

# Effektivisering av BIM-basert jernbaneprosjektering, med utgangspunkt i Ski stasjon

**Carl Otto Høifors**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: Juni 2012

Hovedveileder: Frode Olav Drevland, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg, anlegg og transport





Oppgavens tittel: «Effektivisering av BIM- basert jernbaneprosjektering, med utgangspunkt i Ski stasjon»	Dato: 01. juni 2012		
	Antall sider (inkl. bilag): 145		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Carl Otto Høifors			
Faglærer/veileder: Frode Drevland			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Lars Olav Nordstoga, Morten Lund Hoffmann			

Ekstrakt:

Samferdsel og infrastruktur er svært viktig for framveksten av Norges moderne samfunn. Rådgivende ingeniørbedrifter som klarer å utvikle effektive gjennomføringsmodeller og systemer for styring av integrerte oppdrag kan sitte med konkurransefortrinn og tildeles store samferdselsoppdrag, som det vil komme mange av i årene framover.

Multiconsult satser derfor på utvikling av gjennomføringsmodeller for store og integrerte oppdrag som vil bidra til at prosjektering- og styringsprosessene blir mer effektive. Denne masteroppgaven bidrar til utviklingen av en slik modell med tilhørende verktøystrategi, en plan for bruk av 3D- verktøy, for det pågående oppdraget Ski stasjon. Modellen utvikles for fasen byggeplan som har oppstart medio august 2012.

Gjennomføringsmodellen beskriver stegene fasen byggeplan er bygget opp av. Den har som formål å etablere en oversikt over alle aktiviteter samt alle grensesnitt og prosjektets milepæler.

Oppgaven har bidratt til utviklingen av modellen og hvordan den kan implementeres i Multiconsult, gitt innblikk i hvordan en verktøystrategi kan bidra til effektivisert prosjekteringsprosess og hvordan jernbaneprosjekter generelt kan gjøres mer effektive.

Stikkord:

1. Gjennomføringsmodell
2. Jernbaneprosjektering
3. Grensesnitt
4. Verktøystrategi



## FORORD

Denne masteroppgaven er forfattet våren 2012 ved institutt for bygg, anlegg og transport under fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi ved NTNU, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Masteroppgaven tilsvarer 30 studiepoeng.

Arbeidet er gjennomført i samarbeid med Multiconsult og omhandler prosessen med utviklingen av en gjennomføringsmodell og verktøystrategi for det pågående prosjektet Ski stasjon. Arbeidet gjelder for den kommende prosjektfasen byggeplan. En slik modell har som formål å bidra til en effektivisert prosjekteringsprosess ved å forenkle koordinering av leveranser, tidsfrister og fremdrift for denne type oppdrag. Jeg har hatt kontor plass i Oslo der jeg har fått muligheten til å følge prosjektet, være med på møter og gjennomføre intervjuer med nøkkelpersoner.

Jeg vil benytte anledningen til å rette en stor takk til mine veiledere i Multiconsult, Lars Olav Nordstoga og Morten Lund Hoffmann, for gode innspill og løpende veiledning. Videre takker jeg Åge Langedrag for god dialog og resten av deltagerne på Ski stasjon som har viet av sin tid til mitt arbeid. Jeg ønsker å takke John Ivar Mogstad i Jernbaneverket for god hjelp med dokumenter og informasjon om jernbaneprosjekter og min samboer Maria for korrekturlesing og gode tips til oppgaven.

Jeg retter også en stor takk til min hovedveileder fra NTNU, Frode Drevland, for konstruktive og gode tilbakemeldinger til oppgaven.

Trondheim 01.06.2012

Carl Otto Høifors



## SAMMENDRAG

Masteroppgaven tar utgangspunkt i det pågående og statlige oppdraget Ski stasjon, et delprosjekt av det nye jernbanesporet Oslo-Ski. Multiconsults oppdrag i dette prosjektet består av ny reguleringsplan og detaljprosjektering av bygg, veger, parkanlegg, parkeringsplasser og jernbane tilknyttet Ski stasjon.

Formålet med masteroppgaven er med utgangspunkt i Ski stasjon å utvikle en gjennomføringsmodell for fasen byggeplan, som er en detaljprosjekteringsfase. En slik modell tilfører et prosjekt verdier i form av:

- Økt helhetlig forståelse for prosjektets faser og tilknyttede oppgaver.
- Standardisert planlegging og klar struktur for prosjektarbeidet.
- Veileder gjennom prosjektets gang.
- Prosjektdeltagere får en helhetlig forståelse på hvor de er i prosessen.
- Strukturert beslutningsprosess som gir nødvendige beslutninger på riktig grunnlag og til rett tid.
- Klarhet i de forskjellige beslutningenes innhold, som skal legge grunnlag for neste fase i prosjektet.

En gjennomføringsmodell skal beskrive de ulike fasene i et prosjekt og stegene hver fase er bygget opp av. Det formes en oversikt over alle aktiviteter samt alle grensesnitt og prosjektets milepæler slik at punktene over realiseres. En slik modell skaper fortrolighet og god kommunikasjon fra tidligfase og konseptutredning fram til levering av forvaltning, drift og vedlikeholds- dokumentasjon. Det er i tillegg formet et forslag til utvikling av en verktøystrategi for å se hvordan et kontrollert system av 3D-verktøy kan bidra til å effektivisere prosjekteringsprosessen.

Masteroppgaven er utarbeidet etter følgende inndeling:

1. Litteraturstudie om relevante tema tilknyttet modellen.
2. Praktisk studie av Ski stasjon; møter, samtaler og intervjuer av utvalgte aktører.
3. Utvikling av forslag til gjennomføringsmodell, verktøystrategi og database.
4. Diskusjon rundt implementering av modell og forbedring av jernbaneprosjektering.

### Litteraturstudiet

Det er gjennomført et litteraturstudium om utvalgte tema for å understøtte problemstillingen og forskningsspørsmålene. De valgte tema er:

- Gjennomføringsmodell
- Forståelse for produkt, prosess og prosjektorganisasjon
- Fremdriftsplanlegging
- Prosjektstyring
- Prosjektering og prosjekteringsledelse
- Samordning og koordinering

- BIM
- Jernbaneprosjekter og -prosjektering

De studerte temaene er valgt som et styrende rammeverk for utviklingen av modellen. Grunnleggende forståelse for disse er nødvendig for å utvikle en aktuell modell som tilfører verdi til integrerte jernbaneoppdrag. Flere store firmaer, som Telenor og Aker, har med suksess utviklet sine modeller for styring av prosjekter. En gjennomføringsmodell gir bedre framdriftsplanlegging ved at prosjekteringsprosessen er mer kontrollert og oversiktlig. Dette gir bedre prosjektstyring og rasjonaliserer prosjekteringsledelsen.

Før et prosjekts oppstart er det meget viktig å ha et felles begrepsapparat rundt produktet, en organisasjon rundt utviklingen av produktet og en prosess der produktet fremstilles. Dette kan sees i sammenheng med en velfungerende tidligfase der en tilstrekkelig konseptutredningsfase gjennomføres. Det stilles samtidig stadig større krav til digitale leveranser i statlige prosjekter. Forståelse for BIM og hvordan det kan tilføre verdi til prosjekteringen er derfor en forutsetning for en mer effektiv prosess i forhold til håndteringen av digitale verktøy.

### **Praktisk studie Ski stasjon**

Jeg har tilbragt deler av våren i Oslo i umiddelbar nærhet av prosjektet. Det er gjennomført et casearbeid der prosjektdokumenter, organisasjonsplaner og prosjekthistorie er tatt i betraktning. Deltagelse i prosjektmøter og samtaler med aktører har gitt innblikk i hvordan prosjektet blir styrt og hvordan problemstillinger har blitt taklet.

Multiconsult er tverrfaglig rådgivende ingeniør i prosjektet som før sommeren skal levere detalj- og reguleringsplan. Ski stasjon er et integrert oppdrag der Multiconsult har ansvaret for alle fag utenom jernbaneteknikk. Når Multiconsult har ansvaret for å koordinere arbeidet på tvers av fagene er det viktig at hele prosjektorganisasjonen har en omforent oppfatning av hva som skal leveres. Erfaring fra prosjektet tilsier at det er spesielt viktig å ha kontroll på grensesnittproblematikken internt og utad. En måte å få koordinert dette på er at de som skal gjøre jobben er med på å planlegge slik at alle grensesnitt ivaretas. Dette arbeidet har gitt erfaringer om viktigheten av et omforent konsept slik at alt tverrfaglig arbeid foretas etter samme rammer og mål.

Intervjurunder med fagene i prosjektet har gitt informasjon om hva de enkelte fagene skal levere til byggeplan. Det er et gjennomgående resultat at det er behov for en modell som ivaretar grensesnitt og gir deltagere en enkel oversikt over hvor prosjektet til enhver tid skal være. Det var også enighet om at en slik modell med fordel kan utvikles som et digitalt system som hjelper oppdragsleder og fagene med å ha kontroll i prosjektet.

### **Leveranser**

Det ble fra sommeren 2011 utført et internt utviklingsprosjekt i Multiconsult som gikk ut på å lage en gjennomføringsmodell for samferdsel og infrastruktur. Dette arbeidet ble gjort med fokus på vegprosjekter. I 2012 er det planlagt å gjøre et lignende arbeid for jernbaneprosjekter. Med god hjelp av en kjernegruppe fra Ski stasjon er det definert hvordan byggeplan bør bygges opp av et sett definerte steg og hvilke aktiviteter som skjer i de ulike stegene. Dette gjelder overordnet for prosjektet samt for de enkelte fag.



Denne masteroppgaven har bistått utviklingen av det overordnede *nivå 1* i en gjennomføringsmodell. Dette nivået betrakter formålet med prosjektering og prosjektstyring samt start- og sluttprodukter i hvert enkelt steg av byggeplan. Intervjurunden har i tillegg resultert i hva de enkelte fag skal utarbeide og levere i byggeplan. Formålet med dette arbeidet er å gi prosjektet en planlagt oversikt over alle aktiviteter, varigheter, omfang og grensesnitt slik at usikkerheten blir minimert før oppstart byggeplan høsten 2012.

Gjennom studiet av Ski stasjon og tilhørende dokumenter er det kommentert hvordan en overordnet verktøystrategi kan foreligge byggeplan, altså en plan for hvordan håndteringen av 3D- verktøy skal foregå. Det er her blant annet foreslått en møtestruktur som sikrer tilstrekkelig 3D- oppfølging og forståelse for modellens oppbygging. Målet er enighet og felles forståelse for detaljeringsgraden av modellen. Dette hindrer at en enkelt endring fører til omfattende forandringer andre steder i modellen, dersom detaljeringsgraden er ulik. Verktøystrategien forankres i prosjektets DAK-manual og oppdragsgivers krav til digitale leveranser.

### **Utvikling av datasystem**

Det er i oppgaven kommentert hvordan et digitalt datasystem med fordel kan styre prosjektgjennomføringen. Programmets hensikt er å verifisere at prosjektgjennomføringen går som planlagt i forhold til tid, faglige aktiviteter og leveranser. Med utgangspunkt i en database, altså lagringsenhet, med sjekklister for alle fag skal det være mulig å sette sammen et prosjekt før prosjektstart med prosjektspesifikke punkter og tilpasninger.

Målet med et slikt system er å skape klarhet i prosjektet og sørge for at rekkefølgen av aktivitetene innehar en logisk sammenheng og rekkefølge. En visualisering av fagvise leveranser og frister vil lette kommunikasjonen med fagene seg imellom og ledelsen. Den digitale oversikten gjør at man kan forflytte seg mellom steg og sjekke ut og revidere punkter dersom det skulle komme endringer. Datamodellen trekker inn avhengigheter, tidspunkter og detaljeringsgrad i forhold til de ulike stegene i byggeplan og gir oppdragsleder kontroll slik at kommunikasjonen mellom den interne organisasjonen, kunden og eventuelle interessenter blir optimal.

### **Implementering av modell**

I en stor organisasjon som Multiconsult kan det oppstå utfordringer ved implementering av en gjennomføringsmodell slik at den blir tatt i bruk i samtlige oppdrag i et forretningsområde. Det kan koste ressurser i form av tid og penger å eksperimentere med en slik modell, men det er slik ofring som kreves for å klare å utvikle prosjektgjennomføringen i Multiconsult.

