskusjon..... | 79 |
| 5.1. | Hvordan blir 3D-modeller benyttet i ulike planfaser | 79 |
| 5.2. | Hvilke styrker og svakheter ser man ved dagens bruk..... | 80 |
| 5.3. | Hvilke behov har ulike planfaser til funksjonalitet i 3D-programvare, og hvilken programvare er mest egnet for hvilke planfaser..... | 82 |
| 5.4. | Hvilke grep kan gjøres for optimalisere bruken av 3D-modeller i ulike planfaser..... | 83 |
| 6. | Konklusjon..... | 87 |
| 6.1. | Generelle optimaliserende tiltak..... | 87 |
| 6.2. | Beskrivelse av optimaliserende tiltak | 90 |
| 6.3. | Videre arbeid..... | 92 |
| | Referanser | 94 |
| | Vedlegg | 99 |
| | Oppgavetekst | 100 |
| | Intervjuguide..... | 104 |
| | Case reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal..... | 107 |
| | Case kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest | 109 |

Figurer

| | |
|--|----|
| Figur 1: Arbeidsflyt gjennom et typisk vegprosjekt fra planlegging til bygging | 36 |
| Figur 2: Kategori A – Lite detaljert modell, fra håndbok V770 modellgrunnlag | 42 |
| Figur 3: Kategori B – Middels detaljert modell, fra håndbok V770 modellgrunnlag..... | 43 |
| Figur 4: Kategori C – detaljert modell, fra håndbok V770 modellgrunnlag..... | 43 |
| Figur 5 Skjematisk fremstilling av planprosesser i store vegprosjekter..... | 45 |
| Figur 6: Planprosess for kommunedelplan med konsekvensutredning | 47 |
| Figur 7: Fremstilling av konsekvensutredningsprosessen | 49 |
| Figur 8: Planprosess reguleringsplan..... | 51 |
| Figur 9: Grad av medvirkning i planprosess..... | 53 |

Forkortelser

| | |
|-------|---|
| 3D | 3-Dimensjonell |
| AV | Asplan Viak |
| BIM | Building information modelling |
| DAIM | Digital arkivering og innlevering av masteroppgaver |
| DAK | Data assistert konstruksjon |
| FKB | Felles kartdatabase |
| HB | Håndbok |
| IMRAD | Introduction, Methods, Results and Discussion |
| KS1 | Kvalitetssikring av konseptvalg før beslutning i regjeringen om å starte forprosjekt |
| KS2 | Kvalitetssikring av styringsunderlag samt kostnadsoverslag før fremleggelse for endelig investeringsbeslutning i Stortinget |
| KU | Konsekvensutredning |
| KVU | Konseptvalgutredning |
| NTNU | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet |
| NVDB | Nasjonal vegdatabank |
| OPS | Offentlig-privat-samarbeid |
| PBL | Plan og bygningsloven |
| SVV | Statens vegvesen |
| SOSI | Samordnet opplegg for stedfestet informasjon |
| VIKO | Veien til informasjonskompetanse |
| WMS | Web map service |

1. Innledning

Dette kapitlet inneholder bakgrunnsinformasjon for masteroppgaven, gir en presentasjon av rapportens tema og setter temaet i en større sammenheng. Videre blir formålet introdusert, samt rapportens problemstilling fastsatt og hvilke forutsetninger og avgrensinger som er gjort i oppgaven. I tillegg blir det gitt en oversikt over disposisjonen av rapporten.

1.1. Bakgrunn

De siste 5-10 årene har bruk av BIM og 3D-modeller fått sitt fotfeste innen samferdsel. En rekke studier fra blant annet Strafaci (2008), Fanning (2014) og Tveiten (2012) peker på at store fordeler kan oppnås gjennom bruk av BIM/3D-modeller, som f.eks. at modellene bidrar til økt tverrfaglig forståelse, bedre kvalitetskontroll og gir grunnlag for å ta viktige beslutninger på et tidligere tidspunkt av planleggingen. Modellene har blitt tatt i bruk i mange prosjekter de siste årene, men mer kan læres om bruken av modellene. Dette er et verktøy vist brukt riktig kan være med å bidra til å forbedre og effektivisere norsk vegplanlegging og vegbygging til et nytt og bedre nivå.

Vegprosjekter gjennomgår en byråkratisk prosess av norske planprosesser underveis i planleggingen, og hvordan modellene kan optimaliseres gjennom de ulike planprosessene ser enda ikke ut til å være kartlagt. Hvordan man benytter seg av 3D-modeller i prosjekter avhenger blant annet av hvilken planprosess prosjektene er i. De ulike planprosessene stiller f.eks. ulike krav i forhold til regelverk, detaljering og nøyaktighet. Det er derfor naturlig å anta at det også er ulike forventninger til hvordan 3D-modeller benyttes. For å danne et større teoretisk grunnlag til masteroppgaven for hvordan de ulike planprosessene påvirker bruk av 3D-modeller, er det hensiktsmessig å studere nærmere hvordan de ulike planprosessene fungerer. En del av litteraturstudiet tar for seg planprosessene konseptvalgutredning, kommunedelplan og reguleringsplan.

3D-modeller har blitt benyttet gjennom en årrekke til forskjellig bruk i planprosjekter. De siste årene har utviklingen eksplodert. Man har fått mange ulike programverktøy på banen. Samt har man fått en rekke ulike metoder å bygge opp modellen på basert på blant annet ønsket detaljeringsgrad og bruksområder. Stor utbredelse og bruk av slike modeller har ført til at Statens vegvesen som fagmyndighet har sett det nødvendig å lage

et rammeverk for utforming og bruk av modeller. I oktober 2012 ble det gitt ut en veileder i form av håndbok 138 Modellgrunnlag, hvilket siden har skiftet navn til håndbok V770 Modellgrunnlag. Deler av teorigrunnlaget i rapporten vil dreie seg rundt innholdet i denne håndboken. Hensikten til Statens vegvesen gjennom innføring av håndboken er å få tydelige kvalitetskrav til grunnlagsdataene modellen er bygget opp på, ha en standardisert beskrivelse av objekter og modeller, sørge for bruk av åpne standardiserte formater og at modellene kan brukes som arbeidsgrunnlag i byggefasen, i tillegg til en standardisering av sluttdokumentasjon.

1.2. Formål

I dag anses det som en selvfølge å bruke 3D-modeller som et verktøy i store vegprosjekter. Utbredelsen innen bruk av modeller er derfor stor, men prosjekter i ulike planfaser har ulike behov, og man kan stille spørsmål ved om bruken av modellene i så måte er bevisst. Hovedformålet med oppgaven er å bidra til at utviklingen innen bruk av 3D-modeller blir kartlagt og mer hensiktsmessig spisset og tilrettelagt mot ulike planfaser i vegprosjekt. Dette gjøres ved å forsøke å komme frem til hvilke behov som er viktige til hvilke planfaser og hvordan dette kan representeres i utformingen av modeller. Målet er å komme frem til om det er mulig å finne optimaliserende tiltak for hver planfase og dermed bidra til en mer effektiv bruk av modeller.

1.3. Problemstilling og forskningsspørsmål

Valg av problemstilling bygger på formål beskrevet i delkapittelet ovenfor. Ut i fra problemstillingen er det definert flere underliggende forskningsspørsmål.

Problemstilling:

Hvordan kan bruken av 3D-modeller optimaliseres i forhold til ulike planfaser i vegprosjekter?

Forskningsspørsmål:

Innledning

- Hvordan og til hvilke formål blir 3D-modeller benyttet i ulike planfaser?
- Hvilke styrker og svakheter ser man ved dagens bruk?
- Hvilke behov har ulike planfaser av funksjonalitet i 3D-programvare, og hvilken programvare er mest egnet for hvilke planfaser?
- Hvilke grep kan gjøres for optimalisere bruken av 3D-modeller i ulike planfaser?

Forskningsspørsmålene danner rammeverket for hva som søkes oppnådd med rapporten. Resultater, diskusjoner og konklusjoner er utført med bakgrunn i å besvare spørsmålene.

1.4. Valg av metoder

Arbeidet som ligger til grunn for oppgaven kan hovedsakelig deles i to deler, en teoretisk del og en praktisk del. I den teoretiske delen ligger grunnlaget for en praktisk og empirisk analyse opparbeidet gjennom studering av eksisterende faglitteratur. Den praktiske delen av studiet er i hovedsak gjennomført ved hjelp av empirisk analyse gjennom kvalitative intervjuer og casestudier, i tillegg er noe av stoffet basert på beste praksis og erfaring. Utdypet beskrivelse av rapportens metoder er å finne under kapittel 2 Metode. Presentasjon av resultater fra empirisk analyse finner man i kapittel 4 Resultater. Avslutningsvis i rapporten er det gjort analyser, diskusjoner og trukket konklusjoner på bakgrunn av funn i empiriske analyser.

1.5. Begrensinger og forutsetninger

Oppgaven omhandler hvordan bruken av 3D-modeller kan optimaliseres i ulike planfaser i norske vegprosjekt. Med planfaser menes konseptvalgutredning, kommunedelplan og reguleringsplan. Få prosjekter er omfattet av konseptvalgutredning, og bruken av 3D-modeller på dette plannivået er begrenset. Det er derfor valgt å ikke fokusere på konseptvalgutredning i denne oppgaven. Det nevnes også at oppgaven ikke tar for seg bruk av 3D-modeller i byggeplan. Byggeplan er ikke en offentlig planprosess, men mer å regne som en faglig prosess for tiltakshaver og inngår derfor ikke i denne studien. Bruk av 3D-modeller i byggeplan har også vært gjenstand for en rekke studier ved tidligere anledninger.

Det praktiske studiet begrenser seg til casestudier av 2 ulike prosjekter og kvalitative forskningsintervju med 6 personer for at studiet ikke skulle bli for omfattende. For å gi

et enda bredere perspektiv på temaet og generalisere resultater i større grad kunne det vært hensiktsmessig å gjennomføre flere casestudier og dybdeintervju, i tillegg til kvantitative studier i form av spørreundersøkelser.

En detaljert gjennomgang av de ulike programvarene på markedet har ikke vært i fokus i denne oppgaven, men en slik studie kunne hatt påvirkning på resultater, drøfting og konklusjoner. Årsaken til at ikke alle kjente programvarer har blitt studert i detalj er av tidsmessige hensyn. Kunnskap rundt de ulike programvarer er basert på informasjon fra respondenter i den praktiske analysen og egen erfaring.

1.6. Samarbeidsbedrift

Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med konsultantselskapet Asplan Viak AS som er et av Norges største rådgivende ingeniør- og arkitektfirmaer med ca. 850 ansatte med kompetanse innen arkitektur, bygg og anlegg, energi og miljø, geoinformasjon og visualisering, landskapsarkitektur, plan og urbanisme, samferdsel, samfunnsplanlegging og analyse, tekniske installasjoner og vann- og miljøteknikk. Asplan Viak (2017) er opptatt av bærekraftig utvikling og finne helhetlige, miljøriktige og funksjonelle løsninger. Undertegnede har vært ansatt som vegplanlegger ved Samferdselsavdelingen i bedriften siden 2013. Asplan Viak har stilt pc-utstyr, lisenser og prosjektinformasjon tilgjengelig under oppgavens utarbeidelse.

1.7. Disposisjon

Dette delkapittelet gir en oversikt over rapportens oppbygning og en kort presentasjon over hva som er å finne under hvert kapittel. Rapportens disposisjon er utformet med utgangspunkt i IMRAD formatet som er en standard oppbygning av vitenskapelige rapporter. IMRAD står for introduction, methods, results and discussion. Kapitelene og hva de inneholder er beskrevet under. Kronologisk lesning av rapporten er å anbefale.

- ❖ Kapittel 1 Innledning – Beskriver bakgrunn for oppgaven, presenterer problemstilling og målformulering. Det blir kort gjort rede for fremgangsmåte for løsning av oppgaven og rapportens oppbygning.

- ❖ Kapittel 2 Metode – Gir en detaljert beskrivelse av hvilke forskningsmetoder og fremgangsmåter som er benyttet i oppgaven, og hvorfor disse ble valgt.
- ❖ Kapittel 3 Teoretisk grunnlag – Det presenteres etablert teori relatert til bygningsinformasjonsmodellering (BIM), planfaser, og retningslinjer for 3D-modeller som er relevant sett i lys av oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Teorikapittelet gir et fundament for oppgavens videre besvarelse.
- ❖ Kapittel 4 Resultat – Inneholder data fra kvalitative forskningsintervjuer og casestudier som til sammen utgjør det praktiske studiet. Dataene blir presentert under hvert forskningsspørsmål.
- ❖ Kapittel 5 Diskusjon – Drøfter resultater funnet i intervjuer, casestudier og teoretisk del. Gir fundament for konklusjonskapittelet.
- ❖ Kapittel 6 Konklusjon – Har til hensikt å svare på forskningsspørsmål og problemstilling i oppgaven med bakgrunn i kapittel 5 Diskusjon.
- ❖ Kapittel 7 Vegen videre – Setter fokus på hvordan man kan videreføre arbeidet som er gjort i denne rapporten og fremmer forslag til områder og tema som bør studeres mer.

2. Metode

Metodekapittelet har til hensikt å presentere hvilke konkrete metoder og fremgangsmåter som har blitt benyttet for å belyse oppgavens problemstillinger. Det blir redegjort for forskningsstudiets design og metoder, hvorfor metodene ble valgt og i hvilken utstrekning de ble benyttet, i tillegg til hvilken analytisk tilnærming som ble brukt.

2.1. Forskningsmetode

Denne studien av optimalisering av 3D-modeller i ulike planfaser er basert på forskningsintervju med 6 planleggere og prosjekterende med bred erfaring innen bruk av 3D-modeller samt casestudie av 2 ulike prosjekter hvor bruk av 3D-modell var et viktig planleggingsverktøy. Resultater fra casestudier og kvalitative intervjuer er benyttet til å generalisere teorier hvilket diskusjoner og konklusjoner i oppgavens besvarelse er basert på. For å oppnå et bredere teoretisk fundament for studien ble det vurdert som hensiktsmessig å studere relevant bakgrunns litteratur. Første del av rapporten omhandler etablert forskningslitteratur på temaet.

Studiens problemstilling og forskningsspørsmål er av en slik karakter at det er ansett som hensiktsmessig å benytte en kvalitativ metodologisk fremgangsmåte for besvarelse av oppgaven. Problemstillingen med hvordan man kan optimalisere bruk av 3D-modeller i forhold til ulike planfaser belyses gjennom flere innfallsvinkler ved 4 ulike forskningsspørsmål. Da både problemstilling og forskningsspørsmål tar for seg ulike planfaser ble gjennomføring av to ulike casestudier av prosjekter i ulike planfaser funnet hensiktsmessig. Det ble lagt vekt på at vegprosjektene i casestudien skulle være av en viss størrelse. I små prosjekter vil gjerne metodikk og fremgangsmåte være mer varierende, spesielt i forhold til hvilke planfaser prosjekter gjennomgår, kompleksitet og hvilket budsjett man har til rådighet i planleggingen og om det gir rom for bruk av 3D-modeller. Casestudiene er i hovedtrekk gjennomført som to enkelt-case studier, med noen sammenligninger. Dersom man hadde hatt et videre tidsperspektiv til rådighet kunne det vært hensiktsmessig å studere flere caser hvor man sammenlignet prosjekter i samme planfase.

For å komme til bunns i hvordan 3D-modeller benyttes og hvilke styrker og svakheter man ser ved dagens bruk ble kvalitative dybdeintervjuer med flere planleggere, prosjekterende og prosjektledere i miljøet valgt som forskningsmetode. Det kunne vært

hensiktsmessig å intervju enda flere personer, men av tidsmessige årsaker ble intervjuobjekter begrenset til 6 personer. De intervjuede ble kontaktet per telefon i slutten av januar og starten av februar 2017. De fikk oversendt intervjuguide på forhånd slik at de om ønskelig kunne forberede seg til intervjuene. Data fra casestudiene ble samlet inn gjennom januar og februar 2017.

Under en kvalitativ undersøkelse fremkommer det gjerne etiske spørsmål. I denne studien er det valgt å anonymisere intervjuobjekter av hensyn til at de kunne uttrykke seg fritt uten at de på noen måte skulle føle bekymringer ovenfor sine utsagn, og at deres identitet ikke blir synliggjort i rapporten. Intervjuobjektene fikk også tilbud om å se over og kommentere transkriberte intervju dersom dette var ønskelig. De intervjuede var generelt engasjerte i temaet, men uttrykte at det var vanskelig å svare like helhetlig på alle spørsmål da man som regel er mest oppdatert på de problemstillingene man jobber med per dags dato. De intervjuede fant spørsmål angående planfaser de ikke hadde jobbet med på en stund mer utfordrende.

2.2. Kvalitativ og kvantitativ metode

Innen forskningsmetodikk bygger utførelsen i hovedsak på et valg mellom to ulike metoder for innsamling av data. Det finnes nyanserte versjoner av de ulike metodene, men en velger som regel mellom en kvalitativ eller kvantitativ tilnærming.

Kvalitative metoder omhandler systematisk innsamling av data gjennom bearbeiding og analyse av materiale fra samtaler, intervjuer, observasjoner eller skriftlig tekst. Menneskelig erfaring rundt egen opplevelse av fenomener og fortolkning av materiale står sentralt i metoden. Kvalitative metoder er å foretrekke når studien har et eksplorerende design og det finnes lite tilgjengelig informasjon på temaet fra før. Kvalitative metoder er også velegnet når man er ute etter å studere folks oppfattelse, meninger og handlinger angående ulike fenomener. Det kan være vanskelig å forsikre stor grad av etterprøvbarehet ved bruk av kvalitative metoder, da det gjerne er større fokus på relevans og dybdeforskning innen et lite utvalg, De nasjonale forskningsetiske komiteene (2017).

Kvantitative metoder bygger på kvantifiserbare størrelser som blir satt i system gjennom tall og statistikk. Kvantitativ forskning innebærer også en tolkning av statistiske resultater. Metoden er egnet når man har et stort utvalg til rådighet, og man eksempelvis ønsker å kartlegge utbredelsen av et kjent fenomen. En vanlig form for kvantitativ

innsamling av data er spørreundersøkelser. Etterprøvbareheten i kvantitative metoder er stor og resultater er lett å gjenskape, De nasjonale forskningsetiske komiteene (2017).

2.3. Resultatenes troverdighet

Oppgavens troverdighet er et viktig tema da forskningsmetoder skal være etterprøvbare og resultater skal kunne gjenskapes. Presentert forskning skal være gyldig og pålitelig. Dette kan oppnås gjennom å kvalitetssikre alle kilders reliabilitet og validitet innen litteratursøk og empiriske data innhentet i resultater.

2.3.1. Reliabilitet

Det er essensielt i all forskning å vurdere kildenes reliabilitet. Med reliabilitet menes pålitelighet. Man etterstreber å oppnå mest mulig pålitelige data da det er et elementært prinsipp innen forskning at data som ikke er pålitelige ikke er egnet til å løse problemstillingene som søkes utforsket, Everett og Furuseth (2014). Reliabilitet kan være vanskelig å måle. Innen kvalitativ forskning vil reliabilitet ha med å gjøre hvor pålitelige kildene til informasjonen er. Det kan være om kildene er troverdige og sikre og hvorvidt de er uavhengige av hverandre. Reliabilitet har også med etterprøvbarehet å gjøre. Stor reliabilitet kan oppnås gjennom at uavhengige undersøkelser gir samme resultat. I en masteroppgave kan det være for tid- og ressurskrevende å gjennomføre ulike uavhengige undersøkelser. En kan kompensere for dette ved å velge sine kilder med omhu og være nøyaktig i sine undersøkelser.

2.3.2. Validitet

Validitet innen forskning forbindes gjerne med gyldighet. Validiteten i oppgaven avhenger av utvalg og innhenting av data. En må finne ut hvilke data som er relevant å undersøke sett i lys av oppgavens problemstilling. «Målet er å samle inn relevante data for å svare på problemstillingene og inkludere alle de data som er av betydning», (Everett og Furuseth, 2014, s 135). Kan relevante data av ulike årsaker være ekskludert fra oppgavens besvarelse, og kan oppgavens konklusjoner være basert på irrelevante data. I forskning er det viktig å være sikker på at resultatene som fremkommer er gyldige, de er

ikke noe som kan antas. Det kan være en konklusjon at dataene er usikre, men da er det essensielt å beskrive graden av usikkerhet i funnene.

2.4. Litteraturstudie

Formålet med litteraturstudiet er å fremskaffe et teoretisk grunnlag av tilgjengelig teori og tidligere forskning innenfor temaene BIM, 3D-modeller, retningslinjer og bruk, samt ulike planprosesser i vegprosjekt. I påfølgende delkapitler blir det gjennomgått hvilke framgangsmåter som er benyttet for å finne frem til relevant litteratur og hvordan kildekritikk er utført.

2.4.1. Fremgangsmåte

I forskningsstudiets litteraturodel er det gjort litteratursøk i forbindelse med planprosesser i norske vegprosjekt, bruk av 3D-modeller nasjonalt, bruk av BIM internasjonalt og retningslinjer for bruk av modeller i vegprosjekt. For å finne frem til relevant litteratur er det benyttet søkemotorer som Google scholar, Bibsys og DAIM. Det ble benyttet søkeord som blant annet: BIM, BIM for infrastructure, 3D-model, 3D models during design and construction, planprosess og medvirkning. Det er gjennomgått flere av Statens vegvesens håndbøker, i tillegg til å søke i DAIM for å finne relevante masteroppgaver som omhandler lignende tema. For kildehenvisninger er det benyttet Harvard-stil i form av forfatter, årstall. Unntaksvis finner man statens vegvesens håndbøker som er referert direkte ved navn.

2.4.2. Kildeevaluering

Enhver informasjonskilde benyttet innen forskning bør kildevurderes gjennom en form for kritisk tenking. I denne oppgaven er det valgt å benytte NTNU's hjelpmiddelkanal veien til informasjonskompetanse (VIKO) hvor TONE-kriteriene anbefales for vurdering av kilder. Her vurderes troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet. Innen hvert punkt gis det mange eksempler på hvilke kritiske spørsmål som er viktig å stille til kildene, som hvor kommer informasjonen fra, er forfatteren anerkjent og betraktet som kunnskapsrik på fagfeltet, er deknningen objektiv eller partisk, er informasjonen oppdatert og er emneområdet relevant for oppgavens informasjonsbehov?

TONE-kriteriene har blitt benyttet som en bakenforliggende tanke når kilder til oppgaven har blitt innhentet. Ved publiserte forskningsartikler gjennom velkjente og sikre informasjonskanaler som Elsevier, American Society of Civil Engineers (ASCE) og Emerald vet man at artiklene har vært gjennom en kvalitetssikring for å bli publisert. Men i andre tilfeller som ved bruk av nettsider, programvareinformasjon, og tidligere mastergradsrapporter må man være bruk av kildekritikk bevisst.

Kildene som er hentet fra tidligere norske mastergradsstudier gjennomført av studenter ved NTNU kan sies å ikke ha så mye erfaring som forfattere fra tidligere hva gjelder både å skrive forskningsrapporter og innen temaet generelt. Men oppgavene er relevante da de tar for seg temaer som treffer nær denne oppgaven og således er av stor grav av egnethet som relevante sammenligningsgrunnlag for hva som har vært forsket på tidligere.

2.5. Praktisk analyse

Den praktiske delen av forskningen går ut på å innhente empirisk informasjon. Det finnes mange ulike forskningsmetoder for å innhente informasjon som er relevant for besvarelse av forskningsspørsmål. Dalland (2012) lister opp følgende metoder

- dokumentgjennomgang
- bruk av eksisterende data fra systemer, rapporter og lignende
- intervjuer med nøkkelpersoner
- deltakende observasjon
- direkte observasjon/måling
- spørreundersøkelser
- casestudier, som til dels er en kombinasjon av flere av tilnærmingene ovenfor

Hvilke metoder som er hensiktsmessig å benytte avhenger av forskningstemaets karakter. I dette tilfellet er det valgt å gjennomføre intervjuer med nøkkelpersoner og casestudier. I tillegg er noe informasjon hentet fra erfaringsmessig deltakelse i prosjekter.

2.5.1. Intervju

Jacobsen (2015) trekker frem det åpne individuelle intervjuet som den vanligste innsamlingsmetoden for kvalitative data. Dette er en egnet metode ved relativt få respondenter, når man er interessert i den enkelte respondents holdninger og oppfatninger og enkeltindividers fortolkning av fenomener. Et kvalitativt forskningsintervju har til hensikt å avdekke folks erfaringer og opplevelser av sider av dagliglivet fra deres eget perspektiv, dette gir gjennom en fenomenologisk oppfatning grunnlag for vitenskapelige teorier og mer abstrakt tenking.

«Når det er snakk om kvalitativ forskning, er fenomenologi mer bestemt et begrep som peker på en interesse for å forstå sosiale fenomener ut fra aktørens egne perspektiver og beskrive verden slik den oppleves av informantene, ut fra den forståelse at den virkelige virkeligheten er den mennesker oppfatter», (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 45).

Det finnes få standardiserte regler for gjennomføring av kvalitative forskningsintervju. Kvalitative intervju har en iboende løs karakter, men Jacobsen (2015) anbefaler å holde en viss struktur ved å utarbeide en intervjuguide hvilket inneholder en oversikt over de tema intervjuet har til hensikt å omhandle. Et forskningsintervju har en struktur lik den dagligdagse samtale, men går samtidig dypere enn daglig konversasjon. For å fremheve at det er et kvalitativt forskningsintervju kan man benytte seg av forskjellige teknikker og metoder. Forskeren styrer og definerer samtalen, setter temaet, og kritisk følger opp svar på spørsmål. Det er viktig å være sin intervjuende rolle bevisst. I tillegg understrekes viktigheten av et godt forberedt intervju, teknikker og kunnskap. Ettersom forskerens evner, kompetanse og dyktighet er essensielt for resultatet av intervjuer, kan intervju anses som et håndverk. Kvale og Brinkmann (2015) fremhever intervjuobjektet som et subjekt. Som ordet subjekt antyder vil en person være påvirket av ens omgivelser, rolle, maktrelasjoner og ideologier. Intervjuerens hovedoppgave er undersøke hvorfor respondentene opplever og handler som de gjør.

Både faktaspørsmål og meningsspørsmål er vesentlige i et kvalitativt forskningsintervju. Hensikten med intervjuet er å oppnå kvalitativ kunnskap, ikke kvantifisering. Dybde og detaljer er mer viktig enn tall. Det er viktig å lytte til intervjuobjektets mening med hva som sies og hvordan det uttrykkes. Det anses som hensiktsmessig med variasjon i erfaring og kompetanse hos respondenter for å dekke et bredere felt. For å oppnå mest mulig resultater gjennom intervjuet er det essensielt at den intervjuende er velinformert om

temaet. Nyanserte og detaljerte beskrivelser av temaet fra den intervjuedes synspunkt søkes oppnådd, heller enn kategoriske og fastlagte fenomener. I et kvalitativt intervju presenteres ingen svaralternativ til spørsmålene. Dette gjør utfordringen med å bearbeide resultatene mer kompleks hva gjelder både tolkninger og tidsperspektiv, Halvorsen (2008).