Dersom modellen brukes i flere kommende prosjekter, vil man med beste- praksis nyte fordeler av erfaringer som ved erfaringstilbakeføring forbedrer modellen til neste prosjekt. For at dette skal realiseres må det brukes interne ressurser på å informere om modellen og hvilke fordeler som kan høstes ved bruk. Eksempelvis etter at Ski stasjon er gjennomført kan prosjektledelsen dele erfaringer ved bruk av modellen i Multiconsults interne fora, slik at det kommer ut til bedriftens ansatte. Jo mer modellen da benyttes desto flere erfaringer, både positive og negative, kan tilbakeføres modellen.

## Effektive jernbaneprosjekter

Det er gjennom oppgavearbeidet lokalisert flere områder med forbedringspotensial i et jernbaneprosjekt. Generelt tar planleggingsfasen i offentlige jernbaneprosjekter for lang tid, opptil hele 15 år. Parallelt sørger finansieringsmetoden *statlige bevilgninger* at prosjekter tar for lang tid, og noen ganger stopper helt opp.

Gjennom intervjuer og dokumentanalyser er det også avdekket prosjektspesifikke forbedringsområder som kontrollerte faseoverganger, tilstrekkelig og planlagt informasjonsutveksling mellom aktører internt og byggherre, oppstartsmøte i hver fase, omfattende konstruksjonsgjennomganger, oppfølging av grensesnittsprogram, internkoordinering og verktøystrategi. Tilstrekkelig planlegging av disse temaene vil kunne effektivisere en prosjekteringsprosess i et jernbaneprosjekt som Ski stasjon.

## ABSTRACT

This master's thesis is based on the ongoing project Ski station, a sub-project of the new Oslo-Ski railway. Multiconsult's mission in this project consists of new zoning and detailed design of buildings, roads, parks, parking lots and railroad linked to Ski station.

The purpose of the thesis is based on the Ski Station to develop an *implementation model* intended for the phase *byggeplan*, the detailed design phase. Such a model provides value in the form of:

- Increased overall understanding of the project phases and associated tasks.
- Standardized planning and clear structure for the project.
- Acting as a guide throughout the progress of the project.
- Project participants get a comprehensive understanding of where they are in the process.
- Structured decision-making process that provides the necessary decisions on the proper basis and at the right time.
- Intelligibility in the various decision-making content, which will be a basis for the next phase of the project.

An implementation model describes the various phases of a project and the steps each phase is composed of. It forms an overview of all activities and all interfaces and project milestones. Such a model creates trust and good communication from the early concept evaluation to the delivery of management, operation and maintenance documentation. This work has also shaped a proposal for the development of a strategic tool to see how a controlled system of 3D tools can help to rationalize the design process.

The thesis is completed using the following convention:

1. Bibliography of relevant topics associated with the model.
2. Practical study of Ski station; meetings, conversations and interviews of selected participants.
3. Development of suggestion for the implementation model, strategic tool system and computer program.
4. Arguments for the implementation of the model and improvement of railway engineering.

### **The literature study**

It is carried out a literature survey on selected topics in order to support the problem and research questions. The selected topics are:

- Implementation Model
- Understanding of product, process and project organization
- Progress Planning
- Project management

- Design and design management
- Coordination
- BIM
- Understanding of railway engineering

The studied topics are chosen as a guiding framework for the development of the model. Basic understanding of these is necessary to develop an appropriate model that adds value to the railway projects. Several major companies, such as Telenor and Aker, have successfully developed their own models for managing projects. An implementation model contributes to better planning by the progress that the engineering process is more controlled and orderly. This provides better project management and streamlines the design management.

Before the start of a project, it is very important to have a common conceptual framework around the product, an organization around the development of the product and a process where the product is manufactured. This can be seen in the context of a well-functioning early phase in which an adequate concept study phase completed. There are also increasing demands for digital deliveries of government projects. Understanding BIM and how it can add value to the design is therefore a prerequisite for a more efficient process in relation to the handling of digital tools.

### **Practical study Ski station**

I've spent parts of this spring in Oslo in immediate vicinity of the project. It is carried out a work where project documents, the organization plans and project history is taken into account. Participation in project meetings and discussions with stakeholders has provided insight into how the project is managed and how issues have been handled.

Multiconsult is the multidisciplinary consulting engineer in this project. Ski station is an integrated mission where Multiconsult is responsible for all subjects except technical railway engineering subjects. When Multiconsult is responsible for coordinating the work across disciplines, it is important that the whole project organization has an agreed understanding of what is to be delivered. Experience from the project indicates that it is especially important to control the interface issues both internally and externally. One way to get this coordinated is that the ones who are going to do the work are involved in the planning process, so that all interfaces are met. This work has given the experience of the importance of an agreed concept so that all interdisciplinary work is following the same guidelines and objectives.

Interviews with the subjects in this project have provided information about what the individual subjects are going to submit byggeplan. There is a general result that there is a need for a model that takes care of the interfaces and gives participants an overview of where the project at any time should be. It was also agreed that such a model can be developed with advantage as a digital system that helps the project manager and the subjects to be in control of the project.

### **Deliveries**

In the summer of 2011 it was conducted an internal development project in Multiconsult which was to create an implementation model for transport and infrastructure. This work was

done with a focus on road projects. In 2012 it is planned to do a similar work for railway projects. With the help of a core group from Ski station it is defined how the byggeplan should be built up of a set of defined steps and what activities that are going on in the various stages. This is paramount for the project and for the individual subjects.

This thesis has assisted the development of the overall *level 1* in an implementation model. This level considers the purpose of engineering and project management as well as start- and end products in each step of the phase. Interviews have also resulted in what the individual subjects shall prepare and deliver byggeplan. The purpose of this work is to give the project a planned list of activities, durations, scope and interfaces so that the uncertainty is minimized before starting byggeplan in autumn 2012.

The study of the Ski station and associated documents has led to a suggestion on how the overall tools strategy may be, i.e. a plan on how the use of 3D tools will take place. It is recommended a meeting structure to ensure adequate 3D monitoring and understanding of the 3D- model structure. The goal is consensus and common understanding of the level of detail of the model. This prevents that a single change leads to extensive changes elsewhere in the model, if the level of detail is different. The strategy is anchored in the project's CAD manual and the client's requirements for digital deliveries.

### **Development of computer system**

It is also commented on how a digital computer system with advantage to manage the project implementation is planned. The program is intended to verify that project implementation is proceeding as planned in relation to time, professional activities and deliveries. Based on a database, i.e., storage device, with checklists for all subjects, it can be possible to put together a project before the project is starting, with project-specific items and adjustments.

The aim of such a system is to clarify the project and ensure that the order of the activities has a logical connection and order. A visualization of deliveries and deadlines will facilitate communication with the subjects between themselves and the management. The digital dashboard makes it possible to move between the steps and check out and revise the topics where there should be any changes. The data model draws dependencies, timing and degree of detail in relation to the various steps of the byggeplan and gives the leader control. This will lead to optimized communication between the internal organization, customers and any other interested parties.

### **Implementation of model**

In a large organization like Multiconsult there will be challenges implementing an execution model so that it is used in all contracts in a business. It may cost resources in terms of time and money to experiment with such a model, but it is such sacrifices required to be able to develop project implementation in Multiconsult.

If the model is used in several upcoming projects, the best practice principal will improve the model. For this to be realized there must be used internal resources to provide information about the model and the benefits that can be harvested when used. For example, after the Ski station is completed, project management should share their experiences with the use of such

a model in Multiconsult's internal forums, so the information reaches corporate employees. The more the model is used, the more experiences, both positive and negative, can be attributed the model.

### **Efficient railway projects**

I have located several areas of improvement in a railway project throughout this work. In general, planning public railway projects last for too long, up to 15 years. Corresponding, financing method "state funding" also leads to long lasting projects, and sometimes stops altogether.

Through interviews and document analysis I have also found project-specific areas for improvement as controlled phase transitions, adequate and planned information exchange between the actors internally and the developer, start-up meeting in each phase, comprehensive design reviews, follow-up of the interface program, internal coordination and a tool strategy. Proper planning of these themes will streamline a planning process in a railway project like Ski station.

# INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD.....	III
SAMMENDRAG .....	V
ABSTRACT .....	IX
INNHALDSFORTEGNELSE .....	XIII
Figurliste.....	XVII
Tabelliste .....	XVIII
Forkortelser og definisjoner .....	XIX
1. INNLEDNING.....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Formål.....	1
1.3 Problemstilling.....	2
1.4 Forskningsspørsmål .....	3
1.5 Leveranser .....	4
1.6 Begrensninger og forutsetninger .....	5
1.7 Rapportens oppbygging .....	6
2. SAMARBEIDSBEDRIFT - MULTICONSULT.....	7
2.1 Selskapet Multiconsult .....	7
2.1.1 Konsernoppdrag .....	7
2.2 Samarbeid masteroppgave.....	8
3. METODE.....	9
3.1 Metodekarakteristikk .....	9
3.2 Forskningsdesign .....	9
3.2.1 Vitenskapelig metode .....	10
3.2.2 Vitenskapelig tilnærming .....	10
3.2.3 Forskningstype .....	11
3.2.4 Forskningsstrategi .....	12
3.3 Valg av forskningsmetoder.....	12
3.3.1 Metode tilknyttet forskningsspørsmål .....	13
3.3.2 Metodevalg i masteroppgaven .....	14
3.4 Resultatenes troverdighet .....	17
3.4.1 Reliabilitet .....	18

3.4.2	Validitet .....	18
3.4.3	Feilkilder/usikkerheter .....	18
4.	UTVIKLINGSARBEID I MULTICONSULT .....	21
4.1	Gjennomføringsmodell .....	21
4.1.1	Beslutningsmodell .....	21
4.1.2	Gjennomføringsmodell generelt .....	21
4.2	Etablerte gjennomføringsmodeller .....	22
4.2.1	Aker Kværner .....	23
4.2.2	Telenor .....	23
4.2.3	Tidligfase, logisk rammeverk .....	24
4.3	Gjennomføringsmodell i Multiconsult .....	25
4.3.1	Beste praksis .....	26
4.3.2	Gjennomføringsmodell for Samferdsel & Infrastruktur .....	27
4.4	Gjennomføringsmodell jernbaneprosjektering .....	30
4.4.1	Utvikling av modellen .....	30
4.4.2	Kjernegruppe .....	31
4.4.3	Styrende rammeverk .....	31
5.	STØTTETEORI .....	33
5.1	Gjennomføring av prosjekt .....	33
5.1.1	Produktet, prosessen og prosjektorganisasjonen (POP) .....	33
5.1.2	Ideer fra Virtual design & Construction .....	35
5.1.3	Tidligfase prosjekt: Valg av konsept .....	36
5.1.4	Prosjektstyring .....	37
5.1.5	Fremdriftsplanlegging .....	37
5.2	Prosjekteringsfasen .....	39
5.2.1	Generell prosjektering .....	39
5.2.2	Prosjekteringsledelse .....	40
5.3	BIM .....	41
5.3.1	Teoretisk definisjon .....	41
5.3.2	VDC .....	42
5.3.3	Programvare .....	43
5.3.4	BIM i jernbaneprosjektering .....	44
6.	JERNBANE .....	45



6.1	Jernbanesituasjonen 2012 .....	45
6.2	Styring av jernbaneprosjekt .....	45
6.2.1	KS- ordningen .....	45
6.2.2	Et jernbaneprosjekt fra idé til gjennomføring .....	46
6.2.3	JBV organisering av jernbaneprosjekter .....	48
6.3	Myndighetsaktører i et jernbaneprosjekt .....	49
7.	CASE – SKI STASJON.....	51
7.1	Presentasjon av prosjektet .....	51
7.1.1	Historie .....	51
7.2	Multiconsults rolle i Ski stasjon .....	52
7.2.1	Visjon og mål .....	52
7.3	Min rolle i prosjektet .....	52
7.4	Aktører i prosjektet.....	53
8.	PRESENTASJON – GJENNOMFØRINGSMODELL.....	55
8.1	Intervjuresultater.....	55
8.1.1	Kommunikasjon prosjekterende og kunde .....	55
8.1.2	Nødvendighet av gjennomføringsmodell .....	55
8.1.3	Effektivisering av prosjektet og konsept.....	56
8.1.4	Grensesnitt.....	56
8.1.5	Fagvis beskrivelse .....	56
8.1.6	Kontrollobjekter .....	57
8.1.7	BIM .....	57
8.2	Prosjektstyring Ski stasjon.....	57
8.3	Oppbygging av modellen.....	59
8.3.1	Faser .....	61
8.3.2	Steg.....	61
8.3.3	Nivåer .....	64
8.3.4	Grensesnittsplan .....	66
8.3.5	Totalprosjekteringskontrakt .....	67
8.4	Verktøystrategi .....	68
8.4.1	Generelt .....	68
8.4.2	Strategi som veileder .....	69
8.4.3	Verktøybruk Ski stasjon .....	69

8.4.4	Visjon .....	70
8.4.5	Krav til digitale leveranser .....	70
8.4.6	Verktøystrategi Ski stasjon.....	71
8.4.7	Konklusjon verktøystrategi .....	74
8.5	Framdriftsplaner tilknyttet modellen .....	75
9.	DATABASELØSNING.....	77
9.1	Bakgrunn .....	77
9.2	Utvikling av databasesystem .....	77
9.2.1	Brukergrensesnitt .....	77
9.2.2	Sjekklister.....	77
9.2.3	Status .....	78
9.2.4	Grensesnitt.....	78
9.2.5	Fra fag til sjekklister.....	79
9.3	Konklusjon database.....	79
10.	DISKUSJON .....	81
10.1	Implementering av gjennomføringsmodell .....	81
10.1.1	Gjøre modellen generisk .....	82
10.1.2	Opplysning om modellen .....	82
10.1.3	Standardisering av prosjekteringsprosesser.....	83
10.2	Forbedringspotensial Ski stasjon .....	83
10.2.1	Faseoverganger.....	83
10.2.2	Informasjonsutveksling .....	83
10.2.3	Oppstartsmøte.....	84
10.2.4	Konstruksjonsgjennomganger .....	84
10.2.5	Grensesnittsprogram.....	85
10.2.6	Internkoordinering.....	85
10.2.7	Verktøystrategi .....	85
10.3	Ineffektivitet i et generelt jernbaneprosjekt.....	85
10.3.1	Initiering .....	86
10.3.2	Finansiering .....	88
11.	KONKLUSJON .....	89
12.	VIDERE ARBEID .....	91
12.1	Tema til videre arbeid.....	91

12.1.1	Gjennomføringsmodell Ski stasjon .....	91
12.1.2	Generisk gjennomføringsmodell for jernbaneoppdrag.....	91
12.1.3	Verktøystrategi .....	91
13.	REFERANSELISTE .....	93
	VEDLEGG.....	97

## Figurliste

Figur 1	Oppbygging av masteroppgaven (Høifors, illustrasjon masteroppgave) .....	6
Figur 2	Prosjektmodell Telenor (Haanes, et al., 2004) .....	23
Figur 3	Logisk rammeverk (Samset, 2007).....	24
Figur 4	Gjennomføringsmodell Multiconsult (Konsernoppdrag, 2011) .....	25
Figur 5	Oppfatning gjennomføringsmodell.....	25
Figur 6	Erfaringsstilbakeføring (Konsernoppdrag, 2011) .....	26
Figur 7	Hierarkisk nedbrytningsstruktur (Konsernoppdrag, 2011).....	27
Figur 8	Hovedfaser gjennomføringsmetode for veg (Høifors, illustrasjon masteroppgave) ...	28
Figur 9	Steg i byggeplan for vegprosjekt (Nordstoga, 2011).....	29
Figur 10	POP, (Eikeland, 1999) .....	33
Figur 11	Byggeprosessens delprosesser (Eikeland, 1999) .....	34
Figur 12	Forutsetning for konsept.....	36
Figur 13	Kostnader prosjektering (Eikeland, 1999).....	41
Figur 14	JBV organisering .....	46
Figur 15	Kommunedelplan (Jernbaneverket, 2011).....	47
Figur 16	JBVs plansystem (Jernbaneverket, 2012b).....	48
Figur 17	Follobanen (Jernbaneverket, 2010) .....	51
Figur 18	Prinsippskisse organisasjonskart Ski stasjon (Høifors, illustrasjon masteroppgave) 54	
Figur 19	Månedrapport .....	58
Figur 20	Fremdriftsavvik .....	58
Figur 21	Beskrivelse Gjennomføringsmodell Ski Stasjon .....	59
Figur 22	Skjematisk oppbygging (Høifors, illustrasjon masteroppgave).....	60
Figur 23	Steg i byggeplan (Høifors, illustrasjon masteroppgave) .....	61
Figur 24	Grunnlagsdata vann og avløp .....	62
Figur 25	Grunnlagsdata totalt prosjekt.....	62
Figur 26	Grensesnitt prinsippskisse (Høifors, illustrasjon masteroppgave) .....	67
Figur 27	Kobling til gjennomføringsmodell (Høifors, illustrasjon masteroppgave).....	69
Figur 28	Spesifisert leveranse BIM (Høifors, illustrasjon masteroppgave).....	73
Figur 29	Flytdiagram ny fagmodell (Høifors, illustrasjon masteroppgave).....	74
Figur 30	Leveranser med grensesnitt (Høifors, illustrasjon masteroppgave) .....	74
Figur 31	Sjekkliste (Høifors, illustrasjon masteroppgave).....	78
Figur 32	Beslutningsprosess samferdsel (Solheim, et al., 2005) .....	86
Figur 33	KVU- prosessen (Solheim, et al., 2005).....	87

Figur 34 Signal (Jernbaneverket, 2008) .....	108
--	-----

## Tabelliste

Tabell 1 Problemstilling .....	2
Tabell 2 Kapittelinndeling .....	6
Tabell 3 Oppgaver KO (Konsernoppdrag, 2011) .....	8
Tabell 4 Vitenskapelig metode .....	10
Tabell 5 Vitenskapelig tilnærming (Dalland, 2010) .....	10
Tabell 6 Typer forskning (Forskning.no, 2009) .....	11
Tabell 7 Typer metode (Dalland, 2010) .....	12
Tabell 8 Case- virkemidler Ski stasjon .....	15
Tabell 9 Intervjustadier (Kvale, 2006) .....	16
Tabell 10 Valg av modell .....	22
Tabell 11 BIM- dimensjoner (Statsbygg, 2009) .....	42
Tabell 12 BIM- programvare .....	43
Tabell 13 KS- ordningen .....	46
Tabell 14 Aktører (Jernbaneverket, 2011) .....	49
Tabell 15 Aktører Ski stasjon .....	53
Tabell 16 Omfang steg byggeplan .....	62
Tabell 17 Verktøybruk Ski stasjon .....	69
Tabell 18 Møtestruktur .....	72
Tabell 19 Detaljeringsgrad .....	72
Tabell 20 LOD (Wik, 2012) .....	72
Tabell 21 PSB- innhold .....	98
Tabell 22 Leveranser PSB .....	99
Tabell 23 Modellkategorier .....	124

## Forkortelser og definisjoner

AK	Aker Kværner
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering Bygningsinformasjonsmodell
EVM	Earned Value Management
HB	Håndbok
IFC	Industry Foundation Classes
JBV	Jernbaneverket
JBT	Jernbaneteknikk
NSP	Nasjonal Transport Plan
PEM	Project Execution Model
PL	Prosjektleder
PO	Prosjektorganisasjon
PRL	Prosjekteringsleder/-ledelse
PS	Prosjektstyring
PSB	Prosjektstyringsbasis
LPS	Last Planner System
SVV	Statens Vegvesen
VDC	Virtual Design & Construction

**Byggeplan:** I samferdselsprosjekter er dette begrepet synonymt med det som for byggeprosjekter defineres som detaljprosjektering. Her prosjekteres konkurransegrunnlaget for kontraheringen av entreprenører til byggefasen.

**Gjennomføringsmodell:** En gjennomføringsmodell er en veileder for hvordan et oppdrag skal gjennomføres gjennom et sett definerte faser i Multiconsult. En slik modell har et formål om en bedre og mer standardisert planleggingsfase for prosjektene, som er essensielt for et vellykket oppdrag.

**Generisk gjennomføringsmodell:** Generisk er et synonym for allmenn, det vil si at en modell skal kunne brukes for ethvert prosjekt innen samme område.

**Integrert oppdrag:** Dette er et oppdrag der Multiconsult har et tverrfaglig ansvar ovenfor byggherre.

**Verktøystrategi:** Dette er en veileder for hvordan bruken av 3D-verktøy/BIM kan bidra til en effektiv prosjekteringsprosess.

# 1. INNLEDNING

*Dette kapitlet presenterer innledningsvis bakgrunnen for masteroppgaven og hvorfor det har vært interessant å betrakte problemstillingen. Det følges deretter opp med formulering av oppgavens formål, begrensninger og rapportens oppbygging for å gi en enkel oversikt over innholdet og føringer for masteroppgaven.*

## 1.1 Bakgrunn

Samferdsel og infrastruktur er svært viktig for framveksten av Norges moderne samfunn. Dette gjelder planlegging og prosjektering av vegger, jernbane, flyplasser, havner, etc. Det vil i mange år framover bli satset store statlige ressurser på samferdsel og infrastruktur i Norge da store deler av infrastrukturen har behov for betydelige oppgraderinger. Synkront sørger økt mobilitet for at det kreves nye utbyggingsprosjekter.

Det har blitt vanlig i norsk byggenæring de siste 10 årene at de store byggherrene setter ut stadig større prosjekteringskontrakter. I motsetning til tidligere da de ulike fagene ofte ble kontrahert separat, og gjerne fra flere forskjellige rådgivere, ønsker byggherrene nå at de store rådgiverne skal ta et totalansvar for hele den prosjekterte løsningen (Konsernoppdrag, 2011).

Denne type ansvar krever mer profesjonell styring og ledelse av store prosjekteringsorganisasjoner der tverrfaglig forståelse er fundamentalt. De rådgivende ingeniørene som klarer å utvikle effektive gjennomføringsmodeller og systemer for tverrfaglig samhandling kan få konkurransefortrinn i forhold til sine konkurrenter. Multiconsult mangler rutiner på hvordan de store integrerte oppdragene skal utføres og det er heller ikke opparbeidet erfaringsdatabase på hvordan prosjektene bør styres eller gjennomføres.

Multiconsult legger derfor ressurser i slik utvikling. I denne masteroppgaven skal det pågående oppdraget Ski stasjon, en del av den nye jernbanelinjen Oslo-Ski, studeres. Prosjektet er i seg selv spesielt da det både er et byutviklings-, veg- og jernbaneprojekt. Multiconsults oppdrag i dette prosjektet består av ny reguleringsplan og detaljprosjektering av bygg, vegger, parkanlegg, parkeringsplasser og jernbane tilknyttet stasjonsområdet.

Parallelt har det pågått et internt utviklingsprosjekt i Multiconsult som har gått på å lage en generisk gjennomføringsmodell for prosjekteringsoppdrag for veg. Et liknende arbeid ønskes utført for jernbane, og skal etter planen gjennomføres i 2012. Et annet utviklingsprosjekt som planlagt skal gjennomføres i Multiconsult er utarbeidelsen av en verktøystrategi i forhold til felles retningslinjer for valg og anvendelse av 3D-verktøy for samferdsel og infrastruktur.

## 1.2 Formål

Hovedformålet med oppgaven er å bidra til at prosjekteringsprosessen for Ski stasjon blir mer effektiv. Dette gjøres ved å forsøke å standardisere prosjekteringsprosessen med en gjennomføringsmodell. En standardisering bidrar til bedre koordinering av disiplinene i en tverrfaglig prosjekteringsprosess, altså et integrert oppdrag. Med dette som grunnlag er målet

å beskrive en *gjennomføringsmodell for byggeplan*, som kan fungere som utgangspunkt for hvordan fremtidens prosjektering av jernbaneoppdrag kan foregå i Multiconsult. Jeg skal i tillegg se hvordan prosessen kan gjøres mer effektiv i forhold til en planlagt prosess for 3D-verktøy/BIM. Resultatene kan bli et nyttig bidrag til det kontinuerlige utviklingsarbeidet som foregår i Multiconsult.

## 1.3 Problemstilling

Problemstillingen er utviklet og endret underveis i forberedelsesprosessen til masteroppgaven. Fra dag én har temaet vært satt og fungert som en arbeidstittel. Jeg har valgt å la temaet stå som en overordnet tittel i tilknytning til problemstillingen, se Tabell 1.

Tabell 1 Problemstilling

TEMA	Effektivisering av BIM- basert jernbaneprosjektering - Med utgangspunkt i Ski stasjon
Problemstilling	<i>«Kan det utvikles og implementeres en gjennomføringsmodell som forbedrer Multiconsults effektivitet i prosjekteringen av jernbaneoppdrag?»</i>

Problemstillingen er valgt på grunnlag av at Multiconsult ønsker å øke effektiviteten i prosjekteringen av sine integrerte oppdrag. Utviklingen av en fungerende gjennomføringsmodell vil forenkle koordineringen og planleggingen av et integrert jernbaneprosjekt. En slik modell har et formål om en bedre og mer standardisert planleggingsfase for prosjektene, som er essensielt for et vellykket oppdrag.