Intervjueren bør vise åpenhet for nye tolkninger fremfor å være kategoriserende. Ved å gjennomføre dette i praksis kan intervjuet ta en annen retning enn hva en hadde sett for seg i utgangspunktet. Intervjuende har ansvar for å holde fokuset på temaet, men ikke hvilke meninger som foretrekkes om temaet. Gjennom intervjuet kan flertydige svar oppstå. Et kvalitativt intervju har ikke som hensikt å utelukke tvetydighet, slik at svar lettere kan kvantifiseres. Flertydighet kan være et uttrykk for virkelige motsigelser i den intervjuedes hverdag. Man kan også oppleve at den intervjuende kan endre meninger underveis som følge av refleksjonsprosesser.

Et dilemma for intervjueren kan være at sensitivitet, kjennskap og at forhåndskunnskap står i kontrast til forutinntatte holdninger. Dersom intervjueren trår varsomt i henhold til å ikke krenke den intervjuedes grenser kan et kvalitativt intervju fremme en positiv opplevelse for intervjuede gjennom å få dele sine synspunkter og muligheter for å oppnå ny innsikt i egen hverdag. Intervjustilen må tilpasses respondenten, og intervjueren bør reflektere over hvilken stil som passer i hvert enkelt tilfelle, Kvale og Brinkmann (2015). Det er viktig å være klar over at relasjonen mellom intervjuer og intervjuede kan påvirke resultatet.

Kvale og Brinkmann (2015) konkluderer med at det ikke finnes entydige kvalitetskriterier for forskningsintervjuer. Kvaliteten avhenger av intervjuerens dyktighet i intervjuet som mestring av spørreteknikker, håndtering av sensitivitet, samt forskerens kunnskap om temaet, sosial relasjon mellom intervjuer og de intervjuede og bevissthet rundt epistemologiske og etiske aspekter av forskningsintervjuet. Hvilken kvalitet resultatet av intervjuet gir er avhengig av kvaliteten på original intervjuet, analysering, verifisering og rapportering. Intervjuerapportering er en presentasjon av intervjuerens oppfatninger formidlet gjennom intervjuerens tolkning, skrivestil og litterære virkemiddel.

Kvalitative forskningsintervju har som de fleste andre metoder sine styrker og svakheter. Vanlige innvendinger er at de ikke gir grunnlag for gyldige og troverdige resultatdata da intervjuene er subjektive og personavhengige og gir grunnlag for ulike tolkninger.

Metode

Likeledes kan det stilles spørsmål ved generaliserbarheten av resultatene da det gjennom få respondenter er innhentet kvalitativ informasjon og ikke kvantitativ.

Intervjuets styrke er dets privilegerte tilgang til objektets dagligverden. En bevisst bruk av det subjektive perspektivet behøver ikke være en negativ ensidighet; intervjupersonenes og intervjuerens personlige perspektiver kan gi en unik, sensitiv forståelse av den daglige livsverden. Kontrollert bruk av ledende spørsmål kan føre til velkontrollert kunnskap. Et mangfold av fortolkninger beriker dagligverdens betydninger, og forskeren som person er det mest følsomme redskapet som finnes til utforskning av menneskelige betydninger (Kvale og Brinkmann 2015, s. 200).

Ved å være klar over metodens styrker og svakheter kan anvendelsen tilpasses i den grad det er mulig for å utnytte og begrense disse.

Man ønsker høy reliabilitet i intervjufunn for å motvirke vilkårlig subjektivitet, men for sterk fokusering på reliabilitet kan motvirke kreativ tenking og variasjon. Validitet i intervju avhenger av respondentenes troverdighet og intervjuets kvalitet. Intervjuer bør kontinuerlig gjennom intervjuet forsikre seg og kontrollere at meningen med det som blir sagt er riktig oppfattet.

Den praktiske gjennomføringen av de kvalitative forskningsintervju ble gjennomført i februar 2017. 6 personer ble utvalgt på bakgrunn av deres kompetanse og erfaring innen bruk av 3D-modeller i store vegprosjekt innen kommunedelplan og reguleringsplan. Personene stammer både fra rådgiverbransjen og tiltakshavere som Statens vegvesen og Nye veier, og har erfaring som planleggere, prosjekterende, 3D-koordinatorer og prosjektledere. Respondentene ble forespurt via telefon hvor de ble forklart formålet med intervjuet og forespurt om de kunne tenke seg å bidra til oppgaven. Alle de forespurte respondenter takket ja til å bli intervjuet. De fikk deretter oversendt intervjuguide på mail 1-2 uker på forhånd av intervjuet slik at de kunne forberede seg. Intervjuguiden finnes under vedlegg B. Intervjuene ble gjennomført på de respektive respondenters arbeidsplass. Samtlige intervjuer ble tatt opp med lydopptaker for å sikre en bedre intervjuprosess. Alle de intervjuede fikk tilbud om å få sendt over transkriberte intervju dersom det var ønskelig. I denne studien er det valgt å anonymisere intervjuobjekter av hensyn til at de kunne uttrykke seg fritt uten at de på noen måte skulle føle bekymringer ovenfor sine utsagn, og at deres identitet ikke blir synliggjort i rapporten.

2.5.2. Casestudie

Som nevnt innledningsvis i kapitlet er casestudier til dels en kombinasjon av flere tilnærminger for innhenting av empiriske data. Gjennom casestudiet er det benyttet både dokumentgjennomgang, bruk av eksisterende data, deltakende observasjon og samtaler.

Jacobsen (2015) påpeker at det ikke fins en klar definisjon av hva en case er. Men generelt kan det sies at casestudier er studier av en enhet og er avgrenset i tid og rom og er i dette tilfellet en kvalitativ undersøkelse av slutførte prosjekter. Jacobsen (2015) trekker frem ulike metoder for gjennomføring av casestudier som enkeltcase-studie hvor man går dypt inn i en case og gjennomfører en detaljert beskrivelse av denne. Enkeltcase-studie er egnet for å utvikle ny forståelse gjennom å ha et eksplorerende preg hvilket gir muligheter for å fremme nye hypoteser og teorier. Gjennom tilegnelse av ny informasjon egner enkeltcase-studiene seg for teoretisk generalisering. En annen form for casestudier er aksjonsforskning. Dette er et spesielt undersøkelsesopplegg hvilket som regel brukes til å undersøke en organisasjon eller lignende, hvor forskeren selv er en deltakende part, iverksetter endringer og analyserer virkningene dette utgjør. En tredje casemetode er sammenlignende casestudier. Denne metoden kan kompensere for eventuelle svakheter i enkeltcase-studier. En kjent svakhet kan være at man sliter med å generalisere resultater. Dersom man finner lignende resultat i en annen case, vil resultatet være styrket til å benyttes til utvikle en mer generell teori. En annen svakhet kan være mangel på kausalitet, hvor forklaringen på fenomener er utydelig. Ved å studere og sammenligne flere caser utvides det teoretiske grunnlaget for å si hvilke andre caser som er relevante og kan bidra til løse aktuelle problemstillinger. Komparative caser kan bidra til å avdekke årsakssammenhenger.

I denne studien er prosjektene reguleringsplan for E18 Tvedestrand – Arendal og kommunedelplan for E39 Vigeland – Lyngdal vest valgt ut som casestudier. Prosjektene ble valgt ut på bakgrunn av at de er store og viktige samferdselsprosjekt for infrastrukturen på Sørlandet og at 3D-modeller var en viktig del av arbeidsmetodikken. I så måte er det interessant å se nærmere på hvordan modeller ble benyttet i store viktige prosjekter i de mest aktuelle planfasene dette studiet betrakter. Reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal ble planlagt av Statens vegvesen i egen regi med innleid hjelp fra konsultentselskapet Asplan Viak AS. Kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest er

Metode

utført av prosjekterende rådgiver Asplan Viak AS for Statens vegvesen. Mer detaljer vedrørende prosjekter fra casestudiene finnes under vedlegg C og D.

I casestudiene er det gjennomgått hvordan 3D-modeller er benyttet i prosjektene, hvilke arbeidsmetodikker som ble benyttet blant annet i form av fremgangsmåter, rutiner og programvare. Det er også betraktet hvordan de prosjekterende opplevde bruken av modeller i de respektive prosjekter. Hvert prosjekt er sett på som et enkeltcase studie med noen komparative tilnærminger.

3. Teoretisk grunnlag

Grunnlaget for all forskning dannes ved å bygge videre på tidligere forskning og introduseres med Isaac Newtons velkjente ord «Hvis jeg har sett lenger, så er det ved å stå på skuldrene til kjemper». I følgende kapittel ser man nærmere på hvilken forskning som er gjennomført og hvilken informasjon som er tilgjengelig innenfor temaet. Det presenteres etablert teori relatert til bruk av bygningsinformasjonsmodellering (BIM) nasjonalt og internasjonalt, ulike planfaser, samt hvilke retningslinjer og føringer som finnes gjennom håndbøker for norske vegprosjekt. Temaene i teorikapitlet bidrar til å danne grunnlag for å besvare oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål og den videre forskningen.

Litteratursøket avdekket at det skrevet mye litteratur angående bruk av BIM i samferdselsprosjekter både nasjonalt og internasjonalt. Flere tidligere masteroppgaver har vært skrevet om bruk av 3D-modeller i norske vegprosjekter hvorav de fleste dreier seg om forskjellige tema rundt byggeplan eller anlegg. Litteratursøket avdekket forskning og retningslinjer rundt planprosesser i norske vegprosjekter og bruk av 3D-modeller, men det er ikke funnet litteratur som går direkte på hvordan man benytter 3D-modeller i ulike planfaser bortsett fra retningslinjer for bruk av modeller i håndbok V770 Modellgrunnlag. Hva gjelder bruk av BIM i samferdselsprosjekter konkluderer forskningen med at det finnes både fordeler og ulemper, men potensialet er stort og at det gjelder å få optimalisert bruken og utnyttet fordelene mest mulig hensiktsmessig.

3.1. BIM

BIM står for building information modeling eller bygningsinformasjonsmodellering på norsk. Innen vegsektoren bruker man mange ulike former for 3D-modellering, men i Norge har begrepet BIM så langt vært mest knyttet til byggesektoren. I vegsektoren er 3D-modellering mer knyttet til begrep som samordningsmodell, tverrfagligmodell, visningsmodell, presentasjonsmodell eller som et prosjekteringsverktøy i ulike programvarer. Begrepene samordningsmodell, tverrfagligmodell, visningsmodell og presentasjonsmodell stammer fra definisjonsuttrykk i Statens vegvesens håndbøker og presenteres nærmere senere i rapporten. BIM er tilsynelatende ikke et benyttet begrep i Statens vegvesens håndbøker, men det er ikke slik at BIM-tankegangen ikke benyttes i norsk vegsektor, men Statens vegvesen som fagetat benytter heller uttrykk som samordningsmodell og tverrfagligmodell. Selv om BIM ikke er et offisielt begrep i

håndbøkene kan det vanskelig utelates fra en slik studie da BIM blir benyttet som uttrykk i vegprosjekter internasjonalt.

Det har blitt gjort en rekke studier rundt temaet BIM. Men definisjonen av hva BIM er blir fremdeles diskutert i ulike papers. Det virker ikke å være entydighet rundt hvordan man definerer begrepet BIM.

«For some, BIM is a software application; for others it is a process for designing and documenting building information; for others it is a whole new approach to practice and advancing the profession which requires the implementation of new policies, contracts and relationships amongst project stakeholders» (Aranda-Mena et al., 2009).

En annen definisjon av BIM er:

«an intelligent 3Dvirtual building model that can be constructed digitally by containing all aspects of building information — into an intelligent format that can be used to develop optimized building solutions with reduced risk and increase value before committing to a design proposal,” focuses on the design perspective» (Woo et al., 2010).

Til sammenligning definerer håndbok V770 Modellgrunnlag en tverrfaglig modell slik:

«Tverrfaglig modell etableres som en sammenstilling av grunnlagsmodeller og fagmodeller. Den viser hvordan «planmodellen» (fagmodeller) skal settes inn i «virkelighetsmodellen» (grunnlagsmodeller), og beskriver dermed en «fremtidsmodell». Tverrfaglig modell kalles også samordningsmodell».

Mer om tverrfaglige modeller finnes i delkapittel Tverrfaglig modell.

De fleste enes om at BIM er bruk av 3D-modell, men at det samtidig omfatter mer enn bare 3D. BIM omfatter all nødvendig informasjon man trenger for å gjennomføre bygging. Selv om det ikke fremkommer en klar definisjon av BIM og hvilke eksakte effekter bruken har, virker det å være en enighet om at det finnes både utfordringer og fordeler med bruk av BIM innen vegprosjekter, og at fordelene er av en slik karakter at det er hensiktsmessig å benytte seg av BIM i fremtidige prosjekter. Det ser også ut til å være enighet om at bransjen utvikler seg innen denne retningen. Fordelene med bruk av BIM beskrives av Fanning (2014) som at interessenter kan utvikle en felles forståelse av prosjektet gjennom tverrfaglig samarbeid for å bidra til å redusere designfeil og misforståelser, som i sin tur reduserer risiko og ansvar. Strafacci (2008) påpeker også hvordan BIM gir en større og helhetlig forståelse av prosjekter, som kan føre til at man blir i stand til å trekke viktige

beslutninger på et tidligere tidspunkt når man har større påvirkningskraft på prosjektet og ulempene med endringer blir mindre. Disse fordelene er mulig å dra nytte av i alle planfaser for norske vegprosjekt.

3.1.1. Bruk av BIM i Norge

Dette delkapittelet ser nærmere på hvilken informasjon som er avdekket gjennom litterasøket på bruk av BIM og 3D-modeller i Norge. Etablert forskning på temaet i norske vegprosjekter er noe begrenset, de studiene som er gjennomført dreier seg hovedsakelig rundt bruk av 3D-modeller i byggeplanprosessen eller ute på anlegg og er gjennomført på masternivå. Det er derimot ikke gjort funn av tidligere forskning som beskriver hvordan 3D-modeller kan benyttes hensiktsmessig i de ulike planfasene i norske vegprosjekt.

Første kjente gang det ble benyttet BIM systematisk fra start til slutt i et norsk vegprosjekt var på Rv. 150 Ring 3 Ulven – Sinsen som startet i 2005, og var ferdig bygget i 2014. Bruken av 3D-modeller i prosjektet er omtalt gjennom rapporten «Rv. 150 Ring 3 Ulven-Sinsen og bruk av BIM for infrastruktur» Tveiten (2012). I en tidlig fase ble det bestemt at 3D-modellen skulle benyttes til å visualisere alle objekter over bakkenivå, hovedsakelig for å illustrere hvordan prosjektet ville se ut etter ferdigstillelse. Gjennom prosessen ble det bestemt at også objekter under bakken skulle visualiseres for alle fag, hovedsakelig til bruk for kollisjonskontroll. Prosjektgruppen møttes hver 14. dag for å gå gjennom siste oppdaterte versjon av tverrfaglig modell, hvor man i møtene diskuterte blant annet løsninger og konflikter. Metoden viste seg å bli en stor suksess for å eliminere feil i tillegg til å gi entreprenøren muligheten til å ta med seg modellen ute på anlegg. Erfaringene fra prosjektet tilsa at det var stor effekt ved bruk av 3D-modeller. Nytteverdiene var spesielt store å hente i byggefasen. Tveiten (2012) sier også at man kan utnytte potensialet av 3D-modeller mer optimalt gjennom å benytte de i en livsløpsyklus, og at mer egnede verktøy vil bli utviklet med tiden.

Hvilke muligheter og utfordringer som ligger innen bruk av BIM er et viktig spørsmål og det er nettopp dette Syltern (2015) har sett nærmere på i rapporten «Modellbaserte prosjekt, fra prosjektering til bygging». Forskningen er basert rundt bruk av BIM innen infrastruktur i prosjekterings- og byggefasen og er avgrenset til en nærmere studie av de to prosjektene E6 Oppdal og E18 Bommestad – Sky, hvor det ble sett på muligheter og utfordringer med bruk av BIM i de nevnte prosjekter. (Syltern, 2015) sier at «Hvis man

skal få størst mulig effekt av BIM er det viktig med god informasjonsflyt, samarbeid og samhandling mellom alle fag og faser i prosjektet. Det er viktig at informasjonen er lettest mulig tilgjengelig for alle». BIM skal være et verktøy som hjelper en å ta riktige beslutninger under vegs i prosjekteringen. Rapporten kommer i tillegg med noen anbefalinger for fremtidige modellbaserte prosjekt og oppsummerer fordelene og utfordringene en har ved BIM. Av anbefalinger trekkes det fram at det er essensielt med en kontinuerlig oppdatert modell gjennom hele prosjekterings- og byggefasen og ikke minst at modellen er tilgjengelig for alle i prosjektet. Oppgaven gir også en historisk oppsummering av den teknologiske utviklingen i vegprosjekter fra 1965 til i dag. Historien beskriver i korte trekk hvordan graden av detaljering har økt og hvordan kravene til nøyaktighet og muligheten for å bygge raskere har økt.

Det er allment kjent at byggeindustrien ligger langt fremme hva gjelder bruk av BIM. Selv om de fleste vegprosjekter har blitt prosjektert og bygget ved hjelp av BIM siden 2010, Syltern (2015), ligger vegbygging et godt stykke etter byggeindustrien hva gjelder bruk og utnyttelse av BIM både nasjonalt og internasjonalt. Aaseruds (2014) har gjennom rapporten «Samhandling med BIM i veiprojekter» forsket på hvordan man kan få de ulike aktørene i vegprosjekter til å samhandle bedre gjennom bruk av BIM, og belyst hvordan dette kan bidra til økt verdiskapning. Resultatene i rapporten viser at det foreligger potensiale for at BIM kan bli et like anvendelig verktøy innen vegbygging som for byggeindustrien ellers, men at visse utfordringer holder igjen utviklingen. Aaserud (2014) studerer ulike samhandlingsmodeller for å undersøke fra hvilke eksisterende modellteknikker man kan hente relevant kunnskap som kan implementeres innenfor vegbygging. Samhandlingsmodellene som ble studert er: Integrated Project Delivery (IPD), Lean Design & Construction (LDC), Virtual Design & Construction (VDC) og Integrated Concurrent Engineering (ICE). Av de studerte samhandlingsmodellene kom (Aaserud, 2014) frem til at IPD var den beste modellen i dette tilfellet, og anbefaler at flere av prinsippene innenfor denne modellen gradvis blir innført innenfor BIM i vegprosjekter. Rapporten påpeker også fordeler og ulemper med bruk av BIM i vegbygging, og hvordan disse henholdsvis kan forsterkes og reduseres gjennom innføring av felles standarder, hyppigere oppdateringer av modeller og kompetanseheving innen BIM.

Bruk av programvare innen BIM og norske vegprosjekt er lite dokumentert og forsket på. Men Haverstad (2013) har gjennom sin oppgave «Modellbasert vegprosjektering»

gjort en analyse av modellbasert prosjektering i henhold til Statens vegvesen håndbok V770 Modellgrunnlag (tidligere håndbok 138) ved hjelp av programvaren Novapoint. Analysen tar for seg hvordan et ferdigprosjektert prosjekt kan overføres fra Novapoint versjon 18.30 til 19, og hvordan prosjektet kan videreutvikles og klargjøres for leveranse i henhold til håndbok V770. Det er også gjort en gjennomgang av håndbok 770 og en del av valgene Statens vegvesen har gjort i forbindelse med utarbeidelse av håndboken. I del to av oppgaven er det sett på dataflyt og hvorvidt Land XML er et egnet format til bruk av eksport av vegmodell fra Novapoint. Analysen konkluderer med at Novapoint er i stand til å levere resultater som langt på veg samsvarer med krav i håndbok V770, og at Statens vegvesen har gjort mange gode valg ved utarbeidelse av håndbok V770. Derimot har Land XML begrensinger som eksportformat fra vegmodell.

Haverstad (2013) konkluderte med at det finnes begrensinger i forhold til leveranse fra Novapoint, men i og med at 3D-modeller blir benyttet i større grad er det interessant å vite hvordan bruk av 3D-modeller påvirker leveranser. Kildal (2014) har sett nærmere på om det kan fungere å benytte samordningsmodell etter håndbok V770 som eneste leveranse under byggefasen i et prosjekt mellom partene prosjekterende, byggherre og entreprenør i rapporten «Potensialet til samordningsmodellen som eneste leveranse under byggefasen i et vegprosjekt». Hensikten med rapporten er å gi et innblikk i hvordan BIM blir benyttet i byggefasen av vegprosjekter i dag, hvor langt de ulike partene har kommet med å benytte seg av modellene, i tillegg til å presentere utfordringer og forslag til løsninger på disse. Konklusjonen i rapporten sier at det per dags dato ikke er mulig å benytte samordningsmodell som eneste leveranse i byggefasen i vegprosjekter. Hovedårsaken til at det ikke er mulig er utfordringer knyttet til teknologi og programvare i form av at det ikke er mulig eller ikke er hensiktsmessig å legge inn all nødvendig informasjon i modellen på grunn hvor tidkrevende det er. Rapporten er først og fremst knyttet rundt byggefasen, selv om noe av innholdet også er vinklet mot prosjekteringsfasen.

Av annen relevant forskning på temaet er det funnet en rapport angående gjennomføringsmodeller innen bruk av BIM. Høifors (2012) har gjennom sin oppgave «Effektivisering av BIM-basert jernbaneprosjektering, med utgangspunkt i Ski stasjon» studert gjennomføringsmodell med tilhørende verktøystrategi for store og integrerte prosjekter. Den spesifikke gjennomføringsmodellen som er studert og utviklet beskriver stegene i byggeplan gjennom en oversikt over alle aktiviteter, grensesnitt og milepæler i

prosjektet. (Høifors, 2012) sier at: «En slik modell skaper fortrolighet og god kommunikasjon fra tidligfase og konseptutredning frem til levering av forvaltning, drift og vedlikeholds- dokumentasjon». Høifors (2012) påpeker viktigheten av at gjennomføringsmodellen er generisk og dermed overførbart til andre prosjekter. Det ble i tillegg sett på hvordan et kontrollert system av 3D-verktøy kan bidra til å effektivisere prosjekteringsprosessen, og utviklet en strategi for dette. Viktige elementer fra strategien er fast møtestruktur, felles enighet om detaljeringsnivå på 3D-modell, strukturert prosjektering med utgangspunkt i en felles mal og oversikt over de ulike faglige bidragene og dets grensesnitt og avhengigheter mellom hverandre.

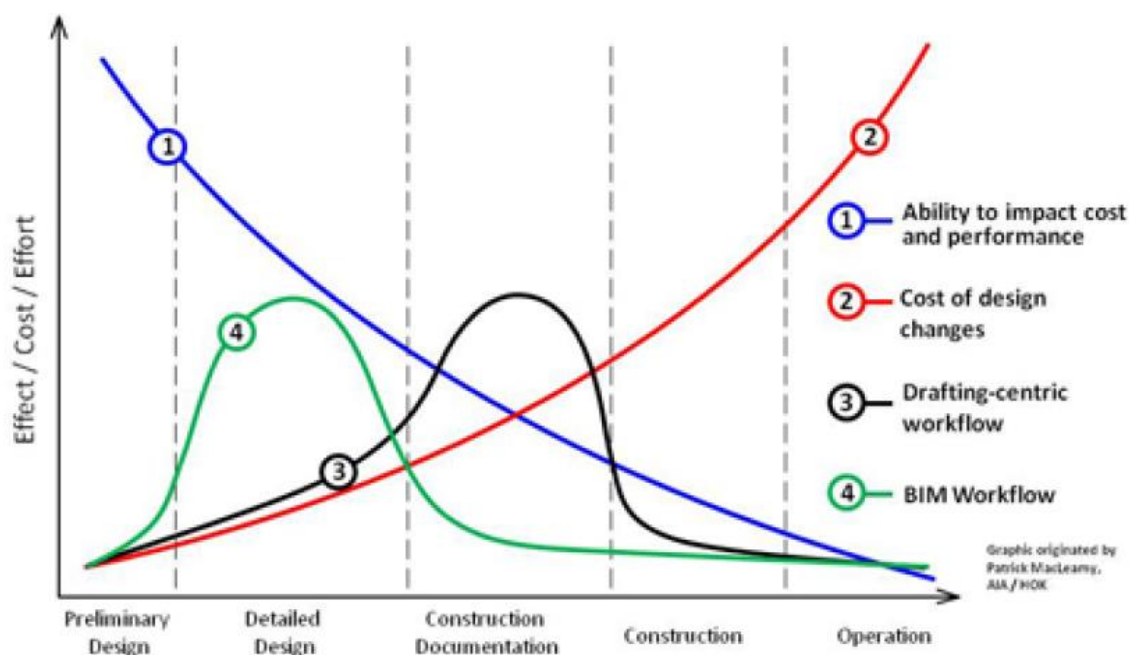
Et kort resyme av ulike relevante norske studier gjennomført på lignende tema kan oppsummeres med at oppgavene i stor grad dreier seg rundt bruk av 3D-modeller rettet mot byggeplanfasen, bygging ute på anlegg og spranget mellom disse prosessene. Kildal (2014), Syltern (2015), Høifors (2012) og Aaseruds (2014) studier er i hovedsak eller i stor grad rettet mot bruk av 3D-modeller i byggeplan eller anleggsfase. Et interessant poeng ved at de fleste studier er rettet mot disse stadiene, er at det kan gi en pekepinn på hvor fokuset i bransjen ligger. Dette bygger opp om viktigheten av å rette et studie og fokusområdet mot bruk av 3D-modeller i tidligere planfaser, og hvilket potensiale som ligger der. Mye av informasjonen og funnene i de tidligere masteroppgavene er også relevant for tidligere planfaser, som hvordan Haverstad (2013) har funnet ut hvordan håndbok 770 er med på å sette gode og viktige premisser for prosjekteringen. Uansett hvilken planfase prosjektet er i kan man dra nytte av Sylterns (2015) prinsipper om god informasjonsflyt, samarbeid og samhandling mellom de involverte. Høifors (2012) peker gjennom sine studier på mange av de samme prinsippene som Syltern (2014) ved at modellen skaper fortrolighet og god kommunikasjon fra tidlige faser frem til levering og drift og vedlikehold. Høifors trekker også frem at det viktig med fast struktur, bruk av en felles mal og enighet og detaljeringsgrad. Aaserud (2014) er opptatt av hvordan man skal få ulike aktører til å samarbeide, og har studert dette i lys av samhandling med BIM i vegprosjekter. Aaseruds (2014) funn viser at det finnes potensiale for at BIM kan bli et like anvendelig verktøy innen vegbygging som for byggeindustrien ellers.

3.1.2. Bruk av BIM internasjonalt

Bruk av 3D-modeller og BIM slik det gjerne omtales i de fleste land har blitt forsket mye på de senere år, også rettet mot bruk innen samferdsel. Spesielt fra slutten av 2000-tallet og utover har både utbredelse av bruk og forskning innen BIM eskalert. I dette delkapittelet blir relevant forskning på temaet internasjonalt trukket frem.

Infrastrukturprosjekter er gjerne komplekse med mange ulike interessenter. Gjennom bruk av BIM kan man vurdere og håndtere flere ulike betraktninger samtidig. Man kan løse problemer og diskutere seg frem til de beste og mest kostnadseffektive løsningene. Bruken av BIM kan hjelpe interessenter til å flytte viktige beslutninger fra felt til et virtuelt miljø hvor endringer kan gjøres mer enkelt og mer kostnadseffektivt Fanning (2014, fra Strafacci 2008). I tillegg kan interessenter utvikle en felles forståelse av prosjektet gjennom tverrfaglig samarbeid for å bidra til å redusere designfeil og misforståelser, som i sin tur reduserer risiko og ansvar Fanning (2014, fra Bennett 2012). Ved planlegging kan BIM benyttes for å lette optimalisering av veggeometri ved å integrere visualisering, simulering og analyse i designprosessen Fanning (2014, fra Strafacci 2008). Viktige fordeler under bygging inkluderer nøyaktig geometrisk representasjon av alle deler av byggingen av infrastruktur i et integrert datamiljø Fanning (2014, fra Marzouk og Abdel Aty 2012).

Andre fordeler som kan oppnås gjennom bruk av BIM er at planleggere lettere kan forutsi resultatene av prosjekter før de er bygget, svare raskere på designendringer, optimalisere design med analyser, simulering og visualisering, samt levere høyere kvalitet på som bygget data. Fordelene med bruk av BIM oppsummerer Strafacci (2008) som at man oppnår et bedre design, økt effektivitet og produktivitet. Dette er oppnåelig da design og konstruksjonsfasen er dynamisk koblet sammen, man får mer tid til å vurdere ulike konsepter, gjennomføre endringer på et tidligere stadium og behov for endringer under bygging blir betydelig redusert. BIM er et viktig verktøy i samferdselsprosjekter da det har potensiale til å forkorte prosjektet, bli fullført raskere og innenfor en mer forutsigbar tidsramme. En annen fordel med bruk av BIM er at det er lettere å visualisere, simulere og analysere prosjektet underveis i planleggingen. BIM legger til rette for at man skal kunne ta viktige beslutninger på et tidligere tidspunkt i prosjektet og dermed kunne spare kostnader Strafacci (2008).



Figur 1: Arbeidsflyt gjennom et typisk vegprosjekt fra planlegging til bygging, (Strafaci 2008).

Strafaci (2008) illustrer dette ved bruk av figur 1 hvor blå linje viser muligheten for å påvirke kostnader og utførelse, rød linje kostnad for designendringer, svart linje viser vanlig arbeidsflyt i et prosjekt og grønn linje viser arbeidsflyt ved bruk av BIM. Ved å koble sammen design, analyse og dokumentasjon i en BIM-prosess kan man flytte den største delen av planleggingen nærmere starten av prosjektet. Slik kan man oppnå kunnskap til å ta viktige beslutninger på et tidligere tidspunkt i prosjektet hvor påvirkningsgraden er større og kostnadsvirkningene lavere. Da kan man bruke mer tid på å vurdere ulike konsepter fremfor å bruke tid på endringer i byggeprosessen.

Den eksakte betydningen av fordeler og ulemper ved bruk av BIM er vanskelig å fastslå, men artikkelen «The project benefits of Building Information Modelling» skrevet av Bryde et al. (2012) har som formål å finne en fullstendig metode for å analysere fordeler og ulemper med bruk av BIM, og benytte denne metodikken på nye prosjekter. Deretter kan man bruke det helhetlige rammeverket til å kvantifisere resultater og forsøke å fastslå hvilken verdi BIM har for effektivitet og prosjektgjennomføring. Den utviklede modellen ble benyttet i en case i en større industriell setting der likedannede prosjekter skulle evalueres hvor man på noen prosjekter benyttet BIM og andre ikke. Man studerte deretter og sammenlignet investeringskostnader, fordeler og behov for endringer. Studien viste at det i denne bransjen var et stort potensiale for fordeler som kan realiseres ved

bruk av BIM. Hvor stor effekten for bruk av BIM er avhenger av mange faktorer, som størrelsen på prosjektet, hvilke ferdigheter man har ved bruk av BIM, kommunikasjonen i prosjektteamet i tillegg til andre organisatoriske og eksterne faktorer. Hva gjelder utfordringer pekes det på at på grunn av restriktive planer vil endringer og koordinering av byggeaktiviteter være et problem. Planleggeren må finne nye metoder for kunne planlegge raskt med effektive løsninger i et usikkert og skiftende miljø.

Selv om det stadig forskes på BIM og utvikles modeller for hvordan BIM kan utnyttes og implementeres best mulig i prosjekter kan man ikke konkludere med at BIM er utelukkende positivt og kostnadsbesparende. For å kvantifisere eksakte fordeler og ulemper gjennomførte Fanning et al. (2014) et interessant forskningsprosjekt hvor det skulle bygges to like broer i sentrale strøk av Denver hvorav det på ene ble benyttet BIM. Artikkelen er skrevet i 2014 og forfatterne mener at BIM var et lite benyttet verktøy på dette tidspunktet i det de omtaler som horisontal konstruksjon. Metoden som ble benyttet for å komme frem til funnene baserte seg på å utvikle et rammeverk for hvordan man skulle måle effektene av BIM, samle inn data fra de to ulike prosjektene, sammenligne og analysere dataene for å evaluere hvilken effekt BIM har og validere funnene på bakgrunn av intervjuer med representanter for prosjektene. Gjennom forskningen ble det sett på konstruksjonskostnader, behov for informasjon, endringer, arbeid som måtte gjøres på nytt og tidsplan. Funnene i artikkelen viser varierende resultater. Broen hvor man brukte BIM hadde mye større kostnader, opp mot 70%. Det antas at mye av disse kostnadene kan tilskrives at dette var det første prosjektet ved bruk av BIM. Flere funn tyder på at BIM også har positive virkninger i form av at BIM kan lette jobben ved komplekse prosjekter som ellers hadde vært tilnærmet umulig å gjennomføre, behovet for mer utfyllende informasjon og behov for endringer var mindre og at det fins potensiale for reduserte kostnader på fremtidige prosjekt. I dette tilfellet kan BIM tilskrives reduserte kostnader på ca 5-9% under byggeperioden grunnet redusert behov for endringsordrer og ombygging. Det å oppdage så store fordeler ved bruk av BIM vil kunne være med på å åpne øynene for entreprenører og myndigheter for bruk av BIM i lignende fremtidige prosjekter. Artikkelen er ment til å være et skritt i retning mot å innføre BIM i samferdselsprosjekt og være grunnlag for ytterligere forskning på temaet. (Fanning et al., 2014) sier: «BIM har potensiale til å øke effektiviteten betydelig, redusere avfall, og øke bærekraften i hele livssyklusen for infrastrukturprosjekter».

3.2. Retningslinjer for 3D-modeller

3D-modeller har blitt benyttet gjennom en årrekke til forskjellig bruk i planprosjekter. De siste årene har utviklingen eksplodert. Man har fått mange ulike programverktøy på banen, samt at man har fått en rekke ulike metoder å bygge opp modellene på basert på blant annet ønsket detaljeringsgrad og bruksområder. Stor utbredelse og bruk av 3D-modeller har ført til at Statens vegvesen som fagmyndighet har sett det nødvendig å lage et rammeverk for utforming og bruk av modeller. I oktober 2012 ble det gitt ut en veileder i form av håndbok 138 Modellgrunnlag. Håndboken har siden den gang vært gitt ut i 2 senere utgaver og har underveis skiftet navn til håndbok V770 Modellgrunnlag. Hensikten til Statens vegvesen gjennom innføring av håndboken er å få tydelige kvalitetskrav til grunnlagsdataene modellen er bygget opp på, ha en standardisert beskrivelse av objekter og modeller, sørge for bruk av åpne standardiserte formater og at modellene kan brukes som arbeidsgrunnlag i byggefasen, i tillegg til en standardisering av sluttdokumentasjon.

Modellbasert prosjektering deles gjerne i to nivåer, hvor nivå 1 går ut på å bygge opp felles prosjekteringsgrunnlag gjennom utarbeidelse av grunnlagsmodeller, samt en tverrfaglig modell som samler alle de ulike modellene. Når prosjekteringsgrunnlaget, objektliste og fremgangsmåte er fastlagt starter prosjektering av fagmodeller. Fagmodellene inkluderes også i den tverrfaglige modellen som kontinuerlig oppdateres. Gjennom prosjekteringen av modellene foregår en aktiv samhandlingsprosess mellom de ulike fagene i prosjektet og med oppdragsgiver. Prosjektgruppen har møter til faste intervaller der løsninger og konflikter diskuteres fortløpende. Prosjektering av fagmodeller fortsetter inntil objekters endelige utforming og koordinatfestede plassering er fastsatt og godkjenning av oppdragsgiver foreligger.

Nivå 2 i modellbasert prosjektering starter når alle fagmodeller og deres objekter er endelig fastsatt og tverrfaglig kontrollert. Da kan produksjon av resultatdataene starte. Relevante resultatdata kan eksempelvis være stikningsdata, tegninger, stillfoto, video, animasjoner og presentasjonsmodell. Ved å avvente produksjon av resultatdata til nivå 2 unngår man dobbeltarbeid.

3.2.1. Oppbygging av modeller

Håndbok V770 angir en rekke krav og føringer for oppbygning av modeller. Modeller i vegprosjekter skal være bygd opp av objekter. Objektene er definert gjennom en kode og

et navn. Informasjonen som ligger lagret på objektene kalles egenskapsdata. Objektene kan representere eksisterende fysiske objekter, flater og eventuelle tilstander, nye fysiske objekt som skal plasseres, bygges eller utføres både midlertidig og permanent, nye tilstander og resultatobjekter. Alle objekter har en geometri. Denne geometrien gir egenskapsdataene for objektet. Håndbok V770 sier

Metodikken i denne håndboken krever at geometri prosjekteres i 3D. Geometri beskriver objektets plassering og utforming. Øvrige egenskapsdata kan gi informasjon om hvordan objektet skal prosjekteres eller bygges, eller informasjon som benyttes i forvaltning, drift og vedlikehold av objektet.

Håndbok V770 gir tydelige retningslinjer for hvordan man koder og navner objekter, i tillegg inneholder den informasjon om en objektkodeliste som gir oversikt over objekter og egenskapsdata. En felles mal for hvordan objektene skal kodes og navnes fins i Objektkodelisten. Listen er lagd på bakgrunn av håndbok R761/R762 Proseskoden, hvor objektene kodes med en 8-sifret kode.

3D-modeller innen vegprosjekter tar alltid utgangspunkt i tilgjengelige grunnlagsdata, og blir bygget opp på grunnlag av disse. Håndbok V770 Modellgrunnlag definerer grunnlagsdata slik:

Grunnlagsdata er et samlebegrep på dokumentasjon som danner utgangspunkt for planlegging, prosjektering og bygging av veg. Grunnlagsdata beskriver eksisterende objekter på, under og over bakken innenfor planområdet på et bestemt tidspunkt. Samlet skal grunnlagsdata gi en pålitelig beskrivelse av dagens situasjon.

Kvaliteten og nøyaktigheten på modeller er særdeles avhengig av kvaliteten og nøyaktigheten på grunnlagsdataene. Man kan også se viktigheten av å ha en felles metodikk for bruk av grunnlagsdata i modeller. Grunnlagsdataene blir delt inn i to ulike soner en inngrepssone og en visualiseringssone. Alt areal innenfor anleggsbelte pluss 5-50 m rundt defineres som inngrepssonen. I inngrepssonen er kravet til nøyaktige grunnlagsdata høyt både for høyder og grunnriss. Visualiseringssonen skal i tillegg inkludere minimum 100 utenfor dette igjen. Kravene til nøyaktighet er lavere i visualiseringssonen, da denne sonen i første rekke blir benyttet til å visualisere landskapet rundt tiltaket. Oppdragsgiveren har ansvar for å sørge for at grunnlagsdata med tilstrekkelig nøyaktighet er tilgjengelig før prosjektets oppstart.

Statens vegvesen har definert 4 ulike modelltyper: grunnlagsmodell, fagmodell, tverrfaglig modell og presentasjonsmodell. De ulike modellene er alle bygd opp på bakgrunn av objekter. Modellene viser en 3D fremstilling av eksisterende situasjon, prosjektert eller utført plan i vegprosjekter. Resultatdata dannes på bakgrunn av jobben som er gjort i de ulike modellene, og kan benyttes til bygging, forvaltning og drift og vedlikehold. Eksempelvis er stikningsdata en viktig form for resultatdata som kan hentes ut fra modellene. I tillegg til de definerte modelltypene til Statens vegvesen, omtales gjerne prosjekteringsmodell. De ulike modelltypene blir presentert i de neste delkapitler.

3.2.2. Grunnlagsmodell

Grunnlagsmodeller er som regel den første typen modell man stifter bekjentskap med i et prosjekt. Modellene er gjengivelse av eksisterende situasjon, og danner grunnlaget for all planlagt situasjon. Håndbok V770 har følgende definisjon:

Grunnlagsmodeller etableres med utgangspunkt i grunnlagsdata beskrevet i kapittel 4-12, og viser eksisterende situasjon i prosjektområdet i 3D. Grunnlagsmodellene benyttes som utgangspunkt for prosjektering av fagmodeller og skal kun inneholde eksisterende objekter og informasjon om objektene. Grunnlagsmodellene som inngår i prosjektet utgjør til sammen en beskrivelse av dagens virkelighet, en «virkelighetsmodell».

Eksempel på ulike grunnlagsmodeller kan være terrengoverflatemodell, grunnforholdsmodell og eksisterende objekter.

Etablering av grunnlagsmodeller skal etter håndbok V770 gjennomføres etter en rekke krav, og skal utarbeides på bakgrunn av kvalitetssikrede grunnlagsdata. Det skal etableres flere forskjellige grunnlagsmodeller etter hvilket tema det dreier seg om, alle i prosjektets bestemte koordinatsystem. Alle de forskjellige grunnlagsmodellene skal settes sammen i en tverrfaglig modell, som skal være prosjekteringsgrunnlaget for alle fagmodeller. Alle modeller skal gjøres tilgjengelig i et felles samhandlingssystem for prosjektet.

3.2.3. Fagmodell

Fagmodeller består av prosjekterte og planlagte objekter, eller endrede objekter fra grunnlagsmodellene. Hvert fag utarbeider hver sin fagmodell. Håndbok V770 definerer

18 ulike fagmodeller, men hvor mange av de 18 modellene som trengs vil variere fra prosjekt til prosjekt. Nødvendige fagmodeller skal sammenstilles i en tverrfaglig modell. Hva gjelder innhold i fagmodellene fins det ulike krav for hver spesifikk fagmodell. I fagmodellene skal alle prosjekterte objekter og deres plassering og plassbehov avklares i forhold til grunnlagsmodeller og øvrige fagmodeller. Selve utformingen av de ulike objektene kan fremstilles noe forenklet gitt at arealbehov, plassering og nødvendig objektinformasjon er fremstilt. Alle objekter skal være identifiserbare jf. objektkodeliste. Enhver fagmodell skal kunne benyttes som grunnlag til mengdeberegning som beskrives i tråd med prosesskoden. Fagmodeller skal også kunne benyttes som grunnlag for stikningsdata.

3.2.4. Tverrfaglig modell

Tverrfaglig modell er en sammenstilling av alle grunnlagsmodeller og fagmodeller i et prosjekt på dets aktuelle tidspunkt. Modellen skal kun inneholde objekter fra grunnlags- eller fagmodeller, og ikke tilføres objekter som ikke finnes. Dersom det mangler data fra en grunnlagsmodell eller fagmodell skal dette fremgå som et hull i tverrfaglig modell. V770 sier følgende om hvordan en tverrfaglig modellfremstilling er: «Den viser hvordan «planmodellen» (fagmodeller) skal settes inn i «virkelighetsmodellen» (grunnlagsmodeller), og beskriver dermed en «fremtidsmodell»». Tverrfaglige modeller har mange ulike bruksområder, de benyttes blant annet til kollisjonskontroll og kvalitetssikring under prosjekteringen. På denne måten kan man se hvordan de ulike fagmodellene forholder seg til hverandre, spesielt for anlegg under bakkenivå er slike modeller illustrative. En tverrfaglig modell kan benyttes til å vise planleggingen i 3D til ulike interessenter og være grunnlag for en eventuell presentasjonsmodell. Modellen vil også kunne være nyttig i byggefasen for å illustrere de ulike objektene, deres plassering og volum. I modellen vil det også fremgå om en har regulert tilstrekkelig areal. Tverrfaglig modell er mest benyttet i byggeplanfase, og blir også omtalt som samordningsmodell.

3.2.5. Presentasjonsmodell

En presentasjonsmodell er som regel en enklere 3D-modell enn en samordningsmodell. Presentasjonsmodeller omtales også som visningsmodeller, og kan benyttes i alle planstadier. Formålet med en visningsmodell er som regel å visualisere hvordan prosjektet blir seende ut. I en slik modell er det gjerne mer fokus på at modellen skal se bra ut enn at den er en 100 % korrekt gjengivelse av hvordan vegen skal bygges.

Teoretisk grunnlag

I en presentasjonsmodell gis alle objekter og overflater en tekstur for å se realistiske ut. Modellen er basert på data fra grunnlagsmodeller og fagmodeller eller eventuelt tverrfaglig modell. Det er presentasjonsmodellen som er mest egnet til å fremvise prosjektet til ulike interessenter som publikum, grunneiere og media. Modellen vil også danne grunnlaget for mulighet til uttak av stillbilder, videoer og animasjoner. Håndboken sier følgende om formålet for en presentasjonsmodell: «Presentasjonsmodell viser hvordan prosjektet skal se ut når det er bygget, og benyttes til å presentere løsningsvalg for beslutningstakere og publikum. Presentasjonsmodellen er en mer forseggjort «fremtidsmodell» enn tverrfaglig modell». Håndbok V770 angir følgende krav for hva presentasjonsmodeller skal inneholde: eksisterende objekter fra modeller, nye objekter fra fagmodeller, objekter som ikke nødvendigvis inngår i fag- og grunnlagsmodeller, f. eks vann, mennesker, kjøretøy, lys- og skyggeeffekter, tekst, stedsnavn og profilering (statens vegvesens logo).

Kravet til nøyaktighet i en presentasjonsmodell kan variere etter hvilket behov man har, og fra prosjekt til prosjekt. Håndboken angir 3 ulike detaljnivå som kan inngå i en bestilling. De ulike kategoriene er A – lite detaljert, B-middels detaljert og C – detaljert.

Kategori A er illustrert i figur 2, og er en enkel fremstilling av data fra grunnlagsmodeller og fagmodeller uten at der er lagt fokus på at modellen skal se bra ut. Kategori A er egnet til prosjekter som befinner seg i tidlige planfaser, der man gjerne har mange ulike alternativer.



Figur 2: Kategori A – Lite detaljert modell, (håndbok V770).

Kategori B er en enkel fremstilling av grunnlagsmodeller og god fremstilling av fagmodeller, se figur 3. Det er lagt noe arbeid i få modellen til å se virkelighetsnær ut eksempelvis ved å generere bygninger, skog osv. Objekter og overflater fra fagmodeller gis i hovedtrekk enkle teksturer.



Figur 3: Kategori B – Middels detaljert modell, (håndbok V770).

Den siste kategorien C er en mer detaljert presentasjonsmodell. Her blir fagmodeller og grunnlagsmodeller fremvist så realistisk som mulig. Figur 4 viser et eksempel på hvor detaljert kategori C kan være. Det er gitt spesifikke krav i håndbok V770 om hva som forventes detaljert illustrert i presentasjonsmodell i kategori C.



Figur 4: Kategori C – detaljert modell, (håndbok V770).

Presentasjonsmodeller skal leveres etter dataformatkrav om modellens originale format, og på så åpne format som mulig. I tillegg skal modellen leveres i et slags «viewer» format

hvor man kan bevege seg fritt rundt i modellen gjennom et verktøy som ikke er lisenspliktig.

3.2.6. Prosjekteringsmodell

Prosjekteringsmodeller er ikke et formelt begrep i forbindelse med Statens vegvesen sine håndbøker, men mer å regne som en arbeidsmetodikk. De siste årene har det skjedd en del endringer på programvarefronten for norske vegplanleggere. Større deler av prosjekteringen kan visualiseres momentant som i eksempelvis Novapoint 20, hvilket er det mest brukte programmet for vegprosjektering i Norge. Da kan man få en umiddelbar visualisering av hvordan veg og terreng ser ut mens man jobber med linjene. Slike modeller kan benyttes underveis i prosjekter både i møter og som verktøy i selve planleggingen.

3.2.7. Resultatdata fra modellene

Resultatdata er en felles benevning for utgangsdata fra modellene. Det fins mange ulike typer resultatdata som stikningsdata, maskinstyringsdata, data til NVDB, data til FKB, tegninger, tegningsgrunnlag, presentasjonsdata som stillbilder, videoer og animasjoner. Eksempelvis er stikningsdata de viktigste utgangsdataene fra modellen i byggeplan, da de benyttes som grunnlag for bygging ute på anlegg. Stikningsdata hentes fra prosjekterte fagmodeller før de eksporteres ut på egnet format og leveres til entreprenør via Statens vegvesen. Hvilke utgangsdata som er ønskelige vil være styrende for oppbygning, detaljering og utforming av modellene, hvilket vil variere fra planfase til planfase.

3.3. Planprosesser

Hvordan man benytter seg av 3D-modeller i vegprosjekter avhenger blant annet av hvilken planprosess prosjektene er i. De ulike planprosessene stiller f.eks. ulike krav i forhold til regelverk, detaljering og nøyaktighet. Det er derfor naturlig å anta at det også er ulike forventninger til hvordan 3D-modeller benyttes. For å danne et større teoretisk grunnlag for hvordan de ulike planprosessene påvirker bruk av 3D-modeller, er det hensiktsmessig å studere nærmere hvordan planprosessene fungerer, og hvilke retningslinjer som finnes av bruk av 3D-modeller for hver av planprosessene.

Vi skal nå se nærmere på løypen gjennom planprosessene for norske vegprosjekt. Den skjematiske fremstillingen i figur 5 viser stegene gjennom de ulike planprosessene for store vegprosjekt. Det presiseres at byggeplan og anlegg ikke er en offentlig planprosess, men er mer å regne som den siste prosjektfasen i vegprosjekter. For mindre vegprosjekt slipper man gjerne unna mindre offentlige planprosesser dersom tiltaket er i samråd med eksisterende kommuneplan. Dette gjelder også prosjekter som kun omfatter utbedring av eksisterende situasjon. Da vil løypen kunne bestå av reguleringsplan og deretter byggeplan/anlegg. For veldig små prosjekt, som gjelder utbedring av eksisterende situasjon som er innenfor eller ikke inkluderer mer enn mindre vesentlige endringer for gjeldende reguleringsplan kan prosjektene gjennomføres kun ved byggeplan og anlegg.



Figur 5 Skjematiske fremstilling av planprosesser i store vegprosjekter. (Statens vegvesen 2016a)

3.3.1. Konseptvalgutredning

Konseptvalgutredning (KVU) er et overordnet plannivå som blir gjennomført på vegprosjekter som antakelig vil koste mer enn 750 millioner NOK. Statens vegvesen har følgende definisjon på hva en konseptvalgutredning er:

Konseptvalgutredning (KVU) er en faglig statlig utredning i tidlig fase for store prosjekter, strekninger og for transportsystem i byområder. I prinsippet skal KVU gjennomføres før prosjektplanlegging etter Plan- og bygningsloven, men i byer og på lengre strekninger vil det alltid foreligge planer på ulike detaljeringsnivå. I en KVU analyseres transportbehov og andre samfunnsbehov og vurderer ulike prinsipielle måter å løse behovene på (konsepter), (Statens vegvesen 2016a).

Ved gjennomføring av konseptvalgutredning skal det også gjennomføres en ekstern kvalitetssikring (KS1). KS1 defineres som «Kvalitetssikring av konseptvalg før beslutning i regjeringen om å starte forprosjekt», (Transportøkonomisk institutt, 2016). Hvorvidt det skal gjennomføres KVU og KS1 er en beslutning som tas av

Samferdselsdepartementet. Hensikten med konseptvalgutredning er å vurdere ulike konsepter som skal løse de aktuelle transportbehovene. Behovene som skal løses er som regel beskrevet i prosjektmålet.

En konseptvalgutredning starter ved at man ser nærmere på hvilke transportbehov prosjektet skal løse. Det kan eksempelvis være en fjordkryssing som i dag er betjent av ferje, men hvor belastningen er høy og det er behov for å gjennomføre tiltak for å utbedre transportmulighetene. Ut i fra behovene som skal løses og interessentanalyser blir det utformet mål for prosjektet i form av samfunns mål og effektmål. Man ser så nærmere på hvilke konsepter som kan løse utfordringen. I dette eksempelet kan noen aktuelle konsepter være brukryssing, undersjøisk tunell eller oppgradering av ferjetilbud. Først gjennomgår man en idefase og mulighetsstudie hvor man kommer opp med alle tenkelige måter behovene og målene kan løses på. Deretter siler man at de mest aktuelle konseptene og utvikler disse videre. Konseptene blir så vurdert i forhold til måloppnåelse og samfunnsøkonomiske betraktninger. Vurderingen munner ut i en faglig anbefaling av konsept for videre planlegging. Rapporten for konseptvalgutredning skal også inneholde eventuelle føringer for neste planfase. Planprosessen skal være en åpen prosess med involvering av interessenter som kommune, fylkeskommune, næringsliv og lokalsamfunn. KVVU-rapporten legges ut på høring i aktuelle offentlige instanser. Prosessen med KVVU og KS1 skal resultere i et beslutningsgrunnlag for hvorvidt prosjektet skal tas videre til kommunedelplan eller eventuelt reguleringsplan, Statens vegvesen (2016a).

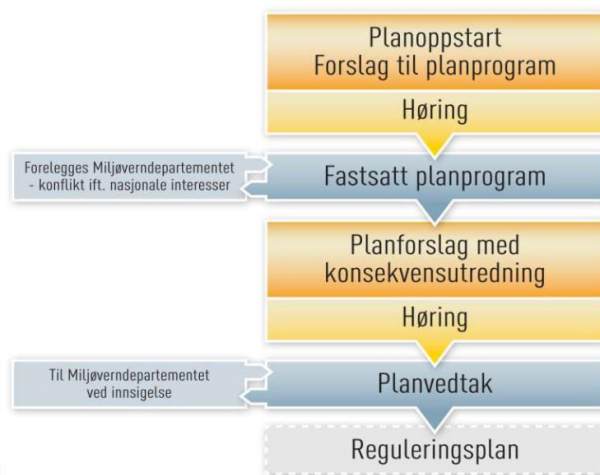
Kommunedelplan skal være med å gi grunnlag for prioritering i årlige budsjetter mellom ulike tiltak i form av utarbeidet kostnadsoverslag med pluss/minus 40% nøyaktighet.

Hva gjelder bruk av 3D-modeller definerer håndbok V770 Modellgrunnlag KVVU som en egen prosjektfase for 3D-modellering men angir ingen spesifikke retningslinjer for bruk av modellbasert prosjektering i denne fasen.