Denne må implementeres i organisasjonen på en fornuftig måte. I slike utviklingsarbeider kan det hende at produkter utvikles og kun blir arkivert uten videre utprøving. Det er viktig at modellen prøves ut i et virkelig prosjekt slik at modellen kan forbedres fra første stund. En slik implementering krever at hele prosjektorganisasjonen er klar over at modellen benyttes og at enhver kan komme med ideer til forbedring. I denne omgang skal et utkast til modellen være klart før sommeren 2012 slik at den allerede kan testes ut når byggeplan for Ski stasjon starter opp høsten 2012.

For å bidra til effektiviseringen av prosjekteringsprosessen skal jeg se på ideer for hvordan en verktøystrategi kan lages for prosjektet. En verktøystrategi skal planlagt sikre kontroll på 3D-modelleringen og i tide sikre de digitale leveransene som kreves av oppdragsgiver; Jernbaneverket (JBV). Verktøystrategien kan implementeres i gjennomføringsmodellen slik at alle aspekter av prosjektet samles i en og samme prosjektmodell.



## 1.4 Forskningsspørsmål

Underordnet problemstillingen er det etablert et sett forskningsspørsmål. Disse spørsmålene sikrer den logiske flyten og sørger for at arbeidet følger en rød tråd.

- **Hva er effektivt og ineffektivt ved prosjektering av jernbane eksternt og internt hos Multiconsult?**

Når et jernbaneprosjekt skal analyseres er det nødvendig å få en forståelse for hvordan jernbaneprosjektering foregår. Kompetanse innen denne prosessen sørger for at rasjonelle slutninger kan trekkes om hva som er effektivt og hva som holder effektiviteten tilbake. Kompetansen tilegnes ved å undersøke hvordan generell jernbaneprosjektering foregår, samt internt i Multiconsult. Slik informasjon er matnyttig for å kunne ha et beslutningsgrunnlag for hva som vil være fornuftig å medta i gjennomføringsmodellen. Et rammeverk for gjennomføringsmodell foreligger allerede for vegprosjekter i Multiconsult, så en forståelse for jernbaneprosjekt kan bidra til å gi forslag til hva som kan endres og tilføres rammeverket for jernbane.

- **Hva er grunnlaget for gjennomføringsmodellen for jernbaneprosjektering?**

Det må undersøkes hvilke overordnede tema modellen skal bygge på. Forståelse for spørsmålet kan bidra til å identifisere hvilke momenter en slik modell kan bygge på for nettopp å gjøre prosjekteringsprosessen mer effektiv. Et konkret eksempel er temaet fremdriftsplanlegging. Modellen må være utformet slik at den ivaretar kravene Multiconsult stiller til fremdriftsplanlegging.

- **Hvordan bakes virkemidlene inn i modellen for å oppnå en mer effektiv prosess?**

Gjennom arbeidet med masteroppgaven er det viktig å tenke på hvordan ulike relevante virkemidler kan innlemmes modellen på en fornuftig måte slik at koordinering og planlegging kan foregå effektivt. Med virkemidler menes her de fysiske delene modellen består av. Det understrekes at arbeidet bygges på et eksisterende rammeverk, som med justeringer og endringer kan tilpasses byggeplan Ski stasjon, og senere et generelt jernbaneprosjekt. Et av de planlagte virkemidlene er en verktøystrategi for 3D- verktøy som viser hvordan bruken av verktøy skal foregå.

- **Hvordan kan en slik modell implementeres i Multiconsult?**

For at en gjennomføringsmodell skal fungere i praksis må den implementeres i organisasjonen. Modellen skal planlagt brukes allerede høsten 2012, så det er viktig å vekte dette spørsmålet. Fra et tidlig tidspunkt må prosjektorganisasjonen på Ski stasjon involveres slik at alle er klar over at modellen planlagt skal benyttes fra og med høsten. En slik forberedelse vil sannsynligvis gjøre at implementeringen blir mer vellykket. Parallelt må det planlegges hvordan gjennomføringsmodellen kan implementeres i hele Multiconsult slik at ethvert nytt jernbaneprosjekt kan tilpasse og benytte modellen. Implementering er en stor utfordring i og med at Multiconsult er et stort selskap med mange etablerte styringsmetoder.

- **Hvordan kan man på en rasjonell måte planlegge bruken av 3D-verktøy for å bidra til effektiviseringen av byggeplan?**

Det er mye å vinne på god rutine med BIM, så fokuset på dette i Ski stasjon er stort. I prosjekt Ski stasjon er et av hovedmålene å legge grunnlaget for og teste ut en verktøystrategi for samferdselsoppdrag. I denne omgang skal det undersøkes hva JBV krever av digitale leveranser og forsøke å kople dette opp mot de forskjellige fagene og stegene i fasen byggeplan. Det er viktig å tydeliggjøre en slik enkel oversikt over tidsfrister og leveranser slik at hele organisasjonen får oversikt.

## 1.5 Leveranser

Leveransen er produktet av masteroppgaven og bygger på problemstillingen og forskningsspørsmålene. Oppgavens empiri diskuteres her opp mot litteratur og settes sammen med subjektiv fornuft for å danne leveransene som skal svare på problemstillingen.

### Primærleveranse

Dette er hovedleveransen i masteroppgaven og det er i denne leveransen beskrevet to sluttprodukter:

- 1) En studie av Ski stasjon som skal resultere i en gjennomføringsmodell for fasen byggeplan. Denne skal etter hvert kunne brukes og tilpasses alle oppdrag innen jernbaneprosjektering for å bedre effektiviteten i prosessen, altså utvikles til en «generisk modell». Dette er en del av Multiconsults planlagte utviklingsoppgaver for 2012. Det skal herunder i tillegg sees kort på hvordan gjennomføringsmodellen kan brukes for å etablere effektive framdriftsplaner for denne typen prosjekteringsoppdrag.
- 2) Forslag til verktøystrategi for *byggeplan* som viser hvordan Multiconsult kan bruke 3D- verktøy på en effektiv måte for å støtte opp under gjennomføringsmodellen.

### Sekundærleveranse

Dette temaet er ikke nevnt i problemstillingen, men kommenteres av den grunn at det er ønskelig at en slik leveranse realiseres. Ettersom hvor mye tid som går med til primærleveransen, skal dette kommenteres:

- 3) **Database:** Utvikle et forslag til hvordan gjennomføringsmodellen kan modifiseres til et dataprogram som skal fungere som et operativt og klikkbasert verktøy for styringen og gjennomføringen av prosjekteringsprosessen. Her presenteres det hvorfor det kan være fordelaktig med en slik løsning og prinsipper for hvordan systemet kan bygges opp.

## 1.6 Begrensninger og forutsetninger

Det er i planleggingsfasen av masteroppgaven gjort noen begrensninger og forutsetninger for at oppgaven skal være realistisk å gjennomføre.

### Case Ski stasjon

En viktig begrensning er at gjennomføringsmodellen kun skal utvikles for *byggeplan* av jernbaneprojektet Ski stasjon da det ikke er tid til å se på større deler av prosjektets livsløp. Det forutsettes at Ski stasjon er tilnærmet likt et vanlig jernbaneprosjekteringsoppdrag, selv om det er meget unikt og komplekst.

### Byggeplan

Denne fasen forløper ofte parallelt med byggefasen. Dette er en fase der endringer ofte kan generere kostbare omprosjekteringer, og som krever god endringshåndtering. Det forutsettes i oppgaven at byggeplan ikke forpliktes til byggefasens forløp.

### Begrenset tilgang på litteratur

Masteroppgaven skulle i utgangspunktet gjennomføres som en standard akademisk rapport, med et solid teoretisk fundament å drøfte problemstillingen opp mot. En slik framstilling skaper troverdighet i oppgaven da man diskuterer for og mot allerede konstituert og anerkjent teori. Det viste seg etter hvert at det finnes lite litteratur om hvordan jernbaneprosjektering foregår. Samtidig finnes det begrenset litteratur om den type gjennomføringsmodell som utvikles i denne oppgaven. Det falt da naturlig å ha en case-strategi i oppgaveutviklingen der bruk av ressurspersoner i prosjektet ble essensielt. Litteratursøket er nærmere beskrevet i kapittel om metode.

### Andre begrensninger

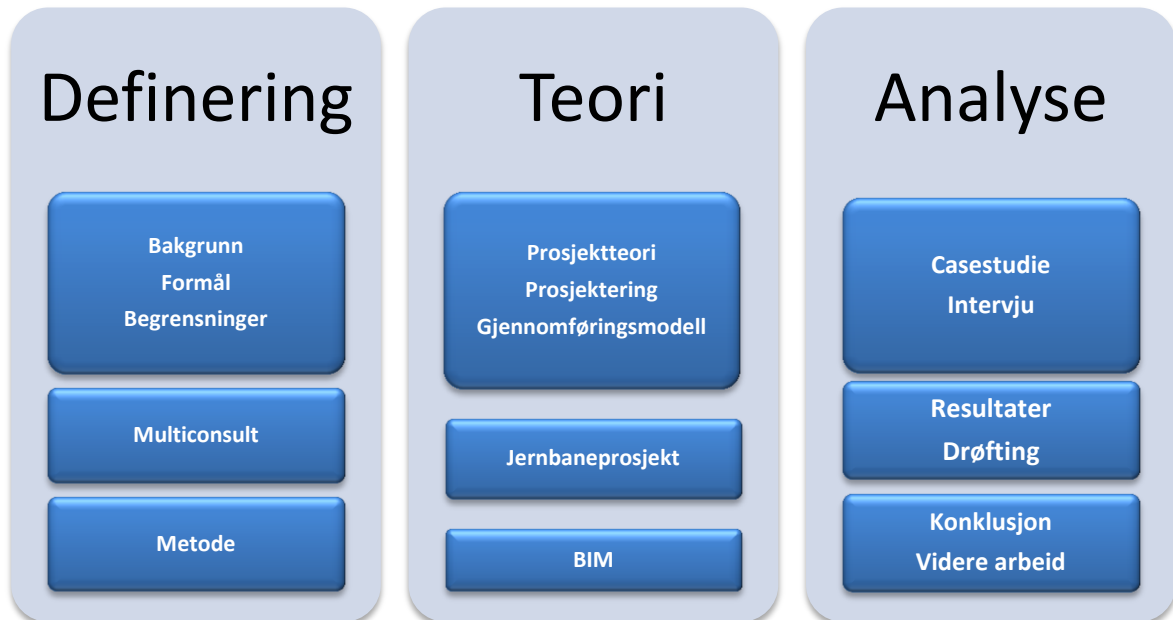
Jeg har vært 30-40 % av tiden i Oslo, noe som har hindret meg i å ha kontinuitet i case-oppfølgningen. Tiden i Oslo har vært meget givende, så et permanent opphold i lokalene til Multiconsult ville ha gjort arbeidet lettere.

Under oppholdene i Oslo har jeg forsøkt å bruke mye tid på å snakke med de riktige nøkkelpersonene i case-prosjektene. De involverte har hatt mye å gjøre og jeg har derfor ikke hatt tilgang til kompetanse til enhver tid. Jeg har også i noen tilfeller fått avslag på intervjuer. Resultatene kunne blitt mer troverdige dersom fagpersonell hadde hatt tillatelse til å vie mer tid til mitt formål.

Jeg har begrenset meg til kun å kommentere sekundærleveransen, som jeg i utgangspunktet ville vie mer tid til. Dette gjøres da jeg ønsker et størst mulig fokus på gjennomføringsmodellen og verktøystrategien for at disse skal bli tilstrekkelig jobbet med.

## 1.7 Rapportens oppbygging

Prosjektoppgaven er bygget opp med utgangspunkt i en vitenskapelig rapport, se Figur 1. Hovedinnholdet i kapitlene er presentert i Tabell 2.