3.3.2. Kommunedelplan

Kommunedelplan er en planprosess som gjennomføres etter at prosjektet har blitt vurdert i en overordnet prosess eller utredning som konseptvalgutredning (KVVU). Store vegprosjekt gjennomgår som regel kommunedelplan. I kommunedelplanen blir viktige rammer for prosjektet fastsatt som tiltakets dimensjoneringsforutsetninger og vegtrase. Andre vesentlige forhold som blir belyst er kostnader, plassering og utforming av kryss,

og behov for tunneller og bruer. Planleggingen blir gjennomført etter plan og bygningsloven. Hva gjelder planmyndighet i kommunedelplaner sier Statens vegvesen følgende: «Statens vegvesen og fylkeskommunen er etter plan- og bygningsloven gitt myndighet til å utarbeide og fremme utkast til vegplaner etter plan- og bygningsloven, men vegmyndigheten kan ikke vedta slike planer. Kommunedelplaner vedtas normalt av kommunen», (Statens vegvesen 2016b). Oversikt over elementer i planprosess for kommunedelplan er vist i figur 6.



Figur 6: Planprosess for kommunedelplan med konsekvensutredning (Statens vegvesen 2016b).

Kommunedelplan for et vegtiltak utløser i henhold til forskrift om konsekvensutredning § 2 krav om konsekvensutredning (KU). Forskrift om konsekvensutredninger for planer etter plan- og bygningsloven, § 1. sier: «Formålet med bestemmelsene om konsekvensutredninger (KU) er å sikre at hensynet til miljø og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av planer, og når det tas stilling til om, og på hvilke vilkår, planer kan gjennomføres» (Lovdata 2016a).

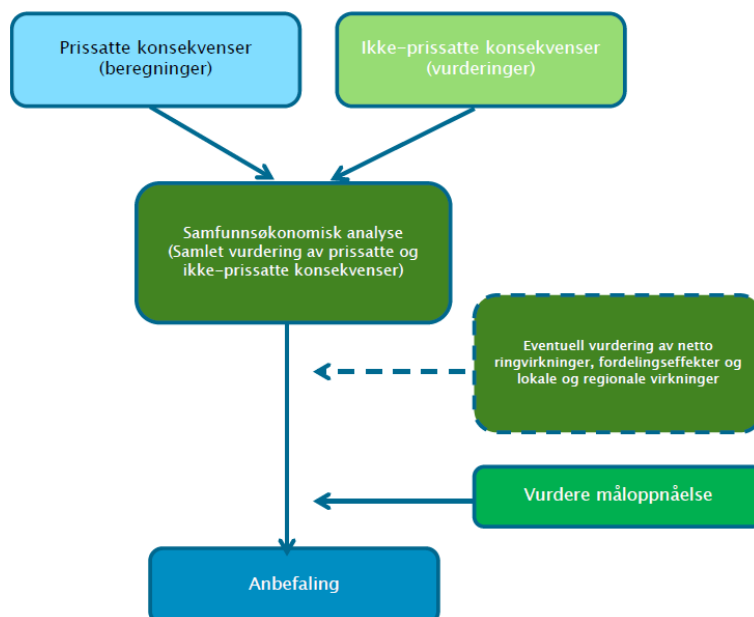
Konsekvensutredning innebærer at det blir utarbeidet et planprogram. Forslag til planprogram blir utarbeidet av forslagsstiller, i vegprosjekter av Statens vegvesen eller Nye veier. Deretter vil planprogrammet bli liggende ute på høring og eventuelt vedtas av kommunen. Planprogrammet skal gi føringer for hvilke alternativer som skal vurderes i konsekvensutredning, hvilke forhold som skal bli utredet og belyst i planforslaget med konsekvensutredning og hvordan medvirkning skal gjennomføres i planprosessen. På bakgrunn av planprogrammet utarbeides kommunedelplanen med konsekvensutredning av forslagsstiller i samarbeid med kommunen.

Forslagsstiller forholder seg til gjeldende regler og forskrifter for utarbeidelse av planprogram og kommunedelplan med konsekvensutredning for hvordan forslaget skal utarbeides og hvilke dokumenter som er påkrevd. «De formelle kravene til planprosess for kommunedelplaner er regulert i plan- og bygningsloven §§ 11-12 – 11-18. Disse bestemmelsene utfylles av forvaltningslovens regelverk og de generelle bestemmelsene om medvirkning i pbl. kapittel 5», (Statens vegvesen 2016b).

I kommunedelplan skal det legges til rette for medvirkning fra offentlige myndigheter, grunneiere og andre interessenter. Medvirkning i kommunedelplan skal gjennomføres ved å varsle oppstart av planarbeid i media og til berørte grunneiere og be om innspill til hvilke korridorer og traseer som skal utredes når planprogrammet er på høring. Senere blir det bedt om innspill på fremlagt plan når kommunedelplanen med konsekvensutredning er ute på høring før planen skal opp i kommunestyret. I tillegg er det vanlig å gjennomføre åpne folkemøter underveis i prosessen.

Statens vegvesen gjennomfører sine konsekvensutredninger etter håndbok V712 Konsekvensanalyse. I figur 7 finner man en skjematisk oversikt over Statens vegvesens metode for konsekvensutredning. Konsekvensutredninger for planer som avklarer trasè- og standardvalg for vegprosjekter skal omfatte en vurdering av konsekvensene av de ulike alternativene og kostnadsoverslag. I henhold til metoden blir det gjort kvantitative og kvalitative vurderinger for prissatte tema og ikke prissatte tema. Prissatte tema er alle tema som kan verdsettes i kroner per alternativ. Ut i fra resultater for netto nytte sammenlignet med 0-alternativet blir alternativene gitt en rangering. En lignende analyse blir gjennomført for de ikke prissatte temaene naturmangfold, kulturmiljø, naturressurser, nærmiljø og friluftsliv og landskap. Ut i fra en kvalitativ analyse hvor områder blir gitt verdier og konsekvenser for tiltak blir synliggjort blir 0-alternativet sammenlignet med de ulike trasealternativene, og deretter gitt en rangering. Analysen for de prissatte og ikke prissatte temaene blir til slutt sammenstilt i en samfunnsøkonomisk analyse. Resultatene munner ut i en rangering av alternativ. I tillegg er det noen faktorer som lokale- og regionale virkninger samt fordelingsvirkninger og måloppnåelse som kan påvirke rangering av alternativer i den samfunnsøkonomiske analysen. På bakgrunn av en totalvurdering av alle tema fra tiltakshaver blir det gitt en anbefaling av tiltak. Kommunen har som planmyndighet ansvar for å vedta planen og står fritt til å vedta det alternativet de finner best. Kommunedelplan skal være med å gi

grunnlag for prioritering i årlige budsjetter mellom ulike tiltak i form av utarbeidet kostnadsoverslag med pluss/minus 25% nøyaktighet.



Figur 7: Fremstilling av konsekvensutredningsprosessen etter håndbok V712 Konsekvensanalyse, (Kjemperud 2016).

Når man benytter modellbasert prosjektering i kommunedelplan skal det i henhold til håndbok V770 prosjekteres modellgrunnlag som utgangspunkt for plankart. Alle relevante grunnlagsdata skal etableres i modell med dokumentert nøyaktighet og kvalitet. Detaljert sjekklister for hvilke temaer som kan inngå i modell for oversiktsplan kan hentes fra veileder T-1490 Reguleringsplan vedlegg 2, Regjeringen (2011). Veilederen er tilrettelagt reguleringsplan, men kan også benyttes som veiledende for oversiktsplan. Formålet med sjekklister er å sørge for at alle relevante grunnlagstema ligger til grunn for modellen.

Ut i fra modell for eksisterende situasjon utføres ulike analyser, som skal bidra til å fremme alternativer for hvor ny veg skal plasseres i terrenget, samt hvilke konsekvenser de ulike alternativene gir. Håndbok V770 angir følgende tema som bør analyseres modellbasert:

- Massebalanse/tilpasning av linja til terrenget
- Landskaps-/ bybilde
- Naturmiljø og biologisk mangfold
- Flom- og skredfare
- Støyforhold

Teoretisk grunnlag

- Overvannshåndtering
- Reisetid/trafikkbilde
- Signalanlegg og trafikkstyring

3.3.3. Reguleringsplan

I store vegprosjekt blir planprosessen reguleringsplan igangsatt etter vedtatt kommunedelplan. «Reguleringsplan er et arealplankart med tilhørende bestemmelser som angir bruk, vern og utforming av arealer og fysiske omgivelser» (Lovdata 2016b). Denne planprosessen er en videre detaljering av vedtatt kommunedelplan og skal gjøre rede for hvilke arealer som vil bli nødvendig å beslaglegge for å gjennomføre vegtiltaket, samt hvordan de ulike arealene skal benyttes. Det vil også gjøres rede for i detalj hvordan utforming av kryss, avkjørsler, adkomster, støytiltak, rigg- og deponiområder etc. skal utformes. «I henhold til Retningslinjer for planlegging av riks- og fylkesveger etter plan- og bygningsloven (T-1057), er det med enkelte unntak, krav om at reguleringsplan skal utarbeides for alle riks- og fylkesveganlegg», Vegdirektoratet (2014a).

Kommunen er planmyndighet i reguleringsplaner og kommunestyret er beslutningsorgan. Statens vegvesen har som fagmyndighet tillatelse til å fremme forslag til reguleringsplan for vegtiltak. Skjematisk fremstilling av de ulike stegene i planprosess for reguleringsplan er fremstilt i figur 8.



Figur 8: Planprosess reguleringsplan (Statens vegvesen 2016c).

Forslag til reguleringsplan og bestemmelser skal sendes på høring og legges ut til offentlig ettersyn, og gi mulighet for medvirkning. Forslagsstiller skal varsle og informere dirkete berørte parter som grunneiere om planforslaget. Under høringsperioden kan alle interessenter komme med innspill til planen, det være seg grunneiere, offentlige instanser og øvrige interessenter. Innspill er i første rekke skriftlige innspill.

Når forslag til reguleringsplan er ferdigbehandlet, legges det fram for kommunestyret til vedtak, eventuelt i alternativer. Av saksframlegget skal det framgå hvordan innkomne uttalelser til planforslaget og konsekvensene av planen har vært vurdert, og hvilken betydning disse er tillagt, (Lovdata 2016b).

Vedtatt reguleringsplan gir Statens vegvesen det formelle grunnlag for erverv av areal, bygging av vegtiltak og drift og vedlikehold av anlegg. Reguleringsplan skal være med å gi grunnlag for prioritering i årlige budsjetter mellom ulike tiltak i form av utarbeidet kostnadsoverslag med pluss/minus 10% nøyaktighet.

Ved bruk av modellbasert prosjektering i reguleringsplan skal det i henhold til håndbok V770 prosjekteres modellgrunnlag som utgangspunkt for reguleringsplankart. Alle relevante grunnlagsdata skal etableres i modell med dokumentert nøyaktighet og kvalitet, i tillegg skal alle tiltak prosjekteres ned til et detaljnivå som viser hvor arealkrevende

Teoretisk grunnlag

tiltaket vil bli, da et av de viktigste formålene med reguleringsplan er å avklare hvor mye grunn som skal erverves.

Håndbok V770 fremhever at alt som kan påvirke reguleringsgrenser og grunnerverv må modelleres nøyaktig. Det være seg:

- Vegmodeller med avkjørsler, skjæringstopp og fyllingsfot og andre terrengarbeider.
- Siktkrav i horisontal/vertikalgeometri må kunne kontrolleres.
- Skilt og beplantning prosjekteres slik at siktkrav og plassbehov må kunne kontrolleres.
- Konstruksjoner med byggegrop og andre nødvendige terrengarbeider.
- VA-anlegg prosjekteres for å ivareta areal til kummer, ledningsanlegg, bassenger, grøfter og renseanlegg.
- EL/tele-anlegg for å ivareta areal til sikringssoner.
- Riggområder, massedeponier, anleggsveger og andre arealkrevende objekter.

Detaljert sjekklister for hvilke temaer som kan inngå i modell for reguleringsplan kan hentes fra veileder T-1490 Reguleringsplan vedlegg 2, Regjeringen (2011).

3.3.4. Medvirkning i planfaser

Statens vegvesen og Nye veier har som alle andre forslagstillere av planforslag et krav om å legge til rette for medvirkning i sine planer. Dette kravet er nedfelt i lovkommentar til plan og bygningslovens plandel paragraf § 5-1 (Regjeringen 2016a): «Enhver som fremmer planforslag, skal legge til rette for medvirkning. Kommunen skal påse at dette er oppfylt i planprosesser som utføres av andre offentlige organer eller private».

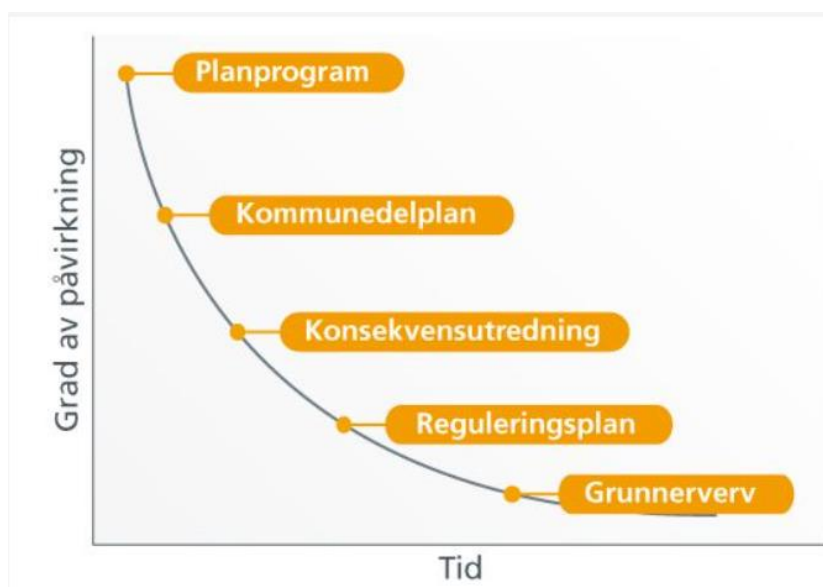
Regjeringen har utarbeidet en egen veileder om medvirkning i planlegging. Veilederen definerer medvirkning slik: «I plan- og bygningsloven forstås medvirkning som enkeltpersoners og gruppers rett til å kunne delta i, og påvirke offentlige utrednings- og beslutningsprosesser. Det betyr at befolkningen i et samfunn er med på å planlegge sin framtid», (Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2014).

I veilederen beskrives følgende mål for medvirkning:

- sikre gode løsninger som tar hensyn til alles behov
- legge til rette for at alle berørte og interesserte aktører kan komme til orde

- fremme kreativitet og engasjement, og være en arena for demokratisk deltakelse i lokalsamfunn
- fremskaffe et godt beslutningsgrunnlag

Statens vegvesen legger opp til medvirkning på sine planer gjennom å melde oppstart av planarbeid, gjennomføre åpne møter, åpne dager, folkemøter, annonsering i media og ved å legge planer ut på høring. Statens vegvesen ønsker stor grad av medvirkning da dette leder til bedre planer. Statens vegvesen ønsker gjerne mer kunnskap om lokale forhold. Innspill til planer bør være skriftlig, men man har også mulighet til å komme med muntlige innspill på møter. Grad av mulig påvirkning på planen er størst i en tidlig fase av prosjektet når detaljeringsgraden er lav da det er lettere for forslagsstiller å ta spesielle hensyn. Når detaljeringsgraden er høy og planene konkrete er påvirkningskraften gjennom medvirkning betydelig lavere, (Statens vegvesen 2016d). Figur 9 viser en illustrasjon over hvordan grad av påvirkning avtar med tiden og ettersom planene blir mer detaljerte. Alle interessenter har mulighet til å komme med innspill til offentlig planlegging, vanligvis er det offentlige instanser, grunneiere og andre berørte parter som kommer med innspill. Hvilke temaer som er vanlig å gi innspill på varierer etter hvilken planfase prosjektet er i.



Figur 9: Grad av medvirkning i planprosess (Statens vegvesen 2016d).

3.3.5. Byggeplan

Byggeplan er ingen formell planprosess slik som reguleringsplan, kommunedelplan og konsekvensutredning. Byggeplan er en faglig prosess i slutten av planleggingsperioden til et vegprosjekt, hvilket dreier seg om å lage et godt nok grunnlag til entreprenørene som skal bygge tiltaket. Her utarbeides planer ned til minste detalj for hvordan gjennomføring av byggeprosessen skal foregå og danner grunnlaget for mengdebeskrivelse etter prosesskoden.

I henhold til håndbok V770 skal det i byggeplan modelleres grunnlagsmodeller og fagmodeller som inneholder ytterligere løsninger og detaljer som er utelatt i reguleringsplanleggingen. Formålet med byggeplanleggingen er å utarbeide et best mulig grunnlag for mengdeberegning, kostnadsberegning, framdriftsplanlegging og effektiv anleggsdrift i byggefasen. Modellene benyttes som grunnlag for stiknings- og maskinstyringsdata, mengdebeskrivelse etter prosesskoden, data til NVDB og FKB, og tegninger.

3.3.6. Øvrige gjennomføringsmodeller og aktører

Det finnes i tillegg til planprosessene som er presentert i delkapitlene over noen andre former for gjennomføringsmodeller og aktører som kan avvike fra eller påvirke prosessene til en viss grad. Av disse nevnes totalentreprise, Nye veier AS og offentlig-privatsamarbeid (OPS). Standard for norske vegprosjekter per i dag er at de gjennomføres med utførelseskontrakter. OPS og totalentrepriser er alternative gjennomføringsmodeller i forhold til utførelseskontrakt. Som en stor fremtidig byggherre har Nye veier AS mulighet til å påvirke utviklingen blant annet gjennom valg av gjennomføringsmodeller for vegprosjekter.

Totalentreprise er en entrepriseform hvor entreprenør forpliktes til både prosjektering og bygging. Det vil si at byggeplanleggingen overlates til totalentreprenøren i tillegg til byggingen. Ved totalentreprisekontrakt har man mulighet for raskere prosjektgjennomføring i form av at bygging kan starte før byggeplanleggingen er ferdig, og at det blir en mykere overgang mellom planlegging og bygging. En av fordelene med totalentreprise er å overføre risiko fra byggherre til utførende, og dermed bringe ansvaret nærmere til hvor man kan gjøre noe med det, og slik kunne velge mer optimale løsninger som igjen kan være kostnadseffektive. I Norge har det tradisjonelt sett blitt brukt få totalentreprisekontrakter innen vegbygging.

Offentlig privat samarbeid (OPS) er en annen form for gjennomføringsmodell som blir definert av direktoratet for forvaltning og IKT (DIFI) som:

«et samarbeid mellom offentlige og private aktører. OPS er annen type gjennomføringsmodell enn hva Statens vegvesen vanligvis benytter, hvor har det private OPS-selskapet byggherrerollen, utfører prosjektering og tar ansvar for bygging, finansiering, drift og vedlikehold i en definert periode», (Direktoratet for forvaltning og IKT, 2016).

Lengden av vedlikeholdsperioden er vanligvis 20-30 år. Bruk av OPS som gjennomføringsmodell er per dags dato ikke benyttet i stor utstrekning i norsk vegbygging. Så langt har 3 vegprosjekter vært gjennomført med bruk av OPS-modell. Regjeringen har antydnet at de ser på OPS som en hensiktsmessig gjennomføringsmodell og har derfor bedt Statens vegvesen om å vurdere bruk av OPS på flere prosjekt i tiden fremover, Statens vegvesen (2016e).

De siste årene har det skjedd strukturelle endringer i offentlig vegbygging ved at det statlige eide aksjeselskapet Nye veier AS ble stiftet 24. mai 2015. Regjeringen har erklært at selskapets oppgaver er: «å planlegge, bygge, drifte og vedlikeholde viktige hovedveier som binder landet vårt sammen og knytter Norge til hovedveier i utlandet», (Regjeringen 2016b). Samferdselsdepartementet skal forvalte statens eierinteresser, og samferdselsministeren vil være selskapets generalforsamling.

Nye veier har fått tildelt et budsjett på 130 milliarder kroner fordelt over 20 år. Med i handelen har Nye veier fått en portefølje av 7 vegprosjekter, som samtlige skal være ferdig utbygd innen 20 år. Porteføljen består av disse strekningene (Regjeringen 2015):

- E39 Lyngdal - Ålgård i Vest-Agder og Rogaland
- E18/E39 Kristiansand - Søgne - Lyngdal i Vest-Agder
- E18 Langangen - Grimstad i Telemark og Aust-Agder
- E6 Kolomoen - Moelv i Hedmark
- E6 Moelv - Lillehammer - Ensby i Hedmark og Oppland
- E6 Ulsberg - Melhus i Sør-Trøndelag
- E6 Ranheim - Åsen i Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag

Strekningene det nye vegselskapet har fått ansvaret for er viktige europavegstrekninger som binder landet vårt sammen, og mot utlandet. Nye veier overtok formelt porteføljen

Teoretisk grunnlag

fra 01. Januar 2016. Målet til regjeringen med grepet om å innføre vegselskapet bygger på et ønske om å oppgradere norsk samferdselsnett til et moderne nivå slik som i andre sammenlignbare land. For å klare å gjennomføre en slik revolusjon innen samferdsel må det bygges mer effektivt, mer sammenhengende og lengre strekninger om gangen. Et viktig grep på vegen for å oppnå større effektivitet i norsk vegbygging er økonomisk forutsigbarhet gjennom tildelte midler, og uavhengighet fra årlige statsbudsjetter, Regjeringen (2016b).

4. Resultat

Det følgende kapittel presenterer resultater som baserer seg på empirisk informasjon innhentet gjennom kvalitative forskningsintervju med 6 personer i tillegg til casestudier av prosjektene reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal og kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest. Resultatkapittelet er inndelt etter forskningsspørsmålene i oppgaven. Respondentene i intervjuene er både prosjekterende og prosjektledere fra rådgivere og tiltakshavere. Det ble benyttet en intervjuguide som baserte seg på spørsmål formulert på bakgrunn av forskningsspørsmålene i oppgaven. Intervjuguiden og mer info om prosjekter i casestudien finnes under vedlegg.

Resultatene omhandler problemstillingen hvordan kan bruken av 3D-modeller optimaliseres i forhold til ulike planfaser i vegprosjekter? Med planfaser menes det konseptvalgutredning, kommuneplan og reguleringsplan. Det er valgt å fokusere lite på konseptvalgutredning i oppgavens besvarelse da det viser seg at utvalget av prosjekter i konseptvalgutredningsfase er veldig begrenset. En av grunnene til at få prosjekter gjennomgår KVVU er at man i denne fasen ofte tar svært lange delstrekninger under ett. I tillegg er bruken av 3D-modeller i slike prosjekter begrenset, ofte benyttes kun stillbilder som illustrasjon i KVVU. Da de fleste store vegprosjekter enten er i kommunedelplan eller reguleringsplanfase, foruten byggeplan hvilket ikke er regnet som en offisiell planprosess, anses det som hensiktsmessig å fokusere oppgaven rundt kommunedelplan og reguleringsplan.

4.1. Hvordan blir 3D-modeller benyttet i ulike planfaser

Under dette deltemaet ble respondentene spurt om bruksområder for 3D-modeller i vegprosjekter i kommunedelplan og reguleringsplan. Hensikten er å kartlegge hvordan 3D-modeller benyttes i dag for å danne et grunnlag for forskningen.

3D-modeller benyttes i dag på alle store vegprosjekter i regi av Statens vegvesen eller Nye Veier som tiltakshaver. Det har vært en formidabel utvikling de siste 5-10 år, og man antar at denne utviklingen vil fortsette i tiden fremover. Alle større rådgivende konsultantselskaper tilbyr kompetanse innen bruk og utarbeidelse av 3D-modeller. Formål og hensikt med bruk av 3D-modeller varierer etter hvilken planfase prosjektet er i. Men felles for alle planfaser er at modellen har en faglig funksjon og en informerende funksjon.

Resultat

Respondentene har ulike erfaringer innen rutiner og arbeidsmetodikk for bruk og utarbeidelse av modeller, og det uttrykkes at opplevd grad av suksess for modeller i stor grad avhenger av dette. En respondent uttaler at prosjekter med klare arbeidsmetodikker og rutiner har mye større utbytte av modeller. En annen viktig faktor er hvor opptatt og kunnskapsrik prosjektledelsen er innen bruk av 3D-modeller. I prosjekter hvor ledelsen ikke kan nok eller ser fordelene av bruk av modeller, har de en tendens til å bli nedprioritert.

4.1.1. Kommunedelplan

Ved bruk av 3D-modeller fra tidlig fase i prosjekter kan de bli benyttet som et viktig prosjekterings- og planleggingsverktøy. Modeller av eksisterende situasjon kan brukes til gjøre planleggere kjent i prosjektområde og omgivelser. I tidlige faser av kommunedelplan dreier planprosessen seg hovedsakelig om linjesøk og avgrensning av prosjektområdet for vegplanleggere. Modellene benyttes til å se hvordan linjene ligger i terrenget, og sammenligne ulike alternativer mot hverandre. Nye linjer dukker opp hele tiden, samtidig som andre utgår eller justeres. Etter hvert som man kommer lengre ut i planfasen er det også nyttig å bruke modellene til å se konsekvenser og dimensjoner på skjæringer, fyllinger, tunneller og bruer. Verktøyet blir også benyttet til å se hvordan linjer kan optimaliseres i terrenget, prosjekterende får raskt en pekepinn på hvordan flytting av linjer slår ut i form av størrelse på skråningsutslag.

Flere av respondentene trekker frem at modeller kan benyttes som verktøy i konsekvensutredningsfasen. Modellene kan brukes til å synliggjøre konsekvenser av både prissatte og ikke-prissatte tema. Spesielt for temaet landskap hvor det blant annet vurderes hvor synlig tiltaket blir fra ulike vinkler vil modellen kunne bidra med nyttig informasjon. Dersom det legges inn verdidata fra øvrige tema i konsekvensutredningen hvilket består av naturmangfold, kulturmiljø, naturressurser, nærmiljø og friluftsliv kan man se i 3D hvordan verdifulle soner ligger i forhold til ulike linjealternativ. Andre interessante muligheter i modellen er funksjoner som muliggjør analysing av sol og skyggevirkninger fra blant annet terrengforming og konstruksjoner.

Alle respondentene er enige om at modellen har et viktig formål som et informerende verktøy. Dette formålet arter seg i mange ulike funksjoner. Det være seg som en presentasjon av tiltak ovenfor beslutningstakere både underveis i planleggingen og ved

slutførelse av planen. Viktige offentlige instanser som kommuner, fylkeskommuner og fylkesmannen med flere inkluderes ofte underveis i planleggingen. 3D-modeller benyttes aktivt for å presentere tiltaket på en forståelig måte, få folk til å forstå dimensjonene av tiltaket, og gi beslutningstakerne bedre grunnlag for sine valg. Likeledes benyttes 3D-modeller som et av de viktigste verktøyene under presentasjoner på folkemøter, til grunneiere og i media. Det produseres vanligvis både stillbilder og videoer til slike anledninger.

4.1.2. Reguleringsplan

I reguleringsplan er 3D-modeller ofte mer detaljerte og sammensatt av mange ulike fagmodeller til en tverrfaglig modell og benyttes som et viktig prosjekteringsverktøy. 3D-modeller benyttes blant annet til kontroll av ulike fagmodeller og kollisjonskontroll mellom prosjekterte fag og eksisterende data. Et av de viktigste formålene med reguleringsplanen som planfase er å sikre at tiltaket erverves nok areal. I så måte er en viktig funksjon i modellen at alle objekter og elementer blir tilegnet nødvendig areal og volum, og samtidig kontrollerer at tiltaket er gjennomførbart i forhold til bygging. Av fagmodeller som trekkes frem som viktige i tillegg til veg er broer og tunneler hvor det ofte blir gjennomført forprosjekter. Et annet viktig formål er å vise tiltakets støysoner.

Som prosjekteringsverktøy benyttes modellene til å optimalisere løsninger, og se hvordan man kan jobbe med tilpassing av tiltaket i terrenget for å oppnå minst mulige inngrep gjerne også sett fra et kostnadsperspektiv. Ulike detaljutforminger vurderes mot hverandre.

Respondentene trekker også i reguleringsplan frem viktigheten av modellen som visualiseringsverktøy for tiltaket. I likhet med kommunedelplan blir viktige interessenter inkludert i planleggingsprosessen. I slike tilfeller har 3D-modellen en avgjørende funksjon for å presentere tiltaket, og for å få utenforstående til å forstå konsekvenser og omfang av tiltaket. Produksjon av videoer og stillbilder til bruk i media, folkemøter, informasjonskanaler og lignende anses som et viktig formål.

4.2. Hvilke styrker og svakheter ser man ved dagens bruk

Under dette spørsmålet ble respondentene spurt om å trekke frem styrker og svakheter de ser ved dagens bruk av modeller i kommunedelplan og reguleringsplan. I tillegg ble respondentene spurt om gjeldende regelverk og håndbøker, og om de gir hensiktsmessige retningslinjer for bruk av modeller i ulike planfaser.

En generell oppfatning blant respondentene er at den teknologiske utviklingen har gått fremover. Utbredelsen i bruk av 3D-modeller i store vegprosjekter har gått fra å være fraværende og uvanlig for ca. 10 år tilbake i tid til i dag å anses som en selvfølge. Det er en generell oppfatning at 3D-modeller har mange positive fordeler og potensielt kan spare prosjekter for overraskelser og kostnader på senere tidspunkt.

Alle respondentene trekker frem styrken ved modeller som presentasjonsverktøy for interessenter som ikke er vant til å lese vegplaner på tegninger, og at man oppnår en helt annen forståelse blant publikum for tiltaket. Av slike interessenter være seg berørte grunneiere, offentlige instanser, politikere, media og publikum generelt. Planleggere og prosjektledere har opplevd at graden av medvirkning har økt på prosjekter med gode modeller hvilket Statens vegvesen anser som positivt, da de generelt mener at økt medvirkning fører til økt kvalitet på planene. De mener at gode modeller gjør at medvirkningen oppnår større grad av faglighet kontra tidligere da misforståelser for hvordan tiltaket ville bli seende var mer utbredt ved presentasjon av tradisjonelle 2D-tegninger. 3D-modeller gir folk en helt annen forståelse og innsikt i hvordan tiltaket vil bli seende ut i form av dimensjoner og terrenginngrep. I begge casestudiene opplevde tiltakshavere en stor grad av saklig og god medvirkningsprosess, og tilskriver modellene en betydelig del av æren for denne fortjenesten.

Den praktiske bruken av 3D-modeller som prosjekteringsverktøy nevnes av flere. Hvordan bruk i eksempelvis prosjekteringsmøter gir alle fag en større forståelse for andre fags utfordringer og løsninger. Som prosjekteringsverktøy enes de fleste om at modellene er veldig nyttige til å se dimensjoner av tiltakene. Man kan få et annet perspektiv på skjærings- og fyllingshøyder, bruer og tunneller ved å se de fra ulike vinkler i en modell, hvilket hjelper de prosjekterende til å se hvordan tiltaket kan optimaliseres videre ved å justere på linjer eller andre elementer. Ved å finne gode løsninger på et tidlig tidspunkt kan prosjektet potensielt spares for ressurser på et senere tidspunkt, på tross av at bruk av modeller fører til økt kostnadsbruk i planleggingsfasen. Det enes om at 3D-modeller gir bedre prosjekter gjennom bedre planlagt data.

I dagens marked hvor det er mye fokus på at vegprosjekter skal planlegges og bygges raskere stiller noen respondenter spørsmål ved om man bruker uforholdsmessig mye tid på utarbeidelse av 3D-modeller. Skjønt alle respondenter er enig i at bruk av 3D-modeller er positivt stilles det spørsmål ved om det kan gjøres på en mer effektiv måte.

4.2.1. Kommunedelplan

I kommunedelplanfasen består en viktig del av jobben i å finne frem til de beste alternative traseene i prosjektområdet og komme med en anbefalt trase. 3D-modellene gir godt grunnlag for å søke etter de beste traseene i terrenget, og er et veldig illustrativt verktøy for å sammenligne alternativer mot hverandre. Godt overblikk over terrengformasjoner gjør jobben med se hvordan linjer kan optimaliseres i terrenget enklere. 3D-modeller gir muligheter for å se alle dimensjoner ved tiltaket på en og samme plass, kontra å lete på forskjellige steder i plantegninger.

Kommunedelplan er en planfase hvor man har høy grad av påvirkningskraft da prosjektet er i en tidlig planfase og fremdeles har lav detaljeringsgrad, det er derfor spesielt viktig å nå ut til alle interessenter for oppnå god medvirkning. 3D-modellens formål som visualiseringsverktøy er essensielt i denne planfasen for å nå ut og gi både god og forståelig informasjon.

Prosjektet i casestudiet innen kommunedelplan tilrettela ikke spesielt for bruk av modell under konsekvensutredning for de ikke prissatte temaer. Modellen var tilgjengelig for alle fag representert i prosjektet, men en av årsakene til at det ikke ble mer benyttet var at innsynsløsningen i valgt programvare var begrenset i form av brukervennlighet og funksjonalitet. Det ble ikke lagt inn grunnlagsdata for temaene naturmangfold, kulturmiljø, naturressurser, nærmiljø og friluftsliv. Ingen av respondentene kjenner heller til prosjekter hvor dette har blitt benyttet, men flere respondenter mener at dette burde være mulig ved gjennomføring av enkle grep og anser det som et uutnyttet potensiale innen bruk av modeller i kommunedelplan.

Et par av respondentene stiller spørsmål ved om modellene kan være for bra. I en tidlig fase av prosjekter er svært mange detaljer fremdeles uavklarte. Kan det da være misvisende å fremvise virkelighetsnære modeller? Dette er en mer aktuell problemstilling innen kommunedelplan enn reguleringsplan. Det presiseres at man bør være bruken av modellen bevisst og legge seg på en hensiktsmessig detaljeringsgrad. I en

kommunedelplan bør detaljer som lyktestolper, rekkverk og støyvoller utelates da de ikke er gjennomarbeidet på dette nivået. I en kommunedelplan skal det gjøres overordnede beslutninger og modellens nøyaktighet skal gjenspeile dette. Traseen som vedtas har som regel stor bredde, som en tommelfingerregel er bredden 200 m. Dette gjør at vegtiltaket potensielt kan flyttes inntil 100 m til hver side i neste planfase, da må vurderingene i konsekvensutredningen ta høyde for dette.

Ettersom bruk av 3D-modeller har blitt mer utbredt er også forventningene til modellene mye høyere enn før. Interessenters høye forventningsnivå kan gjøre at tidsbruken og detaljeringsgraden presses opp til et annet nivå enn hva som er optimalt. En bevisst holdning rundt temaet er viktig.

4.2.2. Reguleringsplan

3D-modellers styrke som visualiseringsverktøy er nevnt tidligere, men dette trekkes også spesielt frem under reguleringsplan, da det gir beslutningstakere som politikere en helt annen forståelse og grunnlag for sine beslutninger enn tradisjonelle plantegninger. I reguleringsplan vil det også være mer direkte kontakt med grunneiere ved at planen danner grunnlag for erverv av nødvendig areal. 3D-modellene blir brukt som hjelpemiddel og formidling av tiltakets karakter til berørte parter.

En reguleringsplan kjennetegnes av høyere detaljeringsgrad enn kommunedelplan, så også i modeller. I 3D-modeller har man mulighet til å gi alle objekter volumer, og slik få bedre kontroll over at man tar med tilstrekkelig areal i planen. Det utarbeides fagmodeller for flere fag som gjør at man kan kjøre kollisjonskontroller og således får bedre kontroll over om prosjekterte data er gjennomførbare og byggbare, og gi et bedre grunnlag for kostnadsestimering og anslag.

Man har mulighet til å legge inn regulerte flater og informasjon i 3D-modellen og gjennom dette få bedre kontroll over reguleringsfaget. Tradisjonelt sett er reguleringsplankartet utarbeidet i 2D, og i eldre planer har flere respondenter erfaring med at høyder ikke går opp i virkeligheten da disse er for dårlig kontrollert. Planlagt reguleringsplankart kan legges inn i modellen, så også verneområder, hensynssoner og lignende, hvilket gir bedre kontroll i forhold til arealer, høyder og omgivelser.

Brukere av modellen må være bevisst på nøyaktighetsgraden på dataene i modellen. Dersom man har unøyaktige inndata blir resultatdataene minst like unøyaktige på tross

av at objekter er prosjektert nøyaktig etter de grunnlagsdata som foreligger. Et annet element ved nøyaktighet på modell er hvor god kontroll man har over rådende grunnforhold. I reguleringsplan blir skjæringer, fyllinger, tunellportaler og broer prosjektert med stor grad av nøyaktighet, men tradisjonelt sett har man dårlig kontroll på grunnforhold i denne planfasen, det må derfor være rom for justeringer i byggeplan.

Noen respondenter mener bruk av avansert programvare for 3D-modeller kan være unødvendig bruk av ressurser i mindre prosjekter. De mener at det blir brukt uforholdsmessig mye tid på modellene kontra størrelse på slike prosjekter. Å etablere en modell med riktig detaljnivå er generelt utfordrende, mange mener det er en fare å bruke for mye tid på detaljer, eller på at modellen skal få et pent utseende.

Det anses som vanskelig å finne en optimal programvare for reguleringsplanfasen da man både ønsker at modellen skal takle større datamengder og være tilstrekkelig detaljert. Ved bruk av tradisjonelle programvarer i reguleringsplan har flere respondenter opplevd at modellen er utdatert i forhold til prosjekterte data innen den tverrfaglige modellen er oppdatert. Det finnes per i dag ikke et verktøy som håndterer prosjektering av alle fag i vegprosjekter og samtidig egnes til sammenstilling av tverrfaglig modell. Dette resulterer i at fagmodeller prosjekteres i ulike programmer og filformater og at det må gjøres en større jobb for å sammenstille prosjekterte data ved hver oppdatering. Denne prosessen fører til at tverrfaglige modeller kan sies å være utdaterte innen de er oppdaterte, da prosjektering foregår fortløpende. Graden av etterslep er avhengig av arbeidsmetodikk og rutiner i prosjekter, men modellen kan gjerne ligge en uke bak i forhold til prosjekterte data da noen fagmodeller avhenger av andres oppdateringer og til slutt sammenstilles til en tverrfaglig modell. Årsaken til at modellene er utdaterte innen de er oppdatert er at det tar for lang tid å oppdatere modellene. Dette var også tilfellet i case-studiet E18 Tvedestrand – Arendal. En respondent satte det på spissen ved å uttale at man brukte så lang tid på å oppdatere modellen og gjøre tilpasninger i fagmodeller at man ikke fikk tilstrekkelig tid til å prosjektere.

4.2.3. Svakheter i håndbøker og retningslinjer

Da respondentene ble spurt om de følte gjeldende håndbøker og retningslinjer for bruk av 3D-modeller i kommunedelplan og reguleringsplan er tilstrekkelige var den generelle holdningen at det finns rom for forbedringer. I all hovedsak dekkes temaet av håndbok

V770 modellgrunnlag. De aller fleste respondentene var enige om at håndboken er mest tilrettelagt og egnet for bruk i byggeplanfasen, og i liten grad tilpasset bruk i tidlige planfaser. Et eksempel på dette er at håndboken sier at modellen skal inneholde minst 100 m terreng på hver side av tiltakets inngrepssone, hvilket kan være tilstrekkelig i byggeplan, men er noe man sjeldent vil være tilfreds med i kommunedelplan. Den siste utgaven av håndboken er forbedret på noen områder ved at den beskriver bruk av visualiseringsmodeller med 3 ulike detaljnivå. Håndboken har mange og til dels strenge krav rettet mot grunnlagsdata og resultatdata som ikke er tilpasset de tidlige plannivåene. En annen utfordring er at krav i håndboka ikke alltid er mulig å tilfredsstille på grunn av tilgjengelig data eller muligheter i programvare. Eksempelvis finns det strengere krav til nøyaktighet på terreng enn hva som ofte er tilgjengelig av FKB-data.

En respondent mener at håndbøkene ikke kan ta hensyn til alle situasjoner, og at planleggere og prosjekterende må bruke sunn fornuft, samtidig som respondenten understreker at en løsning for å forbedre håndboken og at eksempel på en slik forbedring kunne være at det ble spesifisert hvilke kapitler som var gjeldende for hvilke planfaser og at tidlige planfaser da kunne være unntatt noen av kapitlene i håndbok V770. Et annet alternativ er legge inn flere krav under hvert detaljeringsnivå for presentasjonsmodeller. Det virker å være vanlig praksis blant utførende rådgivere at en ikke følger alle retningslinjer i håndbok V770 for bruk av 3D-modeller da de ikke er optimalt utformet med hensyn til praktisk bruk i tidlige planfaser, og at tiltakshavere syns dette er en akseptabel løsning. En annen respondent påpekte at det også fins vegprosjekter som ikke er underlagt Statens vegvesen sine håndbøker, eksempelvis kommunale veger.

4.3. Hvilke behov har ulike planfaser til funksjonalitet i 3D-programvare, og hvilken programvare er mest egnet for hvilke planfaser

De ulike planfasene går gjennom forskjellige prosesser og har således også forskjellige behov hva gjelder bruk og funksjonalitet i 3D-modeller. Dette delkapittelet dreier seg om respondentenes meninger om hvilke behov man har av funksjonalitet i 3D-programvare innen kommunedelplan og reguleringsplan, hva som er felles og hvilke behov som skiller seg fra de ulike planfasene. I tillegg er respondentene spurt om hvilke programvarer de

kjenner til innen 3D-modellering, hvilke de anser som mest egnet til de ulike planfasene og hvilke mangler som finnes i dagens programvare.

4.3.1. Kommunedelplan

Kommunedelplan er en tidlig planfase, og i mange tilfeller den første planprosessen et vegprosjekt går gjennom. På dette stadiet er prosjektområdet stort, graden av nøyaktighet er lav og potensielle traseer endres til stadighet underveis i planfasen. I stor grad dreier det seg om å finne ut hvilke traseer som er mulige, og til slutt finne ut hvilket alternativ som er det beste og anbefalte. Behovene til en 3D-modell i kommunedelplan gjenspeiler i stor grad overnevnte egenskaper ved planfasen. Modellen må håndtere store datamengder i form av det ofte er svært store prosjektområder både i lengde- og bredderetning, hvilket gir store terrengmodeller og mange ortofoto. En annen årsak til at det er viktig at modellen takler store datamengder er at i en kommunedelplan ønsker man gjerne å inkludere mye terreng utenfor selve prosjektområdet. Dette er for å kunne se tiltakene i sammenheng med større landskapsformer og se hvilke inngrep som er synlige fra ulike vinkler.

Ved store prosjektområder får man som regel lange sammenhengende veglinjer, gjerne over flere mil. Man ønsker at modeller skal være lette å håndtere og navigere seg rundt i på tross av størrelsen. Det kan være vanskelig å gjøre seg kjent med enorme prosjektområder ute i terrenget av geografiske, tidsmessige og budsjettmessige årsaker da kan en 3D-modell med tilstrekkelige grad av nøyaktighet være et godt befaringsverktøy. Spesielt i første halvdel av en kommunedelplan vil det være mange ulike alternativer til trasé, og det vil dukke opp nye fortløpende samtidig som andre utgår eller endres. Det kan forekomme store endringer av traseer både i horisontalplan og vertikalplan. Dette gir et behov for at man raskt kan legge inn nye og endre eksisterende alternativer i modellen, i det store og hele må modellen være enkel å oppdatere, slik at man til enhver tid med enkelhet kan ha en oppdatert modell. Man har i tillegg et behov for enkle funksjoner for å illustrere markante elementer i vegprosjektet som skjæringshøyder, fyllingshøyder, broer og tunneller både som bruk innen prosjektering og visualisering. Flere respondenter trekker frem at de ønsker enkle funksjoner for å generere grunnlagsmodell av eksisterende objekter, eksempelvis bygninger og høgspent.

Noen mener at det med fordel kan være mulighet for å skissere alternativer direkte inn i 3D-modellen, og deretter ha mulighet for å eksportere ut data av skisserte alternativer

Resultat

dersom man hovedsakelig prosjekterer i andre verktøy. For å kunne sammenligne de ulike alternative vegtraseene og si hvilke som er best bør det finnes verktøy for å sammenligne alternativer mot hverandre og enkelt kunne skru de av og på i modell. Ved sammenligning av alternativer dukker det gjerne opp et behov for å kunne måle avstander, høyder og lignende. Programvaren bør derfor ha et enkelt og presist verktøy for slike målinger. Et annet behov som oppstår ved sammenligning av alternativer er ulike analyseverktøy i modellen som informasjon om lengde av linjer, broer, tunneller, stigningsforhold og mengdeberegninger.

Alle respondentene fremhever viktigheten av modellen som presentasjonsverktøy. For å kunne utnytte modellen i størst mulig grad som presentasjonsverktøy avhenger det av gode muligheter til presentere modellen på ulike måter. Et vanlig behov er uttak av stillbilder, produksjon av video, bruk av modellen i offline modus og gode innsynsløsninger. Man ønsker videoer av høy kvalitet med lav datamengde, uten at det er en stor arbeidsprosess å ta ut dataene. Noen respondenter nevner at man kan akseptere noe tidsbruk for å sette opp førstegangsoppsett for uttak av video, men at det deretter bør gå sømløst å lage oppdaterte versjoner av videoer, eller gjøre mindre endringer på kjørestier, effekter og lignende. For å oppnå ønsket tilgjengelighet og bruksområder for modellen i prosjektet bør programmet ha en enkel og god innsynsløsning som er tilgjengelig på et ikke lisenspliktig format. Enkelhet er viktig da man ønsker at modellen skal være tilgjengelig for brukere som ikke sitter på samme programvare som modellen er utarbeidet i, har samme kunnskap innen bruk av 3D-verktøy eller avansert maskinvare. Eksempelvis ønsker man med slike innsynsløsninger å inkludere beslutningstakere som politikere, offentlige etater, medlemmer av prosjektgruppa fra andre fag og i noen tilfeller grunneiere. Flere respondenter mener dette er spesielt viktig for utredere innen konsekvensutredning og ikke-prissatte tema

Noen respondenter nevner at de har et ønske om at man skal kunne få modellen til å fremstå skisseaktig i utseende for å fremheve den faktiske nøyaktighetsgraden, eller mangel på nøyaktighetsgrad på de prosjekterte data i aktuell planfase. Ellers trekker noen respondenter frem elementære ønsker og behov ved all programvare som god brukervennlighet, lav inngangsterskel, lite feil i programvare med få krasj og lite nedetid.

4.3.2. Reguleringsplan

En 3D-modell for en reguleringsplan vil ha mange av de samme behovene som man ser i en kommunedelplan, men man vil også se noen behov som er mer eller mindre fremtredende samtidig som det dukker opp andre behov. I en reguleringsplan er detaljnivået høyere, traseen er fastsatt, men i en tidlig fase vil det fremdeles være noe slingringsmonn på linjen. Det viktigste formålet i en reguleringsplan er å få avsatt nok areal til at tiltaket kan gjennomføres. For en 3D-modell vil dette kreve at modellen fremdeles takler større datamengder, dog i noe mindre grad enn i en kommunedelplan. I tillegg får man en økt detaljeringsgrad på modellen. Majoriteten av respondenter mener modellen har større betydning som et prosjekteringsverktøy i reguleringsplan enn i kommunedelplan, og blir i større grad brukt som tverrfagligmodell. I en reguleringsplan trenger man en 3D-modell som kan kombinere det å være tverrfaglig modell med en eksakt gjengivelse av prosjekterte data med i tillegg å fungere som visningsmodell. Modellen bør fremdeles være relativ rask å oppdatere for å kunne fremvise prosjekterte data i noenlunde nåtid. I de fleste prosjekter vil man ha fagmodeller fra flere ulike fag, og man får økt behov for samhandling mellom disse. Grunnlagsmodellene er også mer detaljerte, og eksisterende data under bakkenivå er viktig i denne planfasen. Kollisjonskontroll mellom grunnlagsdata og ulike fagmodeller utgjør en del av arbeidsmetodikken i tverrfaglige modeller. Man har derfor behov for et godt verktøy for kollisjonskontroll hvor man kan få frem potensielle kollisjoner, synliggjøre disse, dokumentere funn og lage et system i prosjektet for hvordan disse håndteres. Ettersom 3D-modeller som regel består av flere ulike fagmodeller må programvaren håndtere inndata fra ulike programmer og filformat da det finnes forskjellige foretrukne prosjekteringsprogram for de ulike fagene.

Mens man i en kommunedelplan vurderer ulike alternativer mot hverandre vil man ikke se dette på samme måte i en reguleringsplan, men man kan ha et behov for å sammenligne ulike detaljer mot hverandre. Graden av detaljering i en 3D-modell på reguleringsplannivå vil variere fra prosjekt til prosjekt, blant annet etter størrelse på prosjekt og geografisk plassering som om prosjektet befinner seg i bynære strøk eller jomfruelig terreng. Eksempler på detaljer som gjerne skiller seg fra kommunedelplan er oppmerking, skilt, rekkverk, støysoner, forprosjekt på bruer og tunneler, og eksisterende kabler og ledninger både over og under bakkenivå.

Resultat

I en reguleringsplan er det ofte større fokus på landskapstilpassing av tiltaket. På dette tidspunktet vet man hvor traseen skal ligge, men det vil bli gjort en større jobb for å få vegen til å passe mest mulig inn i terrenget. Det er derfor viktig at man enkelt kan flytte veg og øvrige objekter i modellen og se hvilke utslag dette gir. I reguleringsplan har man et større krav til nøyaktighet på kostnadsoverslag. Man bør kunne kontrollere at de ulike løsningene lar seg bygge, og kunne bruke modellene som grunnlag for kostnadsoverslag.

Alle respondenter er enige om viktigheten av modeller som visualiseringsverktøy både innad i prosjektgruppa og utad. Det er derfor viktig at modellen har egnet funksjonalitet for å presentere de prosjekterte data. Det gjelder uttak av video, stillbilder og offline visning. I tillegg må modellen være tilgjengelig i form av en innsynsløsning på et format som enkelt kan nås og brukes av utenforstående med mindre maskinvarekapasitet og lavere kunnskapsnivå i 3D-programmer. En respondent trekker frem behov for flerbrukerløsninger i 3D-modell i reguleringsplan, slik at verktøyet kan håndtere at flere personer er aktive i modellen, og at man ikke kan ødelegge for hverandre. Behovet gjør seg gjeldende når man har mange fag representert i samme modell.

Både i prosjekterings- og visualiseringsfasen av prosjektet er gode måleverktøy viktig både hva gjelder høyder og avstander. I prosjekteringsfasen har man i mange tilfeller behov for å måle høyder på skjæringer og fyllinger, mens i visualiseringen er det et mye etterspurt funksjon på folkemøter og presentasjoner.

4.3.3. Programvare

Gjennom intervjuer og casestudier i det praktiske studiet ble respondenter spurt om hvilke ulike programmer de hadde erfaring med i forbindelse med 3D-modeller og hvilke planfaser de anså de som mest egnet til. Følgende programvarer ble nevnt; Novapoint 20, Virtual map, Infraworks, Lumion, 3D studio max, Gemini, Civil 3D, Navisworks, Microstation, og Quantm. Herunder vil styrker og svakheter ved de nevnte programvarer bli presentert.

Novapoint 20

Novapoint har gjennom en årrekke vært det mest benyttet prosjekteringsverktøyet innen vegplanlegging. Etter ikrafttreden av versjon Novapoint 19 og versjon 20 er det kommet muligheter for å benytte programmet direkte som en 3D-fremvisning uten andre

programmer som mellomledd. Da vil modellen til enhver tid være oppdatert gitt at alle prosjekterende har delt sine data med skyen. Fordeler som flere respondenter trekker frem er at det som blir prosjektert kan presenteres simultant. I casestudien E39 Vigeland – Lyngdal vest ble Novapoint 19 benyttet til å presentere en del raskt skisserte løsninger i 3D i prosjekteringsmøter og internt i diskusjoner mellom de prosjekterende. Deltakere i casestudien mener programmet er godt egnet til å presentere skisseløsninger på en rask og effektiv måte.

Svakheter som trekkes frem er at programmet ikke er tilrettelagt til å bli brukt som et presentasjonsverktøy. Det finnes muligheter, men programmet er ikke utviklet med tanke på dette formålet. Mange mener de visualiserte modellene ser lite virkelighetsnære ut. Det finnes noen mindre muligheter til å endre på dette, men brukerterskelen er høy og man må programmere egne oppsett. Noen respondenter går så langt som å si at verktøyet ikke er egnet som endelig presentasjonsverktøy av 3D-modeller. For at programmet skal være egnet som et mer komplett verktøy for 3D-modeller savnes en del funksjoner. Blant annet savnes mulighet for kollisjonskontroll mellom objekter, flater og mellom ulike fag. En annen mangelvare som presentasjonsverktøy er eksport av presentasjonselementer som video og stillbilder, samt innsynsløsning. Dersom man har programvaren kan man vise frem sist oppdaterte modell selv om man er offline. Noen respondenter nevner dårlige erfaringer med programmets måleverktøy, det kan være vanskelig å måle avstander i modellen da det ikke er lett så hvor man måler fra og til. I tillegg nevnes også at det kan være vanskelig å se hvordan ny prosjektert veg ligger i forhold til eksisterende veg i soner hvor disse overlapper.

Noen respondenter sier at de har opplevd problemer ved store modeller, ved at prosjekteringen går langsomt, det er større sjanse for feil og at modellen henger seg opp. Problemet er økende ved økende sammenhengende lengde på veglinjer. Utviklerne selv sier at programmet håndterer dårlig veglinjer med en lengde på over 20 km. I casestudien E39 Vigeland – Lyngdal vest opplevde de prosjekterende mye forsinkelse under prosjekteringen ved bruk av sammenhengende linjer opp i en lengde på ca. 27 km.

Totalt sett kan respondentenes holdninger til Novapoint oppsummeres med at programmet er egnet som prosjekteringsverktøy for fagmodeller i alle planfaser, spesielt innen fagmodell veg er verktøyet suverent ledende på markedet, men det ikke er egnet til å visualisere tverrfaglige modeller på store prosjekt. Innen visualisering blir verktøyet

Resultat

mye brukt som eneste verktøy i små prosjekter, i tidlige stadier av prosjekter i ulike planfaser og som et verktøy for raske visualiseringer i prosjekteringsmøter.