Figur 1 Oppbygging av masteroppgaven (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

Tabell 2 Kapittelinnndeling

	Beskrivelse
<b>Kapittel 1</b>	Bakgrunn og formål for oppgaven, forskningsspørsmål og begrensninger
<b>Kapittel 2</b>	Kort om Multiconsult og samarbeidet med masteroppgaven
<b>Kapittel 3</b>	Forskningsmetode og hvilke metoder som er valgt for å løse oppgaven
<b>Kapittel 4</b>	Forklarer gjennomføringsmodell og et eksisterende rammeverk denne masteroppgaven bygger på
<b>Kapittel 5</b>	Støtteteori for å gi grunnlag for gjennomføringsmodellen og støtte problemstilling og forskningsspørsmål
<b>Kapittel 6</b>	Støtteteori om jernbaneprojekter for å etablere forståelse for denne typen oppdrag
<b>Kapittel 7</b>	Case Ski stasjon presenteres
<b>Kapittel 8</b>	Presentasjon av forslag til gjennomføringsmodell for byggeplan Ski stasjon
<b>Kapittel 9</b>	Kommentar til hvordan datasystem kan bruke input fra gjennomføringsmodellen til å styre prosjekter
<b>Kapittel 10</b>	Diskusjon rundt implementering av modell og effektivisering av jernbaneprojekter

## 2. SAMARBEIDSBEDRIFT - MULTICONSULT

*Dette kapitlet gir en kort innføring i selskapet Multiconsult. Dette er relevant for å gi et innblikk i virksomheten og gi et bilde av hvorfor masteroppgaven kan være nyttig for selskapet. Her omtales spesielt avdelingen Konsernopdrag som masteroppgaven skrives i samarbeid med. Denne avdelingen er opprettet for å styre de store integrerte oppdragene i Multiconsult.*

### 2.1 Selskapet Multiconsult

Dagens Multiconsult representerer en rekke forskjellige tekniske miljøer med stor kompetanse og lang erfaring. Mange rådgiverfirmaer, så mange som over 50, har fusjonert sammen og blitt et av landets ledende selskap innen rådgivning og prosjektering. Multiconsult driver nasjonal og internasjonal virksomhet og har 1350 medarbeidere fordelt i hele landet. Multiconsult består av 6 forskjellige forretningsområder (Sekne, 2008):

- Bygg og Eiendom
- Olje og gass
- Samferdsel og infrastruktur
- Industri
- Energi
- Miljø og naturressurser

Et bredt spekter av kompetanse innen rådgivende fag gjør Multiconsults spisskompetanse etterspurt. Dette gjør Multiconsult i stand til å ta store tverrfaglige og komplekse prosjekter. Avdeling for Konsernopdrag skal planlagt ta for seg de største og vanskeligste prosjektene Multiconsult påtar seg.

#### 2.1.1 Konsernopdrag

Konsernopdrag (KO) ble opprettet i 2011 og er en avdeling plassert utenom resten av organisasjonen, fysisk er den plassert i Region Oslo. Bakgrunnen for masteroppgaven er at dagens marked etterspør flere og større totalprosjekteringskontrakter, altså integrerte prosjekteringsoppdrag. Byggherrene vil med dette *outsource*, sette ut, mest mulig av ansvaret for alle fag og tverrfaglig koordinering. Dette er også bakgrunnen for at Konsernopdrag ble opprettet (Konsernopdrag, 2011).

Konsernopdrag skal sikre Multiconsult en god andel av markedets etterspørsel etter store integrerte oppdrag og være et kompetansesenter for styring og ledelse av disse. Avdelingen skal kunne mestre oppdrag innen alle Multiconsults forretningsområder og være et førstevalg til disse oppdragene, ikke bare et organ som benyttes når det er behov for det.

KO innehar hovedoppgavene presentert i Tabell 3.

Tabell 3 Oppgaver KO (Konsernoppdrag, 2011)

<b>Hovedoppgaver</b>	
<i>Gjennomføring av integrerte tilbud og oppdrag</i>	<i>Utvikling og forvaltning</i>
Ansvar, totalansvar eller oppdragsansvar for utvalgte tilbud og oppdrag, samt ivareta ledelses- og styringsfunksjoner i disse	Utvikle systemer og rutiner for ledelse og styring av integrerte oppdrag
Ivareta enkelte ledelses- og/eller styringsfunksjoner i tilbud og oppdrag der regionene har ansvar	Generiske gjennomføringsmodeller
Oppstartshjelp i tilbud og oppdrag der regionene har ansvar	Nøkkellapplikasjoner for å understøtte prosjekterings- og styringsprosessen, 3D/BIM
Bistå med kontrakts- og risikovurderinger	Ivareta prosesseierskap for oppdrag i styringssystemet

## 2.2 Samarbeid masteroppgave

Et velfungerende samarbeid med Multiconsult har vært viktig for arbeidet med denne oppgaven. Spesielt da det viste seg å være begrenset med litteratur på enkelte områder har tilknytningen til en kompetanserik bedrift vært avgjørende. Samarbeidet har fungert bra. Jeg har fått tilgang på all dokumentasjon til Ski stasjon, fått muligheten til å snakke med de fleste involverte i tillegg til å ha fått kontinuerlig oppfølging av veiledere. Enkelte personer har hatt mye å gjøre, men det var forventet i et travelt prosjekt som dette.

Jeg har skrevet oppgaven for avdeling for Konsernoppdrag, og man finner igjen mange av aspektene i min masteroppgave i hovedoppgavene vist i Tabell 3. Både når det gjelder utvikling av gjennomføringsmodeller, systemer og rutiner for ledelse og styring av integrerte oppdrag og 3D/BIM har de vært sentrale tema i min oppgave.

Enkelte steder i teksten refereres det til interndokumentasjon fra Multiconsult. Dette er informasjon jeg mener har tilstrekkelig troverdighet til bruk i en akademisk masteroppgave. Ved siden av interndokumentasjon har samarbeidet gitt meg verdifull informasjon gjennom intervjuer, prosjektmøter og uformelle samtaler. Dette beskrives nærmere i neste kapittel.

## 3. METODE

*I en masteroppgave forventes det at studenten tar i bruk forskningsbasert kunnskap. Dette kapittelet presenterer forskningsmetode og hvordan det er arbeidet fram en forskningsstrategi. Deretter presenteres hvilke metoder som er valgt for å utvikle masteroppgaven og underbygge valgte problemstilling.*

### 3.1 Metodekarakteristikk

Metodebeskrivelsen er en betydningsfull del av en masteroppgave. Man får kvalitetssikret sitt eget arbeid ved at man velger en akseptert måte å presentere arbeidet på. En slik beskrivelse gir også leseren mulighet til å vurdere grunnlaget rapporten og resultatene er bygget på, samt at det presenteres hvordan arbeidet er gjort. Metode er definert slik (Dalland, 1993):

*“Metoden forteller oss noe om hvordan vi bør gå til verks for å framskaffe eller etterprøve kunnskap. Begrunnelsen for å velge en bestemt metode, er at vi mener den vil gi oss gode data og belyse spørsmålet vårt på en faglig interessant måte”*

Det er viktig at metodene som benyttes i en oppgave beskrives godt i metodekapittelet, herunder hvorfor metodene er valgt og hvordan man har arbeidet. Metodebeskrivelser bør være mulig for leser å vurdere, slik at troverdigheten til rapporten kan bedømmes (Dalland, 1993).

### 3.2 Forskningsdesign

Før hovedarbeidet i forskningsprosessen settes i gang er det viktig å bruke tid på å utvikle en tilstrekkelig problemstilling og disposisjon for utførelse av oppgaven. Dette kalles et *forskningsdesign*. Lik et reelt byggeprosjekt er det essensielt å planlegge hvordan forskningsarbeidet skal utføres og lage en plan for hvordan studien skal bygges opp (Kunnskapssenteret, 2012). Denne fasen, prosjektutformingen, er i denne oppgaven formulert i en prosjektbeskrivelse, se vedlegg 7. Denne beskrivelsen ble framstilt i samråd med Multiconsult og består av følgende punkter:

- Bakgrunn
- Formål
- Planlagt metode
- Organisasjonsbeskrivelse
- Tidsplan
- Risikovurdering

Disse punktene ligger som grunnlag til utviklingen av masteroppgaven. Prosjektbeskrivelsen ble utviklet i januar og februar og har kontinuerlig blitt fulgt opp av sentrale veiledere i Multiconsult slik at det hele veien har vært enighet om tråden i masteroppgaven. Metodisk beskrevet kan arbeidet frem mot endelig problemstilling og oppgavebeskrivelse formuleres som *vitenskapelig metode, vitenskapelig tilnærming, forskningstype og forskningsstrategi*.

### 3.2.1 Vitenskapelig metode

Vitenskapelig metode sier noe om hvordan det er tilegnet ny kunnskap i masteroppgaven. Informasjon kan generelt formidles som både tall og tekst. Det skilles her gjerne mellom to metoder innenfor samfunnsvitenskapen; kvantitativt og kvalitativt orienterte metoder, se Tabell 4. Begge metoder har som formål å sørge for at forståelsen for interaksjon mellom enkeltmenneske, grupper og samfunn blir forbedret (Dalland, 2010).

Tabell 4 Vitenskapelig metode

Kvantitativ metode	Kvalitativ metode
<ul style="list-style-type: none"><li>- Bearbeider innsamlet informasjon og former den til målbare enheter</li><li>- Telling og måling</li><li>- Uten direkte kontakt med feltet som studeres</li><li>- Eksempelvis telling av biler i et kryss</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Generering av tekst</li><li>- Fange opp mening og beskrive forhold som ikke kan formuleres med tall</li><li>- Få frem sammenheng og helhet</li><li>- Deltagende observasjon, intervjuer eller analyse av tekst</li></ul>

Denne masteroppgaven er basert på en *kvalitativ tilnærming*. Det skal benyttes deltagende observasjon, intervjuer med ressurspersoner og analyse av dokumenter. En slik tilnærming vil gi gode resultater gjennom fysisk tilstedeværelse i prosjektet som analyseres.

Det kvalitative arbeidet er planlagt slik at prosjektet vil gi de nødvendige resultatene for at den planlagte gjennomføringsmodellen kan utvikles. Ski stasjon, et pågående og levende prosjekt, skal gi matnyttig input til oppgavens arbeid.

### 3.2.2 Vitenskapelig tilnærming

Den vitenskapelige tilnærmingen er måten problemstillingen angripes, altså hvordan den blir besvart. Det er spesielt to tilnæringsmetoder som er relevante i denne masteroppgaven, presentert i Tabell 5.

Tabell 5 Vitenskapelig tilnærming (Dalland, 2010)

Hypotetisk-deduktiv metode	Induktiv metode
<ul style="list-style-type: none"><li>- Teorien sjekkes opp mot praksis</li><li>- Utgangspunktet er teori og man utreder problemstilling ut fra denne</li><li>- Følger opp problemstillingen og tester denne ut mot empiri</li><li>- Verifiserer eller falsifiserer de etablerte hypotesene</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Praksis danner grunnlaget for ny teori</li><li>- Observasjon og analyser av empiri er viktig for å utvikle nye teorier i interaksjon med praksis</li></ul>

I denne masteroppgaven skal det planlagt benyttes deler av begge metodene i arbeidet. Arbeidet fremstår med en deduktiv tilnærming når anerkjent litteratur brukes i utviklingen av gjennomføringsmodellen til Ski stasjon. Det anvendes da teori til å belyse viktigheten av hva en slik modell bør bestå av og hvorfor.



Synkront jobbes det induktivt når erfaring fra tiden i Oslo brukes til å utvikle et forslag til gjennomføringsmodell. Dette kan føre til at det produseres ny internteori, om mulig noe som kan jobbes videre med slik at byggebransjen kan ha nytte av det. Disse momentene er viktig å ha i bakhodet gjennom arbeidet med masteroppgaven slik at rett fokus overholdes.

### 3.2.3 Forskningstype

Begrepet forskning handler om å bli sikker i en form for vitenskap. Det må letes grundig etter klarhet i et tema. En type forskning kan være å slå fast en påstand som bekreftes fra flere pålitelige kilder. Det spiller ingen rolle hvilken status den som forsker har, såfremt arbeidet nettopp gir klarhet i det undersøkte forhold (Dalland, 1993). Dette forskningsarbeidet vil bestå i å søke klarhet i hvordan styringen av Ski stasjon kan foregå på en mest mulig fornuftig måte.

Det finnes mange meninger om hva som er forskning og ikke, og det finnes flere måter å dele inn vitenskap og forskningsområder. Forskning kan kategoriseres etter inndelingen i Tabell 6.