Virtual map

Virtual map er kjent blant alle respondenter i undersøkelsen, og har historisk sett vært det mest benyttede verktøyet for 3D-modeller i vegprosjekt. Programmet ble benyttet som 3D verktøy i casestudien i prosjektet reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal. Respondenter fra intervjuene trekker i tillegg frem flere eksempler på eldre prosjekter hvor dette verktøyet har blitt benyttet. De siste årene har det blitt mer konkurranse på markedet og variasjonen i programvaren har blitt større. På nyere vegprosjekt er ikke lenger Virtual map et selvsagt valg hva gjelder programvare for 3D-modeller. Spesielt for prosjekter i tidlige planfaser benyttes det i dag gjerne andre programmer.

Respondentene enes om at Virtual map er et egnet program til byggeplanfase da programmet blant annet gir god kontroll over objekter, flater, lag, grupper o.l. i tillegg har programmet muligheter for kollisjonskontroll. Programmet gir en eksakt presentasjon av prosjekterte data, det er ingen pynting av modellen. Man kan derfor si at modellen egner seg bedre som en tverrfaglig modell enn en presentasjonsmodell. Svakheter respondentene trekker frem er at programvaren er svært tidkrevende å bruke, det tar lang tid å oppdatere modell, og innen modellen er oppdatert er den utdatert i forhold til prosjekterte data. Dette ble fremhevet av respondenter i casestudien, hvorpå noen gikk så langt som i å si at det ble brukt så mye tid på å oppdatere modellen at det gikk utover tiden man hadde til rådighet for prosjektering. I tillegg mener flere at programmet ikke har fulgt utviklingen de siste årene, og er i ferd med å bli akterutseilt på flere områder.

Respondentene enes om at Virtual map har en god innsynsløsning. Alle kan få tilgang til modellen på en ikke lisenspliktig plattform, og ha alle de samme navigeringsmuligheter som man har inne i selve programvaren. Viewer funksjonen stiller dog noe krav til maskinvare, spesielt hva gjelder skjermkort.

Alle respondentene enes om at Virtual map er mest egnet til bruk i byggeplan. Programmet blir også mye brukt i reguleringsplanfase, men blant annet grunnet tiden det tar å oppdatere modeller mener de fleste respondenter at programmet er langt fra optimalt egnet for denne fasen.

Infraworks

Infraworks kom for alvor inn i markedet mot slutten av 2014. Og har siden den gang befestet posisjonen sin som et ledende verktøy for store samferdselsprosjekter i tidlige planfaser. Infraworks ble benyttet som 3D program i casestudien E39 Vigeland – Lyngdal vest. Alle respondentene som har erfaring med programmet trekker frem dets suverene evne til å håndtere store datamengder som programmets største styrke, i tillegg til at man ved lav detaljeringsgrad får fine modeller som er raske å oppdatere. Ved at programmet er så responsivt øker sjansen for at man aktivt kan bruke modellen som et prosjekteringsverktøy.

Et av de største ankepunktene flere respondenter har mot programmet er at det ikke finnes en god innsynsløsning. Det ble også opplevd som en utfordring under E39 Vigeland – Lyngdal vest. Programmet har en webbasert versjon som er tilgjengelig for alle som modellen er delt med, men i og med at løsningen er webbasert takler den store datamengder dårlig samtidig som navigeringsmulighetene er mye mer begrenset enn i programmet. Av annen funksjonalitet programmet innehar men som kunne fungert bedre er programmets upresise måleverktøy og mindre gode evner til å holde kontroll over objekter.

Et annet minus ved programmet er hvordan det håndterer inndata. Programmet har muligheter for å importere fra flere ulike filformater, men er hovedsakelig tilrettelagt for filformater man forbinder med autodesk-produkter. Novapoints eksportformater passer mindre godt overens med Infraworks importformater, hvilket fører til komplikasjoner ved bruk av fagmodeller utarbeidet i Novapoint. For å få inn prosjekterte vegflater og skråningsutslag fra vegmodell i Novapoint er arbeidsmetodikken at disse blir eksportert og deretter importert via LandXML-format, men gjennom denne prosessen mister flatene mange av sine egenskaper.

Programmet har mulighet for direkte prosjektering i modellen. Få respondenter har utøvd erfaring innen dette. Respondentene uttaler at årsakene til at det ikke har blitt benyttet mer er at de føler at prosjekteringsverktøyene ikke er like gode som i eksempelvis Novapoint og at man ikke har like god kontroll på prosjekterte data. Det virker dog som at noe av årsaken til at dette ikke er mer brukt skyldes manglende erfaring i bruk av programmets funksjoner.

Resultat

En respondent fra casestudien sår tvil rundt programmets muligheter for flerbrukerløsning, og kan fortelle om usikkerhet i hvordan programmet tolker at flere administratorer er inne i modellen samtidig, og at man risikerer å ødelegge for hverandre gjennom overlaging.

De fleste respondentene enes om at Infracore er det mest egnede programmet for 3D-modeller i store vegprosjekt i tidlige planfaser, som kommunedelplan. Noen respondenter mener at det også kan brukes i reguleringsplan, spesielt i første del av prosjektet. Respondenter fra casestudiet E39 Vigeland – Lyngdal vest sier at de ville valgt Infracore på nytt ved et tilsvarende prosjekt i samme planfase. På grunn av programmets manglende evner til å kontrollere objekter er ikke programmet egnet til bruk som tverrfaglig modellverktøy i detaljerte planfaser, men kan brukes til å lage visningsmodeller uansett planfase.

Øvrige

Programmene Lumion, 3D studio max, Gemini, Civil 3D, Navisworks, Microstation, og Quantm er mindre kjent blant respondentene. Et fåtall av respondentene kjenner til nevnte programmer hvilket gir et tynnere grunnlag for å fremheve styrker og svakheter ved de ulike programmene samt si hvilke planfaser de egner seg for.

Lumion trekkes frem som et rent presentasjonsverktøy, hvor man kan importere hele modeller fra andre programmer direkte inn med samme utseende som de hadde i sine originale programmer. Deretter finnes det gode muligheter for å gjøre modellen mer presentabel, i tillegg til at det fins mange muligheter og verktøy for selve presentasjonsvisningen. Eksempelvis er det enkelt å eksportere stillbilder og video fra programmet. Programmet er ansett å være egnet til bruk av presentasjonsmodeller i alle planfaser hvor grunnlaget er utarbeidet i andre programmer.

3D studio max har blitt benyttet til noen store vegprosjekt de siste årene. En respondent mener at høy brukerterskel på programvaren er årsaken til at programmet ikke er mer benyttet. Modellene har høy kvalitet, gir pene presentasjoner, og blir gjerne benyttet til leveranser av skråfoto eller bearbejdede illustrasjoner. Hvilket kan være tilstrekkelig form for presentasjon i konseptvalgutredninger.

Gemini er mest brukt innen terrengforming og oppmåling, men har også muligheter innen prosjektering av tunneller, veg, og VA og fagmodeller innen nevnte fagområder. Innen vegprosjekter er programmet lite kjent.

Civil 3D kan på mange måter sammenlignes med Novapoint 20. Det er å regne som et prosjekteringsverktøy med muligheter for en umiddelbar presentasjon av prosjekterte data i 3D. Gjennom Autodesk infrastructure design suite har det også kommet flere muligheter for visualisering. Respondentene har generelt liten erfaring innen bruk av programmet.

Navisworks blir fremhevet som et godt arbeidsverktøy først og fremst innen byggeplan, men også ved avanserte reguleringsplaner. Programmet regnes for å være av de beste på markedet innen funksjonalitet for kollisjonskontroll. Programmet ble ikke ansett som egnet for visualiseringsmodeller av de respondenter som hadde erfaring med programmet. Det ble nevnt at man hovedsakelig burde bruke programmet som prosjekteringsverktøy og overlate visualiseringen til andre verktøy.

Microstation er ikke benyttet i særlig grad i Norge, men er mer kjent i øvrige land, som eksempelvis Danmark. De få som kjente til verktøyet mente at det er å regne som et prosjekteringsverktøy og egnet til bruk for utarbeidelse av fagmodeller, men at det ikke var spesielt egnet som hovedverktøy for tverrfaglige- eller visualiseringsmodeller.

Quantm er et nytt verktøy på det norske markedet som Trimble (tidligere Vianova) presenterte i slutten av 2016, hvilket skal være tilrettelagt for tidlige planfaser. Ingen av respondentene har testet ut denne programvaren foreløpig. I følge Trimble skal Quantm kunne brukes innen de fleste type prosjekter, hovedsakelig på et tidlig tidspunkt hvor kostnader og hensynssoner er i fokus. Ved å angi et start- og sluttspunkt vil programmet søke i ulike retninger og finne et utvalg av potensielle linjer. Tiden det tar er relativt kort sammenliknet med tradisjonell prosjektering. Utfra dette vil man få tegnet et bilde av hvor de «billige» og «dyre» traseene er og dermed kunne bruke resultatene som grunnlag for å sile ut traseer. Linjene kan videre optimaliseres av programmet eller manuelt av brukeren. Et kostnadsoverslag basert på enhetspriser følger med alle trasealternativer som kommer fra programvaren. Trimble hevder at programvaren ved hjelp av de nevnte funksjoner kan spare prosjektet for byggekostnader og planleggingstid sammenliknet med tradisjonell prosjektering. Quantm har ikke per dags dato blitt benyttet innen norske vegprosjekter, men det er på teststadiet for flere konsulentfirmaer. Programmet har blitt benyttet i en rekke utenlandske prosjekter over flere år.

4.3.4. Mangler i programvare

Det finnes alltid rom for forbedringer i programvare og respondentene har mange tanker rundt hvilke funksjoner som mangler og savnes i eksisterende programvare for å gjøre arbeidshverdagen enklere. Respondentene ble spurt om mangler i programvare i forhold til de spesifikke planfasene kommunedelplan og reguleringsplan, men en del av manglene som trekkes frem vil også være representativ for byggeplan.

Det største savnet som oppfattes blant brukerne er en felles utvekslingsplattform både av grunnlagsdata og prosjekterte data, med bruk av felles åpne filformater innen samferdsel. I dag er det et problem at programmene lagrer data på ulike formater, har ulike muligheter for import av formater og leser dataene ulikt. Dette fører til store utfordringer ved utarbeidelse og oppdateringer av modeller med grunnlag fra ulike programmer. Objekter og flater mister sine egenskaper og informasjon gjennom konvertering mellom ulike formater. Denne utfordringen får mye av skylden til at 3D-modeller ofte er utdatert innen de er oppdatert.

Flere respondenter mener at programmene burde inneholdt ferdigkodete fagmodeller som fungerer slik at når man har prosjektert dataene, blir de automatisk kodet til riktige lag ved eksport til 3D-format. Per i dag så finnes det muligheter for å lage egne oppsett for dette, men det fins ingen universal standard som gjør at dette fungerer likt fra prosjekt til prosjekt. En respondent uttaler at dersom objektkodeliste fra SVV skal fortsette å være gjeldende fremover burde funksjonalitet for denne bli inkludert i programvare. Et lignende opplegg savnes nevnes også for grunnlagsdata. Respondenter mener det burde være mulig å lage svært effektive oppsett for import av grunnlagsdata i 3D-modeller da dataene foreligger på samme format uavhengig av prosjekt. Ferdigkodete grunnlagsmodeller ut fra en felles mal kan være et alternativ.

De siste årene har det vært snakket mye om at man ønsker å gå over til det papirløse samfunn og at modellen fullt ut skal erstatte bruk av tegninger. For at dette skal være mulig må det implementeres verktøy i programvaren som gjør det mulig å ta kvalitetskontroll av prosjekterte data. Innen vegfaget kan dette konkretiseres ved at det mangler informasjon om prosjekterte parametere som kurveradier, stigningsforhold, overhøyde og lignende i modellene. Lignende funksjonalitet savnes også under

prosjektering hvor man kunne fått varsler når man prosjekterer noe som ikke er i henhold til håndbøkene.

En bruker nevner at det er en «missing link» mellom bruk av trafikkmodeller og 3D-modeller, og skulle gjerne sett at man kunne inkludere trafikkfaget i 3D-modeller. Respondenten legger til at flere av programmene som benyttes til trafikkmodeller i dag har dårlige presentasjonsverktøy og at det kunne vært veldig interessant å inkludere og presentere dataene i 3D-modell. Annen trafikkfagrelatert informasjon kunne også vært inkludert i modeller som ulykkesdata og funksjonalitet for å vurdere trafiksikkerhet. En annen «missing link» er overgangen mellom ulike prosesser og bruk av modell. Modellene inneholder per i dag mye data som ikke blir overført fra planfase til planfase, og til geodatafunksjoner som NVDB og øvrig arkivering av data.

Til slutt nevnes det at flere mener brukervennligheten i programmene kunne vært bedre. Det ville vært lettere å bytte mellom programmene om layouten var noen lunde lik. Flere respondenter mener at programvareutviklerne har mye å lære av spillutviklere hva gjelder brukervennlighet og intuitivitet.

4.4. Hvilke grep kan gjøres for optimalisere bruken av 3D-modeller i ulike planfaser

Under dette punktet ble respondentene utfordret på hvilke grep man kan gjøre for å optimalisere bruk av 3D-modeller generelt og rettet mot de spesifikke planfasene. Deretter ble de spurt om de så utfordringer ved å innføre foreslåtte optimaliseringsgrep.

Et punkt som blir presisert av flere respondenter er viktigheten av å etablere en god arbeidsmetodikk og rutiner fra starten av i prosjektet. En respondent anbefaler tydelig bruk av 3D og DAK-manual, i tillegg til at mål og forventninger til 3D-modell avklares i oppstartsmøte. Herunder er bruk av modell og detaljeringsgrad viktige delpunkter. Videre må manualer og rutiner følges opp, og bruken av modellen være bevisst forutsatte krav og forventninger. Det bør utpekes en modellkoordinator ved oppstart av prosjektet. Deretter blir det modellkoordinators ansvar at alle punkter blir fulgt opp og at modellen blir tilgjengelig fra en tidlig fase i prosjektet. Det bør også være klarhet i bestilling fra tiltakshaver/oppdragsgiver for hvilke forventninger som fins til modellen.

Resultat

Bevissthet og kunnskap rundt valg av programvare for modellen er avgjørende for bruks- og nytteverdien av modellen gjennom prosjektet. Valg av riktig programvare kan spare prosjektgruppen for mye jobb. Valg av programvare må ihensynta prosjektets spesifikke behov. Å velge riktig programvare til riktig tidspunkt er et avgjørende punkt. Et alternativ kan være å benytte ulike programvarer til ulike tidspunkt ettersom prosjektet skrider frem, med enklere og lettere programvare i starten som er lett å oppdatere, og mer detaljerte modeller med tyngre programvare etter hvert.

Flere respondenter mener at utviklingen innen programvare kan spille en betydningsfull rolle i å optimalisere bruken av modeller. Bedre programmer med økt brukervennlighet, bedre funksjonalitet og lettere modeller vil gi gevinst. Det dukker stadig opp nye programmer på markedet, og det vil være hensiktsmessig å utforske de ulike tilgjengelige programmene.

Modellen bør være så lett som mulig forutsatt at alt av nødvendig data er inkludert, slik at det er minst mulig jobb å oppdatere modell. Den bør også være tilgjengelig for alle som potensielt kan ha nytte av den, spesielt alle innad i prosjektgruppen. Med tilgjengelig menes på et åpent og fritt format som ikke krever høy brukerterskel eller avansert maskinvare.

For å kunne gå over til modell som eneste leveranse og hjelpemiddel i prosjekteringen avhenger det av at nye verktøy blir implementert i programvaren. Man avhenger av verktøy for å kunne kontrollere at tiltaket er prosjektert etter gjeldende geometriske standarder. Dette kunne vært gjennomført mer effektivt ved at det fantes funksjoner i 3D-programvaren som automatisk markerte feil. I tillegg trenger man verktøy og systemer for å markere feil, og kommentere endringer i modellen.

Noen av respondentene mener at man kan utnytte potensialet til modeller bedre ved å lukke gapene eller «missing links» mellom planfaser, overlevering til geodata, NVDB og arkivering av data i tillegg til manglende bruk av trafikkfaget i modeller gjennom trafikkanalyser, trafiksikkerhet og ulykkesdata. Per i dag ser det ut til å være praksis at prosjektert data fra en planfase i liten grad brukes direkte videre i neste planfase. Fagmodeller og tverrfaglige modeller lages fra grunnen i hver planfase. Respondentene er tvetydige på årsakene, men de antas å være sammensatte. Tradisjonelt brukes lite prosjekterte data direkte videre uansett bruk av modeller eller ei, andre potensielle årsaker er bruk av forskjellig programvare, og manglende funksjonalitet for overføring av modeller mellom programmer.

Utfordringer man ser ved å gjøre grep for optimalisere 3D-modeller er kjente mekanismer som å bryte fastsatte mønster, og at det alltid finns motstand mot endringer. Flere mener det er vanskelig å få aksept for å bruke mer tid på 3D-modeller, selv om det er med formål om at det skal spare prosjektet for større endringer og utgifter senere. Det fins også utfordringer innen programvareutviklingen da denne styres av markedskrefter. Programmer er gjerne tilpasset bruk i andre land, det kan derfor være vanskelig å få optimalisert programvare for bruk i et lite land som Norge.

4.4.1. Kommunedelplan

Flere respondenter mener at det ligger et større uutnyttet potensiale innen bruk av modeller for konsekvensutredningen for både prissatte og ikke prissatte tema. Ved å legge inn verdidata for fagene naturmangfold, kulturmiljø, naturressurser, nærmiljø og friluftsliv og landskap og bruke disse aktivt i utredningen kan man få et større perspektiv på sine fag sett i lys av hvordan trasealternativene ligge plassert i terrenget, og gjøre mer helhetlige vurderinger basert på et bedre grunnlag.

I en kommunedelplan mener flere respondenter at det i tidlig fase av prosjektet bør være nok å illustrere bare senterlinjer i modell, dvs. vegtrase uten skråningsutslag men med et standardprofil i bredde. Ved å bruke denne detaljeringsgraden blir modellen rask og enkel å oppdatere, hvilket kan gi en tidsbesparende gevinst. Etter hvert som alternativene begynner å utkrystallisere seg kan man detaljere modellen med skråningsutslag, broer og lignende for å kunne analysere og sammenligne alternativer mot hverandre i konsekvensutredningen.

4.4.2. Reguleringsplan

Modeller i reguleringsplan har potensiale for å bli mer brukt som prosjekteringsverktøy. Dersom man hadde overkommet utfordringen med å få raskt oppdaterte modeller kan alle fag jobbe simultant og tilpasse seg de andres fag endringer. Per i dag er fins det ikke et program som håndterer prosjektering av alle fag i vegprosjekter og fungerer som visualiseringsverktøy. Dette fordrer importering og konvertering av fagmodeller fra ulike fag til felles 3D-program. Per nå går det for mye tid til oppdatering av modeller til at det fungerer å bruke som et effektivt prosjekteringsverktøy. Import av data fra øvrige fag gjør arbeidsprosessen tungvint. Utfordringen er sammensatt og krever blant annet endring av programvare og filformater.

Resultat

Reguleringsplan er fase som på mange måter ligger midt mellom kommunedelplan og byggeplan og krever derfor noen felles behov med begge planfasene ved eksempelvis å kreve en viss grad av detaljering samtidig som modellen bør være enkel og effektiv i bruk som prosjektering- og visualiseringsverktøy. En slik kombinasjon av behov gjør det vanskelig å finne en optimal programvare. Flere respondenter gir sine tanker rundt å kombinere ulike programvarer for å oppnå en optimal bruk i denne planfasen. Hvor man i en tidlig fase av planen bruker programmer som er gode presentasjonsverktøy, gir enkel oppdatering av modell og hvor linjen fremdeles kan leve. Etter hvert som prosjektet skrider frem vil det oppstå større behov for flere fagmodeller, mer detaljer og kollisjonskontroll mellom fagmodeller, da kan det tenkes at det er mer egnet å gå over til andre program.

Andre momenter som respondentene trekker frem er at det er viktig å tidlig enes om riktig detaljeringsnivå slik at man ikke bruker unødvendig mye tid på å lage for detaljerte modeller. I reguleringsplan skal det fremdeles foreligge enn viss frihet til ytterligere optimalisering innenfor planens begrensning i byggeplan.

Flere respondenter mener det finnes et potensiale for bruk av 3D-modeller innen kartanalyse, sol og skyggeanalyse og verdiinformasjon fra ulike databaser. En respondent ønsker en felles database for geotekniske, geologiske og øvrige lignende grunnlagsdata som man kunne benyttet på samme måte i modeller som ortofoto via WMS-tjenste. Det nevnes for øvrig av flere at de mener arealplanfaget er for lite inkludert i bruk av modeller. I enkelte prosjekter draperes reguleringsplankartet i modellene til slutt, men det finnes også et potensiale for å bruke 3D-verktøy underveis i utarbeidelsen av arealplanen.

5. Diskusjon

Dette kapittelet omhandler drøfting og tolking av resultatene som fremkommer i kapittel 4. Resultatene blir relatert til litteratur og tidligere forskning presentert i teorikapittelet. Metodene benyttet for innsamling av empiriske data er kvalitative forskningsintervju og casestudier som gir viktig innsikt i temaet, men er lite generaliserbare. Kapittelets oppbygning er basert på inndeling etter rapportens forskningsspørsmål.

5.1. Hvordan blir 3D-modeller benyttet i ulike planfaser

Det praktiske studiet viser gjennom intervjuer og casestudier til en utbredt bruk av 3D-modeller i store vegprosjekt i alle planfaser og hvor planleggere og prosjekterende stiller seg positiv til utviklingen til utstrakt bruk av modeller. Brukerne ønsker å arbeide med modeller fra oppstart av prosjekt og gjennom hele planleggingsprosessen til slutføring, presentasjon og vedtatt plan. Flere respondenter trekker også frem potensielle bruksområder for utvidet bruk av modeller. Disse funnene er ikke overraskende, men representerer kjente holdninger som stemmer overens med lignende funn gjort av Syltern (2015) og Aaserud (2014).

Respondentene enes om at 3D-modeller har **to hovedfunksjoner**, en som **prosjekteringsverktøy** og en som **visualiseringsverktøy** hvilket gjelder begge planfaser, hvor det igjen finnes mange ulike underformål og bruksområder som kan variere fra planfase til planfase, og fra prosjekt til prosjekt alt etter detaljeringsgrad, kompleksitetsnivå og lignende. At modellene representerer flere hovedfunksjoner er viktig da det er med å rettferdiggjøre bruk av ressurser i utarbeidelse av modeller.

De fleste respondentene trekker frem modellens visualiseringsfunksjon som den aller viktigste i tidlige planfaser. Denne påstanden begrunnes med at modellene gir folk flest en helt annen **forståelse** av hva tiltaket innebærer og hvilke dimensjoner som foreligger enn gjennom presentasjon av tradisjonelle plantegninger. Målbarheten av denne effekten er vanskelig å kvantifisere men det levnes liten tvil om at effekten er viktig.

Som prosjekteringsverktøy avhenger bruken varierer mer fra planfase til planfase. I kommunedelplan brukes modellen i stor grad til **linjesøk** og **sammenligne alternativer** mot hverandre. Ved hjelp av modellen kan de prosjekterende enklere se hvordan linjene blir liggende i terrenget, om de ser gjennomførbare ut, og hvordan de kan optimaliseres. I reguleringsplan er modellene mer detaljerte fra et tidlig stadium i prosjektets fremløp.

Flere fag er representert med sine respektive **fagmodeller**. En viktig del av bruksområdene er **kollisjonskontroll** mellom ulike fag, og mellom fag og grunnlagsdata. Modellen skal gi grunnlag for å konkludere med om tiltaket er byggbart og at **tilstrekkelige areal blir regulert** til at tiltaket er gjennomførbart. Det virker som om 3D-modell som prosjekteringsverktøy er viktigere i en reguleringsplan enn kommunedelplan, samtidig som bruken er mer komplisert. Studiene til Fanning (2014) og Strafacci (2014) peker på kvantifiserbare effekter ved bruk av BIM i form av påvirkning på prosjekter i tidlige faser hvor endringer koster mindre, og sparte kostnader fremkommer i form av mindre endringer på byggeplass. Figur 1 viser en grafisk fremstilling av hvor viktig det er at endringer kommer på et tidlig tidspunkt i forhold til kostnader i prosjektet. Det er en tydelig generell holdning i studien at bruk av modeller i prosjektering gir en annen form for oversikt og kontroll av planlagte data enn tradisjonell bruk av plantegninger.

5.2. Hvilke styrker og svakheter ser man ved dagens bruk

Respondentene i studien nevner mange ulike fordeler man oppnår ved bruk av modeller, men spesielt et punkt står frem. Dette gjelder den unike **formidlingsevnen** 3D-modeller har for å skape **forståelse**. Vegprosjekter er ofte store, omfattende og komplekse og det å formidle prosjektets innhold, karakter og konsekvenser til hver enkelt interessent på riktig nivå har vært en stor utfordring for fagfolk gjennom mange år. En av årsakene til at det er viktig å få interessenter til å forstå prosjektet er **medvirkning**. Alle offentlige planprosesser skal legge til rette for medvirkning ved at enkeltpersoner og grupper skal kunne delta i, og påvirke offentlige utrednings- og beslutningsprosesser jf. Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2014). Mange av respondentene formidler på ulike måter at de har sett en endring i medvirkning etter at man tok i bruk 3D-modeller som visualiseringsverktøy. Innspill til planer er ofte mer saklige enn hva man så tidligere da innspill ofte var berettet på misforståelser i forhold til hvordan prosjektet ville bli seende ut. De fleste føler også at man får flere interessenter på banen og på et tidligere tidspunkt enn før, hvilket er veldig gunstig da påvirkningskraften er størst i tidlig fase av prosjektet som man kan se fremgå av SVV Figur 9: Grad av medvirkning i planprosess (Statens vegvesen 2016d).i teorikapittel 3.3.4.

Respondentene svarer også at de ser klare fordeler ved bruk av 3D-modell som prosjekteringsverktøy. De brukes aktivt i møter for å diskutere utfordringer og løsninger

og forstå hverandres fag. **Tverrfaglig samarbeid skaper felles forståelse**, dette bekreftes i Fannings (2014) studie som trekker frem at tverrfaglig samarbeid er med å bidra til å redusere designfeil og misforståelser, som i sin tur reduserer risiko og ansvar. Dette er en av de største fordelene med bruk av modeller og BIM, og således viktig å fremheve for å forsvare de ekstra ressursene som går med til økt planleggingsbudsjett ved bruk av modeller.

De fleste respondentene er enige om at det **tar for lang tid å oppdatere modeller**. Spesielt på reguleringsplannivå hvor man har mer detaljerte modeller. Flere trekker frem at modellene er utdatert innen de er oppdatert. Dette var også tilfellet i case-studiet E18 Tvedestrand – Arendal. Det kan dog diskuteres om dette problemet kun er rent modellert orientert. Ved tradisjonell planlegging og bruk av plantegninger får man også en oppdateringsfase hvor fag avhenger av hverandre, og det vekselvis må gjøres tilpasninger etter behov. Med et økende fokus på effektiv prosjektering og bygging er dette utfordringer som bør betraktes nærmere sett i lys av hvordan man kan løse slike utfordringer mer effektivt uten at det forringer kvaliteten på planlagte data.

Av respondentene som har erfaring med å utarbeide 3D-modeller er de enige om at den største mangelen er at de ikke fins en **felles utvekslingsplattform** i form av filformater. De er overbevist om at dersom dette hadde eksistert ville det blitt mye enklere å sette sammen tverrfaglige modeller og oppdatere modeller. Dette er en utfordring som må adresseres til programvareutviklere. For å fremskynde utviklingen bør store aktører gå sammen og sette press på programvareutviklerne.

Det anses som utfordrende å finne **riktig programvare** på reguleringsplannivå da man har noen behov som er overordnet og noen mer detaljerte behov. De fleste programmer er tilpasset et av nivåene. Et alternativ er å vurdere bruk av forskjellig programvare underveis i prosjektets fremløp.

Et annet element som blir trukket frem under intervjuene er at det kan være utfordrende å lage modeller med riktig detaljnivå. Hva som er **riktig detaljnivå** må vurderes fra prosjekt til prosjekt blant annet etter hvilken planfase prosjektet er i. Det kan være en utfordring at modellene gir inntrykk av å være mer bearbeidet enn de virkelig er. Man bør være bevisst på at de data som fremvises i modell er gjennomarbeidet i forhold til representativt plannivå. En løsning for å fremheve kommuneplanens relativt lave detaljeringsnivå er å gi modellen en skissemessig utseende.

Under intervjuene ble respondentene spurt om de syntes gjeldende **håndbøker** var godt nok dekkende for bruk av 3D-modeller i kommunedelplan og reguleringsplan. Den generelle holdningen var at når det gjaldt håndbøkene var at de **ikke er nok tilpasset plannivåene** i tidlige planfaser og at det fins forbedringspotensial på dette området. Likevel mente de fleste at håndbøkene hadde forbedret seg på temaet den siste tiden og at de var fullt brukbare. Av nylige forbedringer som er gjennomført nevnes spesielt et delkapittel som angir 3 ulike detaljeringsgrader av visualiseringsmodeller, hvilket er presentert i rapportens teoridel i kapittel 3.2.5. Det ble ikke oppfattet at håndboken var begrensende i forhold til bruk av modeller i betydelig grad, men at det kan skape utfordringer i forhold til hvilket detaljnivå modellen skal ligge på. Det var dog noe uenighet rundt dette punktet i undersøkelsen, da en respondent var tydelig på at håndbøkene ikke kan dekke alle situasjoner og at planleggere og prosjekterende må bruke sunn fornuft.

5.3. Hvilke behov har ulike planfaser til funksjonalitet i 3D-programvare, og hvilken programvare er mest egnet for hvilke planfaser

Både casestudien og intervjuene viste at det er viktig at 3D-modeller i kommuneplanfase **håndterer store datamengder**. Modellens bruksområde som prosjekteringsverktøy avhenger av dens evner til å håndtere store datamengder og raske endringer. Det andre hovedpunktet som ble trukket frem i studien var behov for **presentasjonsfunksjonalitet**. Behov for å håndtere store datamengder, raske endringer og oppdateringer samt presentasjonsmuligheter bør være avgjørende for valg av programvare i kommunedelplan. Alle respondentene enes om at **Infracore** er et egnet verktøy for bruk i kommunedelplan og majoriteten av de spurte ville valgt dette som verktøy dersom de skulle ha startet på et nytt kommunedelplanprosjekt. Det er mulig noen av de mindre kjente programmene kan være et godt alternativ til Infracore, og åpne opp for nye muligheter, som eksempelvis Quantm.

I reguleringsplan ble 3D-modeller trukket frem som enda viktigere som **prosjekteringsverktøy**. En viktig egenskap er å kunne importere fagmodeller utarbeidet i andre programmer og **håndtere ulike filformater**, i tillegg til god kontroll på flater og objekter og ha mulighet til å kontrollere fag mot hverandre gjennom **kollisjonskontroll**. Som **presentasjonsverktøy** stilles det ganske like forventninger som ved en kommunedelplan ved at det er lett å eksportere ut presentasjonsfiler, og at modellen har en funksjonell

innsynsløsning. Respondentene uttrykte stor grad av usikkerhet rundt hva som er det optimale programmet for reguleringsplanfase. Dette skyldes trolig at mange mener at det per dags dato ikke finnes et optimalt program. Flere resonerte rundt muligheten av å **kombinere ulike 3D-programer** underveis i planprosessen, hvorpå man brukte et mindre detaljert program i første halvdel for så å gå over til et mer detaljert programvare i andre halvdel. Ut i fra respondentenes varierende meninger var det vanskelig å si at det ene programmet var å foretrekke over det andre, men flere helte mot å bruke **Virtual map** mot sluttfasen av reguleringsplan selv om de var klar over programmets svakheter.

Generelt har respondentene mye meninger hva gjelder **mangler i programvare**. Det nevnes en rekke funksjoner og tilpasninger som savnes. Det kan dog diskuteres om alle mulighetene som ligger i eksisterende programvare utnyttes til fulle, og at de innehar et større potensiale enn hva som er kjent for brukerne. Men det levnes liten tvil om at de prosjekterende hadde hatt stort utbytte av en **felles utvekslingsplattform av filformater** som alle programmer tolket på samme måte, slik at all prosjektert info ble ivarettatt uansett bruk av program for tverrfaglig- og visningsmodell. Denne begrensingen i programvare kunne løst utfordringen med at oppdatering av modeller fungerer dårlig i praksis. Generell tilrettelegging for bruk verktøyene i vegprosjektering ville vært hensiktsmessig, eksempelvis gjennom ferdigoppsatte maler som fører til lik bruk i alle prosjekter, i tillegg til intuitivt brukergrensesnitt på programvaren slik en kan omfavne flest mulige brukere og utnytte programmenes funksjonalitet til det fulle. Det ble nevnt potensielle utviklingsområder i 3D-programvare gjennom funksjonalitet innen kvalitetssikring, mengder, trafikk, grunnlag og geodata. Men en utfordring ved å innføre funksjonalitet som ingeniører vanligvis gjør manuelt i dag er å overlate faglig kunnskap til automatiserte funksjoner. Dersom slik funksjonalitet innføres må en sørge for å ivareta konseptet med utførelse av faglig kontroll. En løsning er å sørge for at modellene blir fylt med mer informasjon, men at kontrollene fremdeles gjøres manuelt.

5.4. Hvilke grep kan gjøres for optimalisere bruken av 3D-modeller i ulike planfaser

Under diskusjon av dette spørsmålet vil man se en grad av gjentakelse av momenter og diskusjoner fra kap 5.1– 5.3 da spørsmålene har nær relasjon til hverandre og bindes sammen gjennom spørsmål angående optimaliserende tiltak.

Det anses som avgjørende for modellens bruk å fastsette **klare rammebetingelser** fra starten av prosjektet. Prosjektgruppens medlemmer og tiltakshavere må i fellesskap enes om forventninger, bruksområder og detaljeringsgrad for modellen. En vanlig måte å dokumentere dette på er gjennom å utarbeide en **DAK og 3D-manual** for prosjektet. Manualen bør blant annet inneholde spesifikke krav for når og hvor ofte modellen skal oppdateres, og hva dette krever av leveranser fra forskjellige fagtema. En lignende studie gjort av Aaserud (2014, s 79) viser funn som bekrefter dette ved å konkludere med at

Det må etableres en felles forståelse av BIM i prosjektet og økt fokus på aktivt bruk. Prosjektdeltakerne må være innforstått med hvilke muligheter BIM tilbyr, og ikke minst vite hvordan man benytter seg av disse. Det anbefales å tilsette BIM-koordinatorer som i tillegg til dette sørger for at verktøyene er i orden, følger opp fremgang og utvikling, koordinerer arbeidet, og kommuniserer med programvareleverandør for brukerstøtte og hensiktsmessig utvikling.

I Høifors (2012) utarbeidede strategi for 3D-modeller var viktige elementer fast møtестruktur, felles enighet om detaljeringsnivå på 3D-modell, strukturert prosjektering med utgangspunkt i en felles mal og oversikt over de ulike faglige bidragene og dets grensesnitt og avhengigheter mellom hverandre.

Valg av **riktig programvare til riktig tidspunkt og riktig detaljnivå** på modell anses som avgjørende for hvor optimalt bruken av modellen kan tilregnes. Med valg av riktig programvare til riktig tidspunkt menes at programmet er tilpasset plannivå, detaljnivå, forventningsnivå og kompleksitet i prosjektet. Valg av riktig programvare kan variere innen et plannivå. Med riktig detaljnivå menes at det som presenteres i modellen er representativt for det stadiet man er på i prosjekteringen. Det bør ikke fremvises detaljer som ikke er gjennomarbeidet, og således bruke tid på elementer som ikke er hensiktsmessige. Prosjektgruppen bør ha et bevisst forhold til hva som er «godt nok». Detaljnivå på modell bør være fastsatt på oppstartsmøte og enes om mellom prosjekterende og prosjektledelse, mens valg av programvare kan vurderes fortløpende og besluttes av modellkoordinator i samsvar med de prosjekterende.

Flere respondenter har uttalt at det mest kritiske punktet for hva som ikke fungerer optimalt i dagens bruk av 3D-modeller er innen oppdatering av modeller og utveksling av filformater. Det savnes en **felles utvekslingsplattform** for filer i samferdselsprosjekter hvilket kunne ha forenklet prosessen og minimalisert tidsbruken for oppdatering av

modeller i stor grad. Som diskutert i kapittel 5.2 er dette er en utfordring som i stor grad ligger i hendene til programvareutviklerne.

Respondenter som jobber for tiltakshaver trekker frem at det ønskes større grad av **kvalitetssikringsfunksjoner** i modeller da man etter hvert ser for seg en gradvis utfasing av plantegninger. Innebygde funksjoner som kan varsle om avvik fra håndbøker kan spare tiltakshavere for mye tid i kvalitetssikringsarbeidet. Likeledes vil en kunne minimere bruken av plantegninger. Som diskutert i kap 5.3 kan det være en fare ved å overlate slike funksjoner til å bli for automatiserte ved at man overstyrer ingeniørers faglige kontroll, en må derfor gjøre slike tilpasninger med omhu.

Det er en bred enighet om at det foreligger et **uutnyttet potensiale** innen bruk av modeller i kommunedelplanens i **konsekvensutredningsfase**. Innen ikke prissatte tema handler det om å inkludere en faggruppe som tradisjonelt sett ikke har erfaring med bruk av slike verktøy. Når det gjelder prissatte tema og anvendelse av data til bruk innen effekt og anslagsberegninger er det en «missing link» mellom prosjekterte data og uttak av anvendelige data. De prosjekterte data foreligger og en har med unntak av trafikkdata alle data i modeller, men det lite tilgjengelig funksjonalitet for uttak av data som kan implementeres direkte i **effekt og anslagsberegninger**.

I reguleringsplan omhandler optimaliseringen i stor grad å være konsekvent hva gjelder bruk av verktøy, programmer og detaljeringsnivå på modeller. Utfordringen ligger i å finne en fungerende arbeidsmetodikk for hele prosjektgruppen slik at modeller aktivt blir brukt som et **prosjekteringsverktøy** i hele planprosessen. Inkludering av arealplanfaget i tidlig fase i modell anses som en fordel.

Uansett hvilken planfase man befinner seg i er **missing links** mellom prosesser en utfordring. Respondentene ytret at det fins stor grad av forbedringspotensial i overgangsfaser som mellom planfaser, overlevering til geodata, NVDB og arkivering av data. Dette er dog ikke en utfordring som bare er knyttet til modeller, da problemet har vært en kjent utfordring i mange år ved at det produseres mye data som ikke blir hensiktsmessig ivaretatt og videreført. Her ligger mye av ansvaret hos tiltakshaver, som trenger bedre rutiner for hvordan dette skal følges opp. Et alternativ er å se til andre land for inspirasjon til hvordan dette kan ivaretas på en bedre måte.

Dersom en skal lykkes med å innføre grep for å optimalisere bruk av 3D-modeller må en ta motstanden i betraktning. Folks naturlige iboende **skepsis mot endringer** og motstand

mot å ta i bruk nye verktøy og funksjoner må i hensyntas. Lignende funn er gjort av Aaserud (2014, s. 49) «Folk holder seg gjerne til de tradisjonelle prosessene og verktøyene de er vant med, og terskelen for å ta i bruk BIM blir høy hvis de føler seg utrygge». For å inkludere flere brukere og fagfelt og minke den generelle skepsis må programmer og funksjonalitet tilrettelegges slik at verktøyene kan bli mer **brukervennlige og intuitive**, gjerne ved å bygge på kjente layouts. Utvikling av programvare er et sentralt moment i forhold til å få en optimal utnyttelse av modeller. Per i dag kan en se mange bruksområder hvor modeller ikke har nådd sitt potensiale. For å utnytte potensielle bruksområder er en avhengig av at programmene videreutvikles og tillegges nye funksjoner. I tillegg må fordeler ved bruk av 3D-modeller fremmes ved å dokumentere hvilken nytteverdi modeller har blant annet gjennom bedre planlegging og sparte kostnader i anleggsfase.

I teoridelens kapittel 3.3.6 om øvrige gjennomføringsmodeller nevnes det at markedet er i endring i form av en ny stor aktør, Nye Veier AS. Hvilke effekter og endringer man vil se som følge av dette er vanskelig å si på forhånd. Nye veier har foreløpig ikke gitt føringer av vesentlig karakter som kan antyde i hvilken retning selskapet vil påvirke planleggingsprosessene og bruk av 3D-modeller, men av de kontrakter som har vært utlyst på markedet så langt kan tyde på at Nye Veier anser bruk av totalentrepriser som hensiktsmessig. Eventuelle påvirkninger av flere totalentrepriseprosjekter vil hovedsakelig gjøre seg gjeldende i byggeplan og sannsynligvis ikke påvirke planprosessen regulerings- og kommunedelplan i vesentlig grad da de historisk sett ikke inngår som en del av pakken totalentreprise omfatter.

6. Konklusjon

Dette studiet tar for seg optimalisering i bruk av 3D-modeller i tidlige planfaser, herunder kommunedelplan og reguleringsplan. Dette kapittelet presenterer konklusjoner og anbefalinger gjort på bakgrunn av det praktiske studiets formål gjennom å besvare rapportens problemstilling «**Hvordan kan bruken av 3D-modeller optimaliseres i forhold til ulike planfaser i vegprosjekter?**» For å besvare oppgavens problemstilling er det utformet 4 forskningsspørsmål som skal danne grunnlaget for å besvare problemstillingen. Forskningsspørsmålene er:

- Hvordan og til hvilke formål blir 3D-modeller benyttet i ulike planfaser?
- Hvilke styrker og svakheter ser man ved dagens bruk?
- Hvilke behov har ulike planfaser av funksjonalitet i 3D-programvare, og hvilken programvare er mest egnet for hvilke planfaser?
- Hvilke grep kan gjøres for optimalisere bruken av 3D-modeller i ulike planfaser?

6.1. Generelle optimaliserende tiltak

I denne studien er det benyttet kvalitative forskningsmetoder for å innhente empiriske data gjennom intervju med 6 fagpersoner med bred erfaring innen bruk av 3D-modeller enten som planleggere, prosjekterende eller prosjektledere hvor de har ledet prosjekter med bruk av modeller eller selv bidratt til å koordinere eller utarbeide modeller. I tillegg er det gjennomført casestudier av 2 ulike prosjekter hvor bruk av 3D-modell var et viktig planleggingsverktøy. Prosjektene som ble gjennomgått i casestudiene er reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal og kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest. Det er også gjennomført et studie innen etablert forskningslitteratur på temaet for å oppnå et bredere teoretisk fundament for studien.

Gjennom studien fremkommer det en generell positiv holdning til bruk av modeller, og at ytterligere bruk av modeller er vegen å gå fremover. Det understrekes at dagens bruk av modeller kan optimaliseres og det finnes et større potensiale i modellene enn hva som oppnås i dag. Blant områder hvor modellene har større potensiale nevnes konsekvensutredning, kvalitetssikring, mengdebeskrivelse, trafikk, arealplan, grunnlag og geodata. Under fremheves noen av de viktigste funnene i studien.

Konklusjon

Forslag til tiltak for å optimalisere bruk av 3D-modeller i ulike planfaser i vegprosjekter:

- Bruk av DAK og 3D/BIM-manualer
- Bruk av 3D/BIM-koordinator
- Enighet om felles forståelse av modellens bruksområder og detaljnivå blant hele prosjektgruppen, inkludert tiltakshaver/oppdragsgiver.
- Gode rutiner
- Effektiv arbeidsmetodikk for oppdatering av modeller
- Bruk av riktig programvare og detaljnivå på riktig tidspunkt
- Utarbeide en felles utvekslingsplattform av filformater
- Viktig med gode innsynsverktøy for å inkludere flest mulig i modellen, som krever liten teknisk innsikt og lite krav til maskinvare
- Videreutvikle funksjonalitet i programvare
- Utnytte potensiale i «missing links» innen kvalitetskontroll, trafikk, grunnlag og geodata.
- Tilpasse håndbøker i forhold til krav om detaljeringsnivå per planfase
- Utforske ny tilgjengelig programvare

Av kulepunktene nevnt over er det slik at noen av tiltakene gjennomføres delvis allerede i prosjekter og må videreføres, noen punkter er tilgjengelige men utnyttet ikke til det fulle og noe må utvikles for å kunne benyttes. Enkelte tiltak er mer viktige for noen planfaser enn andre og ulike aktører må ta ansvar for at det kan gjennomføres. Under er det laget en tabell for å gi en oversikt over tiltakenes aktuelle planfase, ansvar og tilgjengelighet.

Forkortelser i tabell: KDP=Kommunedelplan, RP=Reguleringsplan, K=Konsulent, SVV=Statens vegvesen/Tiltakshaver, U=Utvikler.

| Tiltak | Planfase | Ansvar | Tilgjengelighet |
|--|----------|--------|------------------|
| DAK og 3D/BIM-manualer | Alle | K | Ja |
| 3D/BIM-koordinator | Alle | K | Ja |
| Felles forståelse av bruksområder og detaljnivå | KDP | K/SVV | Ja |
| Gode rutiner | Alle | K | Ja |
| Effektiv arbeidsmetodikk for oppdatering av modeller | Alle | K | Til en viss grad |
| Riktig programvare | Alle | K | Til en viss grad |
| Riktig detaljnivå | KDP | K/SVV | Ja |
| Felles utvekslingsplattform av filformater | RP | U | Nei |
| Gode innsynsverktøy | Alle | U | Til en viss grad |
| Videreutvikle programvare | RP | U | Må iverksettes |

| | | | |
|--|---------|-------|----------------|
| Utvikle funksjonalitet innen kvalitetskontroll | RP | U/SVV | Må iverksettes |
| Utvikle funksjonalitet innen trafikk | KDP | U/SVV | Må iverksettes |
| Utvikle funksjonalitet innen grunnlag | Alle | U/SVV | Må iverksettes |
| Utvikle funksjonalitet innen geodata | Alle | U/SVV | Må iverksettes |
| Tilpasse håndbøker | KDP | SVV | Må iverksettes |
| Utforske ny tilgjengelig programvare | KDP, RP | K | Ja |

Tabell 1 Foreslåtte tiltaks aktuelle planfase, ansvar og tilgjengelighet.

Forslag til tiltak for å optimalisere bruk av 3D-modeller spesielt rettet mot vegprosjekter i kommunedelplan:

- Benytte programvare som er tilrettelagt for raske endringer og oppdateringer
- Benytte programvare som er tilrettelagt for store datamengder, slik at modellen fremstår lett å håndtere og manøvrere
- Unngå unødvendig detaljering
- Benytte programvare med gode visuelle egenskaper, hvor en kan få fine modeller med bruk av liten tid
- Utnytte potensiale for bruk av modell i konsekvensutredning
- Fremheve at prosjektet er på et skissenivå

Forslag til tiltak for å optimalisere bruk av 3D-modeller spesielt rettet mot vegprosjekter i reguleringsplan:

- Legge til rette for effektiv bruk som prosjekteringsverktøy
- Oppdatere modeller ofte, og ikke ha for mye forsinkelse i modell
- Vurdere bruk av programvare fortløpende i prosjekt
- Modellen skal også fungere som visualiseringsverktøy
- Vurdere bruk av to modeller, en tverrfaglig modell og en visualiseringsmodell
- Utnytte potensiale for bruk av modell innen arealplan
- Viktig med gode rutiner og dokumentasjon av kollisjonskontroll og kvalitets-sikring
- Benytte programvare som håndterer forskjellige filformater

De viktigste funnene som fremkommer i studien er oppsummert i punktene ovenfor. Mer utfyllende informasjon om funnene er utdypet i avsnittene under i form av mer detaljer rundt behov og anbefaling av programvare og optimaliserende bruk av modeller.

6.2. Beskrivelse av optimaliserende tiltak

Behov for funksjonalitet i 3D-programvare gjenspeiler planfasens natur. I en kommunedelplanfase er typiske kjennetegn linjesøk i store prosjektområder, med raske endringer. Modellen må være i stand til å håndtere store datamengder i form av stor geografisk utstrekning på interesseområder hvilket ofte kan dreie seg om områder i langt større utstrekning enn selve prosjektområdet. Modellen bør være lett å håndtere og manøvrere seg rundt i. Det forventes ikke et høyt detaljeringsnivå, men linjealternativer vil være flyktige spesielt i første halvdel av kommunedelplanen. Dette fordrer raske oppdateringer av modeller med stadig nye linjer, endring av eksisterende alternativer eller fjerning av andre. I tillegg må modellen være egnet til å visualisere prosjektets status og omfang til alle interessenter i form av uttak av stillbilder, videoer og fremvisnings av aktiv modell til enhver tid. Verktøyet bør også fungere som prosjekteringsverktøy for prosjektgruppen innad.

Av de programmer som er kjente anses Infracore som det mest egnede programmet i kommunedelplan. Programmets evne til å håndtere store datamengder uten å tyngte modellen og muligheter for raske oppdateringer og endringer ved lavt detaljeringsnivå, samt de visuelle egenskaper gjør anbefalingen tydelig. Selv om programmet anses som mest egnede er det ikke uten ulemper, Infracore innsynsløsning og evne til å håndtere filformater fra Novapoint trekker ned.

Reguleringsplanfasen er en detaljering av tiltaket innenfor vedtatt korridor i kommunedelplan. Det viktigste formålet med en reguleringsplan er å sørge for at tiltakets omfang blir klarlagt, og at tilstrekkelige areal settes av og kontrollere at prosjektet er gjennomførbart og kan bygges. For programvaren vil dette si at man fremdeles har et behov for et relativt stort prosjektområde, men i tillegg vil detaljere modellen i større grad. I reguleringsplan settes flere fagmodeller og grunnlagsmodeller sammen til en tverrfaglig modell. Programmet må derfor håndtere store datamengder og mange detaljer samtidig, i tillegg til å håndtere flere ulike fag og filformater. Det behøves funksjoner for å kontrollere fag mot hverandre og mot grunnlagsdata, også kjent som kollisjonskontroll. Det er en stor fordel at det er enkelt å ha god kontroll på flater og objekter i modellen, gjennom en oversikt hvor flater og objekter enkelt kan sorteres etter fag og egenskaper.

En tydelig anbefaling av programvare for store vegprosjekter i reguleringsplanfase fremkommer ikke gjennom studien. Årsaken til dette er at planfasens varierende og til

dels sprikende behov ikke er optimalt dekket av de programmene man kjenner til i dag. I reguleringsplan har man både overordnede behov og andre mer detaljerte behov. Programvarene er som regel tilpasset det ene eller andre formålet. Et alternativ er å bruke en kombinasjon av ulike programmer underveis med et overordnet program i første halvdel, og et program som er mer detaljorientert i sluttfasen.

Optimalisering innen bruk av 3D-modeller kan gjennomføres ved flere ulike tilnærminger. Et av de enkleste områdene å gripe fatt i er å skape en tydelig arbeidsprosess med bruk av 3D-modeller fra start til slutt i prosjektet. Dette kan gjøres gjennom å etablere en DAK og 3D-manual som danner grunnleggende prinsipper og regler gjeldende for all prosjektering og modellering som bør gjennomgås i plenum for hele prosjektgruppen. Manualen bør være dynamisk og kunne endres etter behov gjennom prosjektet. Det bør utnevnes en BIM/3D-koordinator fra start av prosjektet. Denne ressursen har ansvaret for 3D-manualen og sørge for at de prosjekterende følger de nedsatte retningslinjene, samt bistå med programvareutfordringer og supporthjelp. 3D bør også være et eget tema på oppstartsmøte hvor man setter premisser og forventninger for hvordan modellen skal utformes og brukes, der man enes om blant annet detaljeringsgrad og oppdateringsfrekvens. Det bør være felles enighet blant prosjekterende, planleggere og tiltakshavere. Et annet aspekt som bør vurderes på et tidlig tidspunkt er bruk av programvare, med fokus på bruk av riktig programvare til riktig tid. Valg av programvare bør være representativ for prosjektets spesifikke behov til enhver tid, hvilket avhenger av prosjektets planfase, kompleksitet og detaljeringsnivå.

Det største potensialet for optimalisering som fremkommer gjennom studien er utvikling av programvare og funksjonalitet gjennom en felles utvekslingsplattform som kunne fungere universelt for alle prosjekterende fag med et felles filformat. Dersom alle prosjekteringsprogrammer kunne ha lagret sine modeller på et felles format som alle 3D-programmer tolket på samme måte ville prosessen med å oppdatere modeller blitt kraftig forenklet og tidsbesparende. Denne utfordringen går til utviklere av programvare og er således vanskelig å rå over. For å sette press på programvareutviklere må store aktører gå sammen og formidle sine behov og ønsker.

Et annet aspekt innen programvareutvikling er å finne et program som er egnet å bruke gjennom hele reguleringsplanfasen. Det være seg et program som takler både store datamengder gjennom utstrakte prosjektområder og terrengnøyaktighet i tillegg til mange fagmodeller og detaljer og fremdeles være enkelt og raskt å oppdatere.

Konklusjon

Et forslag for å sørge for at bruk av BIM og 3D-modeller utvikles i en felles retning er å ha et samarbeid mellom de ulike aktørene i bransjen. Det være seg tiltakshavere som Statens vegvesen, Nye veier og Jernbaneverket, konsultantselskaper, entreprenører og programvareutviklere. Gjennom en felles samarbeidsgruppe kan aktuelle utfordringer bli tatt opp og man kan komme frem til de mest hensiktsmessige løsningene i fellesskap. Det vil også kunne være en arena for å oppnå større forståelse for de forskjellige aktørers problemstillinger og således oppnå større respekt for hverandres hverdag. Man kan benytte gruppen til å enes om felles maler og retningslinjer for hvordan modellene best kan utformes og i hvilken retning de kan utvikles videre.