Tabell 6 Typer forskning (Forskning.no, 2009)

Type forskning	Beskrivelse
<b>Grunnforskning</b>	Denne type forskning har som mål å kontinuerlig søke etter ny kunnskap. Det eksisterer ingen bestemt anvendelse for forskningen
<b>Anvendt forskning</b>	I likhet med grunnforskning er denne forskning også ment for å skaffe til veie ny kunnskap. Her forskes det derimot på bakgrunn av å dekke behovet for en eller flere praktiske mål eller bestemte anvendelser
<b>Utviklingsarbeid</b>	Utviklingsarbeid går her på å utvikle produkter, prosesser og systemer. Eksisterende prosesser kan også forbedres, eksempelvis hurtigere produksjon av emballasje

I denne masteroppgaven skal det benyttes en kombinasjon av anvendt forskning og utviklingsarbeid:

*Anvendt forskning:*

Det skal forskes på bakgrunn av å dekke Multiconsults behov etter anvendbare gjennomføringsmodeller for jernbaneoppdrag, som nevnt i bakgrunnen for oppgaven. Forskningen skal planlagt implementeres og *anvendes* i byggeplan Ski stasjon. Visjonen er videre at arbeidet skal implementeres i Multiconsult og benyttes i ethvert jernbaneoppdrag, som en tilpasningsdyktig gjennomføringsmodell.

*Utviklingsarbeid:*

Dette kombineres med anvendt forskning for å forbedre effektiviteten i prosjektering av jernbaneoppdrag. Multiconsult har gjort et utviklingsarbeid for vegprosjekter som eksisterer som et rammeverk. Dette rammeverket skal *utvikles* for

jernbaneoppdrag og skal planlagt rasjonaliseres slik at det med fordel kan benyttes i alle jernbaneoppdrag.

### 3.2.4 Forskningsstrategi

En forskningsstrategi er nødvendig for å nå masteroppgavens visjon som i denne oppgaven er å tilfredsstille hovedformålet. Strategien sier overordnet hva som faktisk og konkret skal gjøres i oppgaven. Strategien valgt for denne oppgaven er *casestudie*. Ski stasjon er oppgavens hovedcase, mens utviklingsprosjektet som er gjort for vegprosjekter er en case som fungerer som grunnlag for oppgaven, altså en grunnlagscase.

### 3.3 Valg av forskningsmetoder

Etter å ha lagt grunnlaget for forskningsdesign må det velges angrepspunkt av ulike metoder. Det finnes flere metoder for datainnsamling. Datainnsamling er viktig for å skaffe tilveie informasjon og diskutere problemstilling og forskningsspørsmål, se oversikt i Tabell 7.

Tabell 7 Typer metode (Dalland, 2010)

Metode	Beskrivelse	Relevans til oppgave
<b>Spørreundersøkelse</b>	Dokument som deles ut til et visst antall personer for å sanke informasjon om et tema/problem.	Kunne ha blitt brukt i denne oppgaven. Likevel ikke bedømt som relevant nok da det ikke skal sannes informasjon fra et stort antall personer.
<b>Litteraturstudium</b>	Søk etter litteratur for å underbygge og løse valgte problemstilling.	Stor grad av relevans til oppgaven da dette vil gi grunnlag for diskusjon.
<b>Statistisk analyse</b>	Se på statistikker for et studert område.	Ikke relevant i denne formen for oppgave.
<b>Metastudie</b>	Metode der man oppsummerer ulik forskning på et område.	Kan være relevant, men i en slik oppgave er litteraturstudium foretrukket framfor metastudie.
<b>Casestudie</b>	Kvalitativ undersøkelse av et pågående prosjekt.	Relevant til denne oppgaven, da et prosjekt er en stor del av grunnlaget for masteroppgaven.
<b>Intervju</b>	Informasjonssøk gjennom utspørring av utvalgte intervjuobjekter.	Stor relevans da ressurspersoner i Ski stasjon sitter på relevant informasjon.
<b>Drøfting</b>	Se en sak fra ulike sider, drøfte subjektive meninger opp mot litteratur.	Relevant for å sette forskningsspørsmål i perspektiv.

### 3.3.1 Metode tilknyttet forskningsspørsmål

Forskningsspørsmål skal knytte sammen oppgaven. Dette avsnittet gir svar på hvordan de etablerte forskningsspørsmålene er forsøkt besvart gjennom ulike metoder.

#### *Hva er effektivt og ineffektivt ved prosjektering av jernbane eksternt og internt hos Multiconsult?*

Dette spørsmålet er hovedsakelig angrepet gjennom metoden litteraturstudium. Gjennom analyse av dokumenter er det trukket ut relevante slutninger som kan gi svar på spørsmålet. Det er også benyttet intervju for å trekke ut momenter som kan gi svar på effektivitet. Dokumentanalysen er drøftet for å belyse forbedringspotensialet og foreslå tiltak mot ineffektivitet, dette er gjort i diskusjonen, se kapittel 10.2. Intervjuene er bearbeidet og presentert gjennom intervjuprosessen i kapittel 8.1.

Dette spørsmålet kunne ha blitt besvart gjennom spørreundersøkelse til flere relevante personer utenom prosjektet, og i tillegg som en statistisk analyse. Da jeg har jobbet med et enkelt prosjekt som utgangspunkt har ikke disse metodene egnet seg.

#### *Hva er grunnlaget for gjennomføringsmodellen for jernbaneprosjektering?*

Det er gjennom litteraturstudium av generelle gjennomføringsmodeller plukket ut noen temaer som kan være et grunnlag til å kunne utvikle oppgavens gjennomføringsmodell. I samråd med sentrale personer i Multiconsult er det drøftet om temaene er relevante til oppgavens formål. Temaene er så gjort rede for gjennom nok et litteraturstudium.

#### *Hvordan bakes virkemidlene inn i modellen for å oppnå en mer effektiv prosess?*

Med virkemidler menes her de fysiske delene modellen består av. Her betegnes metoden casestudie som besvarelse til spørsmålet. Det er i samråd med deltagere fra prosjekt Ski stasjon, gjennom møtevirksomhet, diskutert oppbygging av modellen og hvilke virkemidler den kan bestå av. I tillegg er det gjennom dokumentanalyse, altså litteraturstudium, vurdert hvordan rammeverket til en tidligere gjennomføringsmodell i Multiconsult er bygget opp.

#### *Hvordan kan en slik modell implementeres i Multiconsult?*

Dette spørsmålet er besvart gjennom intervju og drøfting. Gjennom samtaler med nøkkelpersoner fremkommer det hvordan en slik modell kan implementeres på best mulig måte. Jeg har i tillegg trukket logiske slutninger for hva jeg mener kan være fornuftig innen implementering av en modell. Resultatet av denne drøftingen er presentert i kapittel 10.1.

#### *Hvordan kan man på en rasjonell måte planlegge bruken av 3D-verktøy for å bidra til effektiviseringen av byggeplan?*

Dette arbeidet er gjort gjennom dokumentanalyse, intervjuer og drøfting av resultatene. Dokumenter fra JBV og Multiconsult i prosjektet angående digitale leveranser er analysert. Samtlige fag er også intervjuet om emnet. Disse metodene har resultert i mye informasjon som er drøftet til et sammensatt forslag til en verktøystrategi for Ski stasjon, se kapittel 8.4.

### 3.3.2 Metodevalg i masteroppgaven

De forskjellige forskningsspørsmålene har resultert i et sett valgte forskningsmetoder. Under utdypes hvilke metoder som er benyttet, hvorfor de har vært aktuelle og hvordan de har blitt benyttet. Ettersom forskningsstrategien er casestudie, diskutert gjennom forskningsdesign, falt valget på følgende forskningsmetoder:

1. Litteraturstudium
2. Casestudie
3. Intervju
4. Drøfting

#### 3.3.2.1 Litteraturstudium

Et litteraturstudium er et redskap som bidrar til løsningen av problemstillingen og forskningsspørsmål som ønskes besvart. Studiet er ment for å resultere i en tilstrekkelig mengde teori som kan benyttes for å underbygge diskusjonen rundt problemstilling og forskningsspørsmål. Et litteraturstudium er en enkel form for forskning som krever at det oppsøkes mer data enn det som trengs i oppgaven for senere å bruke de eventuelle kildene for å luke ut informasjon som kan være relevant for oppgaven. Her er en kritisk vurdering av litteraturen viktig for å styrke den subjektive argumentasjonen og hjelpe leseren med å bedømme innholdet (Dalland, 2010).

Et litteraturstudium gjøres på bakgrunn av et litteratursøk. Dette er søk etter og evaluering av litteratur som kan benyttes i oppgaven. Dette studiet har foregått gjennom søk i følgende kilder:

- BIBSYS, informasjonssenter NTNU
- CONCEPT, forskningsprogram finansiert av Finansdepartementet
- Databaser som Google Scholar
- Jernbaneverkets internettsider

Søkeord som har benyttet i disse kildene har vært: jernbaneprosjektering, jernbaneprojekt, jernbaneverkets tekniske regelverk, effektiv jernbaneprosjektering, jernbaneverket, prosjektering, prosjekteringsledelse, earned value management, gjennomføringsmodell, prosjektmodell, beslutningsmodell, BIM, bygningsinformasjonsmodell/-modellering, IFC, VDC, fremdriftsplanlegging, tidligfase, grensesnittproblematikk.

#### Begrensede funn

I litteratursøket som ble gjennomført i denne oppgaven jobbet jeg mye for å finne litteratur om jernbaneprosjektering. Det viste seg etter hvert at det eksisterte lite nedskrevet teori om selve prosessen. Dette endret fokuset i oppgaven som i utgangspunktet skulle ende opp i en diskusjon opp mot et godt stykke teori. Det har medført hyppige bidrag fra nøkkelpersoner i prosjektet Ski stasjon, samt andre i Multiconsult, for å få mer innblikk i forskningsspørsmålet om ineffektiv jernbaneprosjektering. Ressurspersoner i Jernbaneverket har og bidratt til å få svar på spørsmål angående jernbane. Teorien i oppgaven er hovedsakelig hentet fra bøker, tidsskrifter, forskningsrapporter og internettartikler.

### 3.3.2.2 Casestudie

Casestudie er valgt som forskningsstrategi i masteroppgaven. Dette er et godt redskap, spesielt grunnet begrensede funn i litteratursøket. Fokuset på casestudie anslåes som det viktigste bidraget for å gi best mulig utgangspunkt for utviklingen av en gjennomføringsmodell. Tradisjonelt sett vil en studie av *flere* caseprosjekter samtidig gi bedre resultater. I denne oppgaven utvikles gjennomføringsmodellen til et spesifikt prosjekt som tilsier at kun det respektive prosjektet er relevant å se på.

Casestudie er en form for kvalitativ undersøkelse der man kaster lys over virkelighetsnære situasjoner, her prosjekter. Denne metoden skaper nære bånd mellom teori og praksis og gir evne til å se større sammenhenger og trekke konklusjoner (Dalland, 2010).

Da oppgaven tar for seg utviklingen av en gjennomføringsmodell som skal bidra til bedret effektivitet i prosjekteringen av jernbaneoppdrag er det av stor verdi å følge et prosjekt som faktisk befinner seg i den fasen man skal beskrive. En casestudie gir innblikk i hvordan prosjektet er bygget opp, hvilke ressurser som inngår og hvordan dynamikken forløper i prosjektet.

Masteroppgaven har gitt mulighet for oppfølging av to forskjellige case:

*Hovedcase Ski stasjon:* Dette er et unikt og innviklet prosjekt med statlig byggherre, Jernbaneverket. En casestudie som Ski stasjon gir et solid stykke empiri til oppgaven. Dette gir sjansen til å innhente relevant informasjon fra nøkkelpersoner i prosjektet for å gi svar på oppgavens mål.

*Utviklingsprosjekt:* Dette er et arbeid med utviklingen av en gjennomføringsmodell for vegprosjektering. Arbeidet har gitt input til rammeverket utviklet i denne masteroppgaven for jernbaneprosjekter i Multiconsult.

Gjennom disse prosjektene er det blitt benyttet observasjon, samtaler med nøkkelpersoner, møter og analyse av relevante dokumenter, se Tabell 8.

Tabell 8 Case- virkemidler Ski stasjon

Virkemiddel	Karakteristikk
<b>Observasjon</b>	Tilstedeværelse i prosjekt Ski stasjon har gitt muligheten til medvirkning på møter, uformelle samtaler og andre nyttige aktiviteter. Jeg har gjennom dette arbeidet fått bruke egne sanser og fått inntrykk gjennom oppmerksom iakttagelse. Dette har gitt meg innblikk i prosjektets gang, hvor prosjektet befinner seg i forhold til planen og en oversikt over fagene som inngår i kontrakten mellom Multiconsult og JBV.
<b>Intervju/samtale</b>	Jeg har benyttet meg av anledningen til å snakke med diverse nøkkelpersoner i Multiconsult og JBV. Ved å være forberedt til samtale og intervjuene har jeg høstet matnyttig informasjon.

---

Jeg har forsøkt å vekke personens oppmerksomhet og engasjement for å få best mulig gevinst.

**Møter** Møter har vært et av de viktigste virkemidlene i casestudien. Jeg har invitert relevante ressurspersoner for å få kontroll på uklarheter som har dukket opp underveis. Deltakelse i prosjektmøter og innkallelse til egne møter har vært meget nyttig under Oslo- oppholdet.

**Dokumentanalyse** For å bli kjent med prosjektene har det vært nødvendig å på forhånd lese viktige dokumenter som gir innblikk i hva som har skjedd og er planlagt i casene.

---

### 3.3.2.3 Intervju

Intervjuene har vært viktige virkemidler i casearbeidet. Denne metoden er beskrevet isolert grunnet viktigheten av virkemiddelet. For å svare til problemstillingen er det vesentlig med utdypet informasjon fra nøkkelpersoner. Det har derfor vært hensiktsmessig å utvikle et sett intervjuer eller en intervjuguide, se vedlegg 3. Et slikt virkemiddel har gitt innblikk i hvordan intervjuobjektet personlig betrakter problemet slik at jeg har fått avduket deres erfaringer og kunnskap.

Generelt kan et intervju sies å foregå gjennom syv stadier fra idé til ferdig rapport, se Tabell 9.

Tabell 9 Intervjustadier (Kvale, 2006)

<b>Tematisering</b>	Dette er det avgjørende arbeidet med intervjurunden. Her har jeg definert formålet med undersøkelsen og hvorfor den gjennomføres. Et viktig arbeid for selvforståelse til temaet som drøftes er nettopp å ha god innsikt i temaet slik at du ikke fremstår som uvitende overfor intervjuobjektene.
<b>Planlegging</b>	Her har jeg planlagt selve intervjuet, hvem som skal intervjues og hvorfor. En viktig del av dette arbeidet er å forme spørsmålene i guiden.
<b>Intervju</b>	Kontakt etableres og spørsmål stilles på grunnlag av en intervjuguide. En reflektert tilnærming til temaet er en fordel for utfallet. Jeg har jobbet for at objektene skal få en briefing i formålet med undersøkelsen både før og etter intervjuet.
<b>Transkribering</b>	Dette er overgangen fra muntlig tale til tekst, en klargjøring for analyse.
<b>Analysering</b>	Analysearbeidet går ut på å forstå den innhøstede informasjonen i sammenheng med undersøkelsens formål og bruke den med hensikt om å svare til problemstillingen.
<b>Verifisering</b>	En bedømmelse av resultatenes pålitelighet er viktig for å gi leser mulighet for å verifisere undersøkelsen.

<b>Rapportering</b>	Resultatene formidles på en lesbar måte i masteroppgaven.
---------------------	---

### *Intervjuprosessen*

Gjennom caseprosjektene i Multiconsult har intervjuer vært en nødvendig forskningsmetode for å avdekke nødvendig informasjon til utviklingen av gjennomføringsmodellen. Gjennom arbeidet med denne masteroppgaven er de ulike fagene ved Ski stasjon intervjuet i tillegg til byggherre.

Det ble formet en intervjuguide for å ha samme utgangspunkt hos de enkelte fagdisiplinene. Denne intervjuguiden var ment som en overordnet liste med hovedspørsmål som skulle styre intervjuprosessen. Intervjuobjektene kunne på denne måten komme med meninger, oppfølgingsspørsmål og annen informasjon om tilstøtende temaer. Dette ble diskutert slik at det oppsto enighet om resultatene. Man kan da se på denne intervjuformen som en noe ustrukturert form for intervju som med åpenhet og fleksibilitet har gitt verdifull informasjon. Etter å ha transkribert og analysert informasjonen har jeg oversendt referater til enkelte intervjuobjekter for å få tilbakemeldinger dersom behovet har oppstått.

Denne metoden har gitt verdifull informasjon ved at prosjektets fagpersonell har kommet med sine innspill og vært med på å planlegge hvordan byggeplanen for prosjektet kan formes. Ved å involvere de som skal utføre oppgavene blir det større troverdighet i resultatet, som er et forslag til gjennomføringsmodell.

Resultatene fra intervjuene er brukt til å se på hvordan jernbaneprosjektering kan foregå mer effektivt i Multiconsult. Det mest relevante har jeg brukt som underlag for å utvikle gjennomføringsmodellen. En oppsummert analyse fra intervjuene er presentert i kapittel 8.1.

#### **3.3.2.4 Drøfting**

Å drøfte betegner å granske eller å se en sak fra forskjellige sider. I en slik metode skal det vises til den tilegnede kompetansen hvordan man kan håndtere denne kunnskapen i forhold til problemstillingen og forskningsspørsmål. Det viktigste med drøftingsdelen er å forstå, benytte og trekke slutninger mellom den valgte problemstillingen og de teoretiske perspektivene utviklet i litteraturdelen. Denne prosessen beskrives som en subjektiv og analyserende diskusjon man fører individuelt. Diskusjonen skal metodisk og kritisk reflektere rundt problemstillingen med bakgrunn i argumentasjon fra teori og empiri. I denne oppgaven er grunnlaget hovedsakelig empiri (Dalland, 1993).

### **3.4 Resultatenes troverdighet**

I masteroppgaven er det benyttet forskjellige informasjonskilder. Når det gjelder bruk av informasjonskilder er det viktig å unngå subjektive aspekter rundt et tema slik at rapporten får et objektivt og pålitelig uttrykk. En må da velge hvilke av kildene som kan tenkes å gi mest relevante svar i forhold til temaet som undersøkes (Dalland, 1993). Når det brukes teori fra en gitt kilde refereres det til andres arbeid. Eksempelvis kan hvem som helst publisere artikler på nett, noe som tilsier at det er viktig å være kritisk til hvilke kilder man velger å benytte.



Bevisst håndtering av metodene litteratursøk, casestudie og intervju vil tilføre oppgaven troverdighet. Multiconsult er en stor aktør i det norske markedet og har store prosjekter på porteføljen sin. Dette betyr at casene jeg følger drives av erfarne ressurspersoner med kompetanse og dyktighet, noe som i seg selv er en trygghet og gir resultatene troverdighet i forhold til problemstillingen. Samtidig er det nødvendig å være kritisk og klar over at det i Multiconsults prosjekter kan opereres etter styringsstrategier som ikke gir de beste resultatene.

Det er nødvendig å granske informasjon man har innhentet og velger å benytte seg av. Dette må gjøres for å vurdere holdbarhet samt relevans/gyldighet. Det er to sentrale begreper som er spesielt relevante når det gjelder forskningens troverdighet; Validitet og Reliabilitet (Dalland, 2010).

### **3.4.1 Reliabilitet**

Dette begrepet tar for seg om resultatene i en studie kan etterprøves, altså forskningens pålitelighet. Denne studien skal ta for seg utviklingen av en. En slik casestudie vil trolig være hensiktsmessig å etterprøve. Grunnen til dette er at en slik gjennomføringsmodell må gjennom mange iterasjoner og vil kontinuerlig forbedres. Denne forbedringen vil skyldes erfaringsoverføring gjennom iterasjonene. En etterprøving vil sannsynligvis gi lav reliabilitet, men være nyttig for videre utvikling.

### **3.4.2 Validitet**

Validitet refererer til tolkning av data og omhandler de tolkningene forskeren konkluderer med. Det sees her på i hvilken grad tolkningene er gyldige. Med dette menes at resultatene kan være holdbare også for andre situasjoner enn de som faktisk er utforsket i den anviste studien. I denne sammenhengen bygger masteroppgaven på kun et pågående prosjekt og må sannsynligvis gjennomarbeides før resultatene kan benyttes i andre prosjekter. Jeg konkluderer derfor med at resultatene kan valideres, men ikke 100 % før de er blitt benyttet i flere prosjekter. Poenget med modellen som utvikles er nettopp at den prøves og forbedres med at gode erfaringer tas med videre, gjennom erfaringstilbakeføring eller beste praksis.

### **3.4.3 Feilkilder/usikkerheter**

Det er viktig å identifisere og være klar over feilkilder som berører masteroppgaven. Slike usikkerheter kan oppstå i flere tilfeller som litteratur, intervju, observasjoner, personlig slutninger eller kompetansenivå til nøkkelpersoner som intervjuobjekter.

Et usikkerhetsmoment i denne masteroppgaven er tilgangen på litteratur. Da jeg fant begrenset med litteratur om jernbaneprosjekter måtte jeg belage meg på informasjon jeg fikk fra intervjuer med personer fra Ski stasjon og JBV. Gjennom prosessen med å transkribere og analysere intervjuene, jfr. Tabell 9, kan det oppstå personlig tolkning og noe usikre resultater, i forhold til et rent teoretisk grunnlag.

Et annet moment er dynamikken i Ski stasjon. Dette prosjektet er preget av å bli stanset og startet grunnet mangel på statlige bevilgninger fra statsbudsjettet. Det virker nå som prosjektet



er på god vei i den forstand, men dette er et moment å ta i betraktning. Slike hendelser har ført til at prosjektet er blitt gjennomført noe spesielt med tanke på rekkefølge i utviklingen av byggeplan, reguleringsplan og detaljplan.

Usikkerhet og feilkilder vil eksistere i alle prosjekter uansett kvalitet på planlegging. Dette må også tas hensyn til i utviklingsarbeid i Multiconsult, som utviklingen av en gjennomføringsmodell.



## 4. UTVIKLINGSARBEID I MULTICONSULT

*Multiconsult jobber strategisk for å utvikle og forvalte selskapets overordnede rammeverk og metode for gjennomføring av integrerte oppdrag. Masteroppgaven skal bidra til utviklingen av en gjennomføringsmodell for det integrerte oppdraget Ski stasjon. Kapittelet inneholder en beskrivelse av rammeverket denne masteroppgavens modell bygger på, hvordan jeg har jobbet for å bygge opp modellen og hvilke emner som betraktes som grunnlag for arbeidet.*

### 4.1 Gjennomføringsmodell

Masteroppgavens problemstilling tilsier at det skal utvikles en intern gjennomføringsmodell i konsernet Multiconsult. Det er derfor nødvendig med en definisjon av hva som betegnes med begrepet gjennomføringsmodell generelt i bransjen slik at denne kan sammenlignes med den jeg utvikler i samråd med Multiconsult.

#### 4.1.1 Beslutningsmodell

Multiconsult opererer med begrepet gjennomføringsmodell som hvordan et prosjekt klarlegges gjennom et sett med definerte faser og steg. Denne tankemåten kan sammenlignes med det som beskrives som en *beslutningsmodell*. Et viktig punkt i arbeidet med å trekke opp retningslinjer for en overordnet beslutning er *beste praksis*. Gjennom erfaring med en type beslutning vil dette sette klarere standard for hva som er riktig beslutning.

Et prosjektarbeid kan betegnes som en beslutningsorientert prosess *internt* i en organisasjon. En vel utarbeidet og utprøvd beslutningsmodell vil være formålstjenlig da et prosjekt er begrenset av ressurser, målstyrt og preget av usikkerhet da hvert prosjekt som oftest er unikt. En felles forståelse for begreper, ord og rollefordelingen med tanke på ansvar og myndighet gir en bedre prosjektkultur.

En gjennomføringsmodell kan gi flere interne fordeler (Haanes, et al., 2004):

- Økt helhetlig forståelse for prosjektets faser og tilknyttede oppgaver.
- Standardisert planlegging og klar struktur for prosjektarbeidet.
- Veileder gjennom prosjektets gang.
- Prosjektdeltagere får en helhetlig forståelse på hvor de er i prosessen.
- Strukturert beslutningsprosess som gir nødvendige beslutninger på riktig grunnlag og til rett tid.
- Klarhet i de forskjellige beslutningenes innhold, som skal legge grunnlag for neste fase i prosjektet.