Det finnes potensiale for å utvide bruksområdene til 3D-modeller i prosjekter utover hva de tradisjonelt brukes til i dag. I kommunedelplan ligger det til rette for å bruke modeller i langt større grad i konsekvensutredningen, både innen ikke prissatte og prissatte konsekvenser. For de ikke prissatte temaene kan verdidata implementeres i modellen og ses i sammenheng med de ulike alternativene og således gjøre vurderinger mer komplette. Dette potensialet kan utnyttes ved å oppmuntre en faggruppe som tradisjonelt ikke har erfaring innen bruk av 3D-modeller ved å introdusere de for nye arbeidsmetoder og verktøy. Innen prissatte tema finnes det også potensiale for økt bruk av modeller i forhold til overførbare data til effekt- og anslagsberegninger, dette krever dog en viss utvikling på programvarefronten med utvikling av funksjoner som legger til rette for å hente ut mengder direkte fra modell.

Et annet potensielt bruksområde er innen kvalitetssikring. Per i dag brukes hovedsakelig plantegninger til dette formålet, ettersom overgangen til det papirløse samfunn etterstrebes, så også innen vegprosjektering vil dette sannsynlig bli et økt fokusområde i tiden fremover. Dersom modellen kunne berikes med prosjekteringsinformasjon og funksjoner for kvalitetskontroll ble implementert i programvare kunne prosjekterende og tiltakshavere spare mye tid innen egenkontroll og kvalitetskontroll. Av øvrige potensielle bruksområder som ikke utnyttes til sitt fulle potensiale i dag nevnes trafikk, arealplan, grunnlag og geodata.

6.3. Videre arbeid

Resultater av kvalitative undersøkelser er utfordrende til generaliserende bruk og for å videreføre forskningen vil det kunne være hensiktsmessig å gå resultatene nærmere i sømmene gjennom mer kvantitative undersøkelser ved å studere flere caser og utføre

spørreundersøkelser. Det ville også vært interessant å ta utgangspunkt i en 3D-manual og se hvordan denne kunne blitt utviklet til en standard arbeidsmodell for prosjekter i ulike planfaser.

Oppgaven har touchet innom andre relevante problemstillinger som ville vært interessant å studere nærmere samt nyanserte tolkninger av lignende tema. Her nevnes blant annet at flere av programvarene som ble nevnt av respondenter er for lite testet ut, og at grunnlaget er for tynt til å fastsette med sikkerhet hvilket potensiale de innehar. Det er vanskelig å si om programmene er lite benyttet på grunn av at de er mindre egnet eller om det skyldes uvitenhet. Ytterligere spørsmål som forblir ubesvart i denne oppgaven er hvem styrer utviklingen av og hvordan en benytter 3D-modellering i norske vegprosjekter, er det Statens vegvesen med sine håndbøker og øvrige tiltakshavere og offentlige instanser, Trimble (tidligere Vianova), Autodesk, Focus og andre øvrige programvareutviklere, eller konsulentselskaper i hvordan de tar i bruk programvare, entreprenører i hva de forlanger av data og kvalitet, eller publikum og media i hva de forventer av presentasjoner? Et annet interessant spørsmål som dukket opp i studien er hvordan bruk av 3D-modeller påvirker grad av medvirkning i planprosesser, og hvilke grep som eventuelt kan gjøres innen 3D-modellering for fremme ytterligere medvirkning. Et øvrig tema som kan være grunnlag for masteroppgave er hvordan man på best mulig måte kan ivareta dataflyt mellom planprosesser, f.eks. fra kommunedelplan til reguleringsplan, og hvor store fordeler som kan oppnås her. I tillegg kan det studeres nærmere hvordan man kan få ulike krefter i bransjen til å dra i samme retning, og om det er mulig å oppnå en felles gevinst av videreutvikling av BIM-prosesser og dets underliggende elementer.

Referanser

- Aaseruds, K. (2014). Samhandling med BIM i veiprosjekter
- Aranda-Mena, G., Chevez, A., Crawford, J. & Froese, T. (2009). Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM? *International Journal of Managing Projects in Business*
- Asplan Viak (2017). Internettside: *Asplan Viak – Om*.
<https://www.asplanviak.no/om-asplan-viak/>
Hentet: 05.01.2017
- Bryde, D., Broquetas, M. & Volm, J. M. (2012). The project benefits of Building Information Modelling. *International Journal of Project Management* (2013).
- Direktoratet for forvaltning og IKT (2016). Internettside: *Anskaffelser – Hva er Offentlig Privat Samarbeid (OPS)?*
<http://www.anskaffelser.no/temaer-bae/offentlig-privat-samarbeid-ops/hva-er-offentlig-privat-samarbeid-ops>
Hentet: 23.05.2016s
- Fanning, B. Clevenger, C. M., Ozbek & M. E., Mahmoud, H. (2014). Implementing BIM on Infrastructure: Comparison of Two Bridge Construction Projects. *American Society of Civil Engineers (ASCE)*.
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving* Oslo, Gyldendal Norske Forlag AS.
- De nasjonale forskningsetiske komiteene (2017). Internettside: *De nasjonale forskningsetiske - Kvalitative og kvantitative forskningsmetoder*.
<https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/medisin-og-helse/kvalitativ-forskning/1-kvalitative-og-kvantitative-forskningsmetoder--likheter-og-forskjeller/>
Hentet: 26.01.2017
- Everett, E. & Furuseth, I. (2012). *Masteroppgaven. Hvordan begynne – og fullføre*, Oslo, Universitetsforlaget AS.
- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, Oslo, Cappelen akademisk forlag.
- Haverstad, S. J. (2013). Modellbasert vegprosjektering.

- Høifors, C.O. (2012). Effektivisering av BIM-basert jernbaneprosjektering, med utgangspunkt i Ski stasjon
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? – innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, volum 3. Høyskoleforlaget. ISBN: 978-82-024-8188-9.
- Kildal, H. T. (2015). Potensialet til samordningsmodellen som eneste leveranse under byggefasen i et vegprosjekt
- Kjemperud, N. (2016). Foredrag. *Statens vegvesen – Folkemøte kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest*.
Holdt: 10.12.2015.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2014). Veileder: *Medvirkning i planprosess*.
https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kmd/plan/medvirkning_sveileder/h2302b_veileder_medvirkning.pdf
Hentet: 21.05.2016
- Kvale, S. & Brinkmann, S. 2015. *Det kvalitative forskningsintervju*, Oslo, Gyldendal akademisk. ISBN: 978-82-054-6354-7
- Lovdata (2016a). Internettside: *Lovdata – Forskrift om konsekvensutredninger for planer etter plan- og bygningsloven*.
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-12-19-1726?q=konsekvensutredning>
Hentet: 15.05.2016
- Lovdata (2016b). Internettside: *Lovdata – Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) § 12-1*. https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL_2-4-3#KAPITTEL_2-4-3
Hentet: 15.05.2016
- Nye veier (2017). Planbeskrivelse *Reguleringsplan for E18 Tvedestrand – Arendal*
http://www.nyeveier.no/wp-content/uploads/2016/01/01_Planbeskrivelse.pdf
Hentet: 19.01.2017

Regjeringen (2011). Pressemelding: *Regjeringen – T1490 Reguleringsplan. Utarbeiding av reguleringsplaner etter plan- og bygningsloven.*

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/reguleringsplanveileder/id613879/>.

Hentet: 28.05.2016

Regjeringen (2015). Pressemelding: *Regjeringen – Veireform fremmet i statsråd: Mer effektiv og helhetlig veiutbygging.*

<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/veireform-fremmet-i-statsrad-mer-effektiv-og-helhetlig-veiutbygging/id2406982/>

Hentet: 23.05.2016

Regjeringen (2016a). Internettside: *Regjeringen – Lovkommentar til plandelen av plan- og bygningsloven, medvirkning § 5-1.*

https://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/kmd/veiledninger_brosjyurer/2009/ny-versjon-lovkommentar-til-plandelen-i-/kapittel-5-medvirkning-i-planleggingen-/-5-1-medvirkning/id556757/

Hentet: 21.05.2016

Regjeringen (2016b). Internettside: *Regjeringen – Nye veier AS.*

<https://www.regjeringen.no/no/dep/sd/org/tilknyttede-virksomheter/nye-veier-as/id2412797/>

Hentet: 23.05.2016

Statens vegvesen (2016a). Internettside: *Statens vegvesen – konseptvalgutredning.*

[http://www.vegvesen.no/fag/Veg+og+gate/Planlegging/Konseptvalgutredning+r+\(KVU\)+og+\(KS1\)](http://www.vegvesen.no/fag/Veg+og+gate/Planlegging/Konseptvalgutredning+r+(KVU)+og+(KS1))

Hentet: 14.05.2016

Statens vegvesen (2016b). Internettside: *Statens vegvesen – kommunedelplan.*

<http://www.vegvesen.no/fag/Veg+og+gate/Planlegging/Kommunedelplan++konsekvensutredninger>.

Hentet: 15.05.2016

Statens vegvesen (2016c). Internettside: *Statens vegvesen – reguleringsplan.*

<http://www.vegvesen.no/fag/Veg+og+gate/Planlegging/Reguleringsplan>.

Hentet: 15.05.2016

Statens vegvesen (2016d). Internettside: *Statens vegvesen – planprosess.*

<http://www.vegvesen.no/vegprosjekter/Om+vegprosjekter/Planprosess>

Hentet: 15.05.2016

Statens vegvesen (2016e). Internettside: *Statens vegvesen – Vegutbygging i offentlig-privat-samarbeid (OPS).*

<http://www.vegvesen.no/vegprosjekter/Om+vegprosjekter/OPS-PPP>

Hentet: 23.05.2016

Statens vegvesen (2017). *Planbeskrivelse med konsekvensutredning Kommunedelplan for ny E39 fra Fardal i Lindesnes kommune til Vatlandstunnelen i Lyngdal kommune.*

http://www.vegvesen.no/_attachment/1334273/binary/1107211?fast_titl e=Planbeskrivelse+med+konsekvensutredning+for+KDP+E39+Vigeland%E2%80%93 Lyngdal+vest.pdf

Hentet 19.01.2017

Strafaci, A (2008). What does BIM mean for civil engineers? *CB News.*

http://cenews.com/article/6098/what_does_bim_mean_for_civil_e.

Hentet 22.05.2016

Syltern, M. T. (2015). Modellbaserte prosjekt, fra prosjektering til bygging.

Transportøkonomisk institutt (2016). Internettside: Transportøkonomisk institutt - Kvalitetssikring (KS1 og KS2) av store statlige investeringer.

<https://www.toi.no/kvalitetssikring-ks1-og-ks2/category1475.html>.

Hentet: 26.05.2016.

Tveiten, T. (2012). Rv. 150 Ring 3 Ulven-Sinsen – bruk av BIM for Infrastruktur. Kart og plan, Vol. 72, pp. 206–208, ISSN 0047-3278

Vegdirektoratet (2014a). Styring av vegprosjekter. Håndbok R760, Retningslinje.

ISBN: 978-82-7207-616-9.

Vegdirektoratet (2014b). Konsekvensanalyse. Håndbok V712, Veileder.

ISBN: 978-82-7207-686-2.

Vegdirektoratet (2015a). Modellgrunnlag: Krav til grunnlagsdata og modeller. *Håndbok*

V770, Veileder. ISBN: 978-82-7207-688-6.

Referanser

Vegdirektoratet (2015b). Prosesskode 1: Standard beskrivelse for vegkontrakter.

Håndbok R761, Retningslinje. ISBN: 978-82-7207-689-3.

Vegdirektoratet (2015c). Prosesskode 2: Standard beskrivelse for bruer og kaier.

Håndbok R762, Retningslinje. ISBN: 978-82-7207-690-9.

Woo, J., Kang, D. & Wilsmann, J. (2010). Use of As-Built Building Information Modeling. *American Society of Civil Engineers (ASCE)*.

Vedlegg

| | |
|--|---------|
| A. Oppgavetekst | 4 sider |
| B. Intervjuguide | 3 sider |
| C. Case reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal | 2 sider |
| D. Case kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest | 4 sider |

Vedlegg

Oppgavetekst

Intervjuguide

Innledning

Intervjuet gjennomføres i forbindelse med utarbeidelse av masteroppgave i emnet BA6904 som en del av erfaringsbasert mastergrad i veg og jernbane ved Institutt for bygg, anlegg og transport ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet 2017. Tema for oppgaven er bruk av 3D-modeller i ulike planfaser. Intervjuene har sammen med casestudier av prosjekter til hensikt å innhente empirisk data som sammen med et teoretisk studie skal danne grunnlag for å besvare forskningsspørsmålene under.

Problemstilling:

Hvordan kan bruken av 3D-modeller optimaliseres i forhold til ulike planfaser i vegprosjekter?

Forskningsspørsmål:

- Hvordan og til hvilke formål blir 3D-modeller benyttet i ulike planfaser?
- Hvilke styrker og svakheter ser man ved dagens bruk?
- Hvilke behov har ulike planfaser av funksjonalitet i 3D-programvare, og hvilken programvare er mest egnet for hvilke planfaser?
- Hvilke grep kan gjøres for optimalisere bruken av 3D-modeller i ulike planfaser?

Gjennomføring

Gjennomføringen av intervjuet vil utføres på respondentenes respektive arbeidsplass og vil anslagsvis vare i ca. 60 min. Intervjuet vil være samtalepreget men ta utgangspunkt i tema knyttet til forskningsspørsmålene i oppgaven. Temaspørsmålene i sin helhet finner man på neste side. Det vil bli benyttet lydopptak i forbindelse med intervjuet for å sikre en korrekt gjengivelse og få en bedre dialog underveis, dersom respondentene tillater dette. I tillegg blir det tatt notater. Intervjuet vil bli transkribert og benyttet som forskningsmateriale i rapporten, men respondentene vil bli anonymisert i sin helhet. Om ønskelig kan transkribert intervju oversendes respondentene for godkjenning.

Intervjuteama

Generelt

- a) Fortell kort om din bakgrunn (navn, arbeidssted, stilling, jobberfaring)
- b) Fortell litt om prosjekter du har erfaring fra (planfase, rolle), og bruker du 3D-modeller aktivt selv, eller styrer du prosjekter hvor det benyttes 3D-modeller

1. 3D-modeller og formål i prosjekter

- a) Hvordan og til hvilke formål bruker du/dere 3D-modeller i kommunedelplan
- b) Hvordan og til hvilke formål bruker du/dere 3D-modeller i reguleringsplan

2. Programvare og funksjonalitet

- a) Hvilke 3D-programmer har du erfaring med, og i hvilken planfase ble disse benyttet
- b) Hvilke krav stilles til 3D-programvare i kommunedelplan
- c) Hvilke programmer anser du som mest egnet til bruk i kommunedelplan
- d) Hvilke krav stilles til 3D-programvare i reguleringsplan
- e) Hvilke programmer anser du som mest egnet til bruk i reguleringsplan
- f) Er det noe du savner av eksisterende programvare (eksempelvis funksjonalitet, brukervennlighet osv.)

3. Styrker og svakheter ved dagens bruk

- a) Hvilke styrker ser du ved dagens bruk av 3D-modeller i kommunedelplan
- b) Hvilke svakheter ser du ved dagens bruk av 3D-modeller i kommunedelplan
- c) Hvilke styrker ser du ved dagens bruk av 3D-modeller i reguleringsplan
- d) Hvilke svakheter ser du ved dagens bruk av 3D-modeller i reguleringsplan
- e) Føler du at håndbøkene gir gode nok retningslinjer for bruk av 3D-modeller i kommunedelplan og reguleringsplan?

4. Optimalisering av 3D-modeller

- a) Hvordan kan man optimalisere bruken av 3D-modeller innen kommunedelplan
- b) Ser du noen utfordringer med å gjennomføre eventuell optimalisering for bruk i kommunedelplan?

- c) Hvordan kan man optimalisere bruken av 3D-modeller innen reguleringsplan
- d) Ser du noen utfordringer med å gjennomføre eventuell optimalisering for bruk i reguleringsplan?

Case reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal

Fakta

- 4-felts motorveg
- 100 km/t (110 km/t)
- 23 km ny motorveg
- Tilførselsveger, 14 km fylkesveg,
- 2-plans kryss
- 27 bruer
- 4 tuneller
- 9 kulverter og driftsunderganger

Bakgrunn

Arbeidet med reguleringsplan for E18 Tvedestrand – Arendal ble påbegynt våren 2012, straks etter at kommunedelplan for gjeldende strekning ble vedtatt. Prosjektet omfatter planlegging av ny 4-felts motorveg med kryss og tilførselsveger, samt forprosjektering av bruer og tuneller. Formålet med reguleringsplanen er å få avsatt nødvendig areal til bygging av prosjektet, hvilket strekker seg over kommunene Tvedestrand og Arendal. Planlegging og prosjektering ble utført av Statens vegvesen selv med innleid hjelp fra rådgivende konsulent Asplan Viak AS.

Vegen ble planlagt etter Statens vegvesen sin daværende håndbok 017 Veg og gateutforming, nå N100. Motorvegen er planlagt etter standardklasse H8 for veger med trafikkmengde mellom 8000 – 12000 biler i døgnet og fartsgrense 100 km/t.



Planområde for reguleringsplan E18 Tvedestrand – Arendal, (Nye veier 2017).

I etterkant av vedtatt reguleringsplan kom det i oppdrag å se på hvilke konsekvenser det ville få for prosjektet om man endret fartsgrensekriterier fra 100 km/t til 110 km/t. Byggeplan blir gjennomført med kriterier etter 110 km/t. Prosjektet er per dags dato en del av nye Veiers portefølje.

Bruk av 3D-modeller

På dette tidspunktet (våren 2012) var bruken av 3D-modeller i vegprosjekter mye mindre utbredt enn i dag. Man kjente til færre ulike programvarer. Virtual map var en slags allmenn praksis for valg av programvare for slike prosjekter. Valget av programvare var derfor ikke et større diskusjonstema. Modellen ble i første rekke benyttet som en presentasjonsmodell som ble oppdatert etter behov. Modellen ble benyttet til fremvisning under folkemøter, prosjekteringsmøter, samhandlingsmøter med kommuner, fylkeskommune ol. og til bruk i media med uttak av stillbilder og videoer.

Tverrfaglig modell i Virtual map bestod av flere ulike fagmodeller som veg, tunell, bru, vegutstyr og oppmerking.

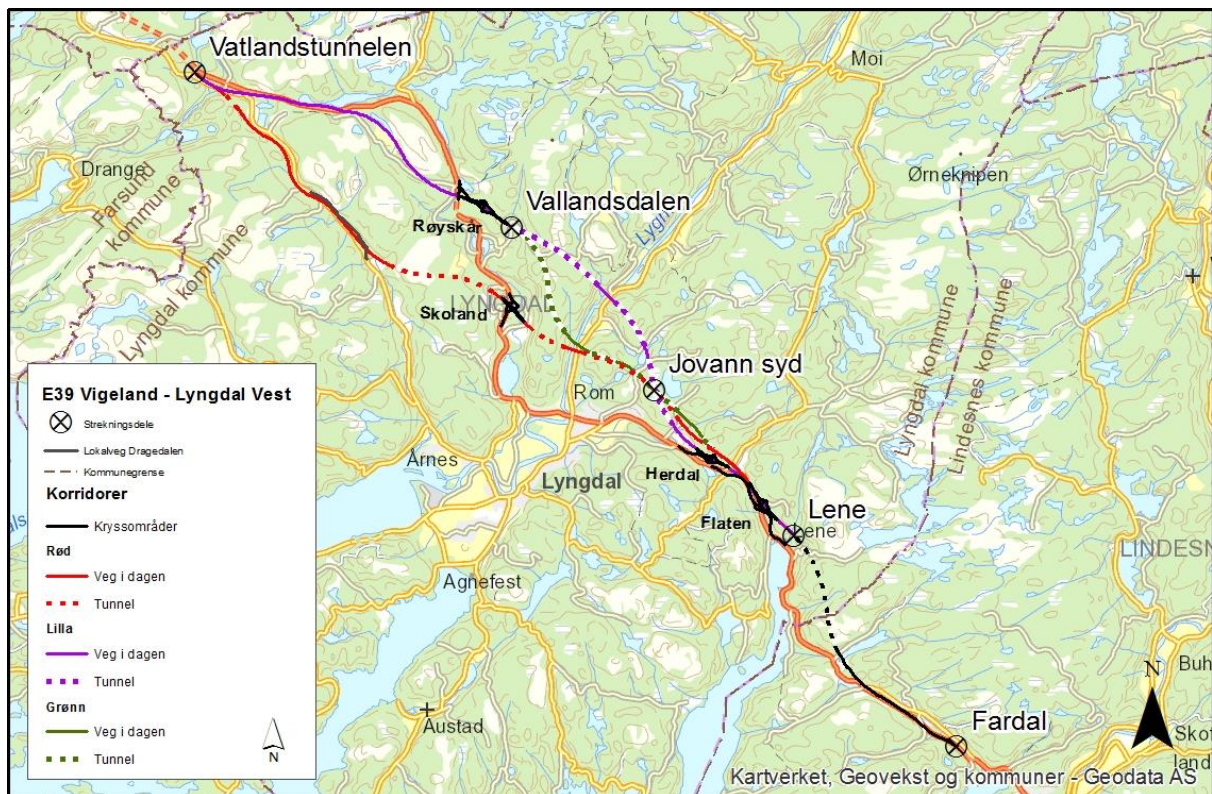
Case kommunedelplan E39 Vigeland – Lyngdal vest

Fakta

- 4-felts motorveg
- 26 km lang strekning
- Fartsgrense 110 km/t
- Tilførselsveger
- 2 planskilte kryss
- 1,6 km bruer
- 8,5 km tuneller

Bakgrunn

E39 Vigeland – Lyngdal vest er en del av oppdraget med å utarbeide kommunedelplaner for 4-felts motorveg på strekningen Søgne – Sandnes. Prosjektet ble igangsatt november 2014 etter bestilling om planlegging av ny motorveg i klasse H8/H9 med fartsgrense 110 km/t fra Samferdselsdepartementet. Statens vegvesen er tiltakshaver og Asplan Viak AS rådgivende konsulent for utarbeidelse av kommunedelplan med konsekvensutredning for strekningen Fardal i Lindesnes kommune til Vatlandstunnelen i Lyngdal kommune. Strekningen omfatter ca. 26 km ny veg, i tillegg til 2 planskilte kryss og tilførselsveger. Et krevende terreng resulterte i mange bruer og tuneller. Hensikten med kommunedelplanen var å få vedtatt en korridor med tilknytningspunkt/kryss som skal legge grunnlaget for videre planlegging. Endelig linjeføring og kryssplassering bestemmes i reguleringsplan.



Alternative vegkorridorer for E39 fra Fardal til Lyngdal vest, (Statens vegvesen 2017).

Det ble foretatt en samfunnsøkonomisk analyse etter metodene i Håndbok V712 Konsekvensutredning, hvor ikke-prissatte konsekvenser og prissatte konsekvenser blir sammenstilt i en felles analyse og de ulike valgalternativer blir gitt en rangering ut i fra den totale vurderingen. Metoden utreder følgende ikke-prissatte tema: landskapsbilde, nærmiljø og friluftsliv, naturmangfold, kulturmiljø og naturressurser. Prissatte tema er vurdert etter anslagsmetoden.

I planen ble det presentert tre hovedalternativ; rød, lilla og grønn korridor, med flere ulike kombinasjonsmuligheter som til sammen gav 12 alternative vegtraseer. I tabellen på neste side kan man se en sammenstilling av prissatte og ikke-prissatte tema med rangering etter konsekvensanalysen.

| Alternativ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Deltema | FARDAL –LENE | | | | | | | | | | | | |
| | Felles for alle korridorer | | | | | | | | | | | | |
| | LENE – JOVANN SYD | | | | | | | | | | | | |
| | Rød Kryss Flaten | Rød Kryss Flaten | Rød Kryss Flaten | Lilla Kryss Flaten | Lilla Kryss Flaten | Lilla Kryss Flaten | Lilla Kryss Herdal | Lilla Kryss Herdal | Lilla Kryss Herdal | Lilla Kryss Flaten | GrønnK ryss Flaten | Grønn Kryss Flaten | Grønn Kryss Flaten |
| | JOVANN SYD - VATLANDSTUNNELEN | | | | | | | | | | | | |
| | Rød | | | Rød | | | Rød | | | Rød | | | |
| | JOVANN SYD - VALLANDSDALEN | | | | | | | | | | | | |
| | | Lilla | Grønn | | Lilla | Grønn | | Lilla | Grønn | | Lilla | Grønn | |
| | VALLANDSDALEN - VATLANDSTUNNELEN | | | | | | | | | | | | |
| | | Lilla | Lilla | | Lilla | Lilla | | Lilla | Lilla | | Lilla | Lilla | |
| Samlet vurdering ikke-prissatte | Negativ | Negativ | Negativ | Negativ | Negativ | Negativ | Negativ | Negativ | Negativ | Negativ | Negativ | Negativ | |
| Rangering ikke-prissatte | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | |
| Netto nytte | -5010 | -4740 | -4648 | -4791 | -4545 | -4431 | -4686 | -4440 | -4326 | -4916 | -4665 | -4562 | |
| Netto nytte per budsjettkrone | -0,69 | -0,67 | -0,66 | -0,68 | -0,65 | -0,65 | -0,67 | -0,65 | -0,64 | -0,68 | -0,66 | -0,66 | |
| Rangering prissatte | 12 | 9 | 6 | 10 | 4 | 2 | 8 | 2 | 1 | 11 | 7 | 5 | |
| Rangering samlet | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | |

Samlet vurdering av prissatte og ikke-prissatte konsekvenser

Lyngdal kommune vedtok 20.10.2016 alternativ 5 og 8, lilla korridor på hele strekningen, hvor man ihensyntar kryssplassering i øst i reguleringsplanfase. Prosjektet er kostnadsberegnet til å koste i underkant av 7 mrd. NOK.

Bruk av 3D-modeller

Planleggingen av prosjektet startet i november 2014, og allerede fra desember 2014 ble det benyttet 3D-modeller som illustrasjonsverktøy. I første omgang ble det opprettet 3D-modell av eksisterende grunnlag som terreng, ortofoto, og bygninger. Det ble valgt å benytte Infracore 360 som 3D-program. Modellen ble oppdatert etter behov. Det vil si at den ble oppdatert til alle prosjekteringsmøter, folkemøter og ved vesentlige endringer

underveis i prosjektering. I tillegg til Infracore-modellen ble det underveis i prosjekteringen, telefonmøter og prosjekteringsmøter benyttet Novapoint 19 som illustrasjon av veg og terreng i 3D. 3D-modeller ble benyttet som prosjekteringsverktøy, beslutningsgrunnlag, grunnlag for konsekvensutredning og fremvisning til media. 3D-modellene ble benyttet aktivt som prosjekteringsverktøy underveis for se konsekvenser av ulike løsninger, sammenligne alternativer mot hverandre og minimere bruk av tegninger.

Oppdragsgiver var opptatt av å ha en stor modell hvor man kunne betrakte vegens inngrep i terreng fra alle mulige steder og innsynsvinkler. Modellen ble også benyttet for å illustrere konsekvenser av vegtiltaket for berørte parter som grunneiere, kommune osv. Det ble arrangert flere folkemøter underveis i planleggingen hvor både video fra modell og aktiv modell ble fremvist.