#### 4.1.2 Gjennomføringsmodell generelt

Begrepet gjennomføringsmodell er definert som prosessen relatert til anskaffelser innen bygg og anlegg (DIFI, 2009). En anskaffelse blir av Per T. Eikeland definert som (Eikeland, 1999):

*«Den administrative prosessen som har til hensikt å skaffe de menneskelige, teknologiske og administrative ressurser som er nødvendige forutsetninger for de aktivitetene i byggeprosessen som krever slike eksternt innkjøpte ressurser.*

Denne prosessen består av de tre elementene kontraheringsprosess, kontraktsetablering og kontraktoppfølging. Kontraheringsprosessen er arbeidet med å tiltrede aktører til jobben, sende ut forespørsel, eventuell prekvalifisering og forhandlinger. Påfølgende etableres kontrakten med endelige kontraktsforhandlinger. Deretter følges kontrakten opp med leveransekontroll, tillegg og endringer, oppgjør, overtagelse og reklamasjoner. Slik definisjonen sier, er dette prosessen med å skaffe tilveie alt av ressurser for at prosjektet skal kunne gjennomføres.

#### 4.1.2.1 Valg av modell

I byggebransjen er det sjelden at to prosjekter er like. Det er derfor ulike forhold som avgjør hvordan gjennomføringsmodell skal velges i det enkelte prosjekt, se Tabell 10 (DIFI, 2009).

Tabell 10 Valg av modell

Trinn	Faktorer
<b>Prosjektets karakteristikk</b>	Dette er faktorer som størrelse og kompleksitet, nybygg, ombygging, hvilket stadium prosjektet er i, risiko, grensesnitt, tomt og interessenter.
<b>Forutsetninger for prosjektgjennomføring</b>	Investeringskostnad, brukermedvirkning, design, grad av nytenkning og innovasjon og miljø.
<b>Byggherreorganisasjonens kompetanse og kapasitet</b>	Erfaring med liknende prosjekter, kompetanse og kapasitet til planlegging og kontroll og involvering av eksterne aktører.
<b>Vurdering av gjennomføringsmodeller</b>	Sikkerhet for leveranse, lav/høy usikkerhet for byggherre, lavest driftskostnad og oppfylle brukerbehov.
<b>Valg av gjennomføringsmodell</b>	Valget gjøres etter analyse av overliggende punkt slik at prosjektets mål oppnås.

Gjennomføringsmodeller egner seg til forskjellige prosjekter avhengig av størrelse, nyskapning og teknologisk kompleksitet. Modeller som egner seg til én type prosjekter kan være totalt uegnet til andre (Eikeland, 1999).

## 4.2 Etablerte gjennomføringsmodeller

Ulike firmaer i byggebransjen har utarbeidet og benytter egne gjennomføringsmodeller. Ved å innarbeide disse med kunden gir det fordeler i prosjektplanleggingen, -gjennomføringen og for videre samarbeid.

## 4.2.1 Aker Kværner

Aker Kværner (AK) har utviklet «Project Execution Model» (PEM) for å vise at alle prosjekter kan ta utgangspunkt i et logisk og generisk utgangspunkt. Formålet var å skape et rammeverk felles for alle forretningsområder, samt å gi AK konkurransefortrinn og forbedre prosjektgjennomføringen gjennom blant annet å:

- Bedre kommunikasjon internt og med kunde
- Ha rutiner for erfaringstilbakeføring
- Standardisere arbeidsprosesser
- Fremme kontinuerlig forbedring

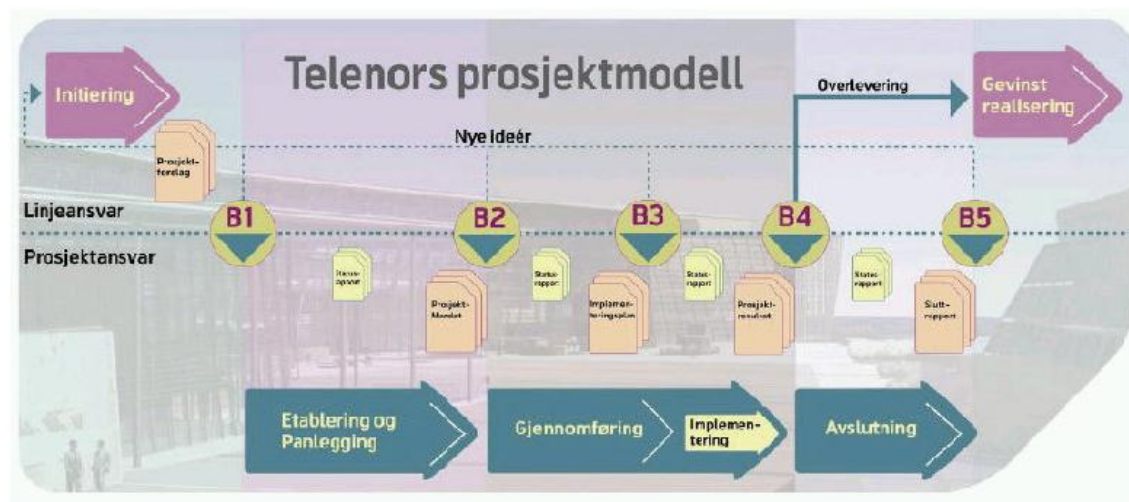
Modellen består av tre nivåer; strategisk-, kontroll- og gjennomføringsnivå:

1. Strategisk: Beskrivelse av prosjektfasene.
2. Kontroll: Fasene består av steg med definerte objekter med fokus på multidisiplinær koordinering. Steg- prestasjoner blir definert for å sikre at viktige aktiviteter blir gjennomført før man fortsetter.
3. Gjennomføring: Arbeidsprosesser, nøkkelaktiviteter og kvalitetsnivå for stegene defineres.

AK har definerte roller på hvem som har ansvar for at modellen kontinuerlig blir oppdatert i forhold til beste praksis, og alle forretningsområder har egne ansvarlige for at modellen blir vedlikeholdt på respektive områder. Prosjektleder er ansvarlig for at modellen brukes i hvert prosjekt (Aker Kværner, 2005). AK har brukt mange år på å utvikle, implementere og forbedre sin PEM, noe som gjør den til en god gjennomføringsmodell.

## 4.2.2 Telenor

Telenor har bygget opp sin prosjektmodell rundt fem overordnede beslutninger. De to første kan sies å tilhøre tidligfasen, mens resterende er under gjennomføring.



Figur 2 Prosjektmodell Telenor (Haanes, et al., 2004)

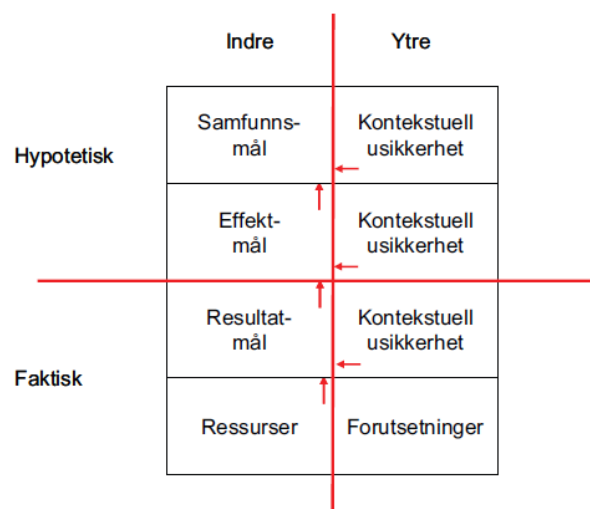
Formålet med beslutningspunktene er at det ved hvert punkt skal vedtas om prosjektet skal avsluttes, videreføres uten endringer eller videreføres med endringer. Hvert beslutningspunkt bygger på leveransene fra forrige fase, se Figur 2.

- B1: Her vurderes prosjektforslaget fra initieringsfasen. Det besluttes da om prosjektet skal etableres.
- B2: Det besluttes her om prosjektets mandat, målsetting, ressursbruk og leveranser samt interessentanalyse og risikoelementer er godt nok utarbeidet.
- B3: Dette er et formelt beslutningspunkt før implementering starter. Kan oppstå flere slike beslutningspunkt underveis.
- B4: Plan for gevinstrealisering godkjennes her, samt prosjektets resultater.
- B5: Sluttrapport, prosjektet lukkes.

Telenor har et meget sterkt produktutviklingsfokus, noe som medfører at modellen kanskje ikke egner seg direkte til byggeprosjekter. Telenors modell har ikke stor oppstyking eller stort fokus på tidligfasen som er viktig i store utbyggingsprosjekter. Modellen viser likevel viktigheten av beslutningspunkter og leveranser som er sentralt i alle gjennomføringsmodeller.

### 4.2.3 Tidligfase, logisk rammeverk

Når det gjennomføres et prosjekt prøver man gjerne å forutse prosjektets utfall. Denne muligheten er begrenset av tilgjengelig informasjon, kompleksitet, tidsspenn og eventuelle andre forhold. En gjennomføringsmodell er viktig for å bearbeide og analysere denne informasjonen. Modellen «logisk rammeverk» er en generell gjennomføringsmodell ment for konseptvurdering, et tidligfasebeslutningspunkt som har mye å si for prosjektets utvikling. Modellen har fått stor utbredelse når det gjelder første tilnærming til utvikling og vurdering av konsept. Et konsept er kort sagt det konkrete svaret på et behov (Samset, 2007).



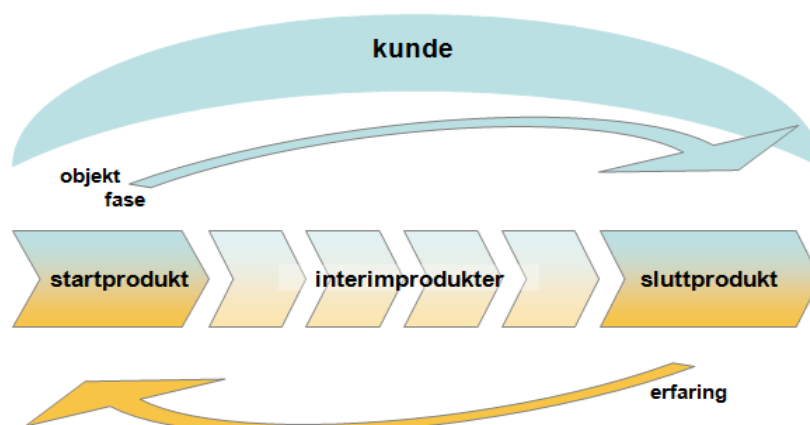
Figur 3 Logisk rammeverk (Samset, 2007)

Metoden brukes for å beskrive og vurdere risiko og usikkerhet tilhørende en strategi. Rammeverket tar hensyn til faktiske og hypotetiske hendelser slik at alle mulige hendelser visualiseres. Prosjektet kan presenteres innenfor rammeverket, eller en matrise, se Figur 3.

Denne modellen presenterer prosjektets strategi som en årsak-virkningskjede på venstre side, mens usikkerhetsfaktorene tilknyttet er på høyre side. Formålet er å beskrive helheten, at strategien er realistisk, og beskrive usikkerhetsfaktorene slik at de ikke truer strategien.

### 4.3 Gjennomføringsmodell i Multiconsult

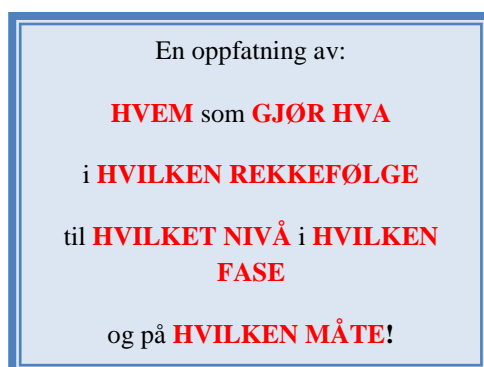
Multiconsult definisjon er noe tilsvarende de som beskrives over, men kan betraktes mer som en intern koordineringsmodell. Multiconsult jobber strategisk for å utvikle og forvalte selskapets overordnede rammeverk og metode for gjennomføringen av integrerte oppdrag. Dette er et arbeid som fremkommer som et av sluttproduktene fra «Fokus 2006», som blant



Figur 4 Gjennomføringsmodell Multiconsult (Konsernopdrag, 2011)

annet resulterte i *gjennomføringsmodellen*, se Figur 4. Denne modellen har som formål å gi alle i Multiconsult et felles begrepsapparat og en felles forståelse for hvordan oppdrag mottas, startes, utføres og leveres i alle faser og nivåer i selskapet. Dette inkluderer også alle individuelle oppgaver, eksempelvis de forskjellige fagene og gjennomføring av oppgavene.

En generisk gjennomføringsmodell kan sies å være et mønster eller en veileder for hvordan et oppdrag skal gjennomføres i Multiconsult. Den har et formål om en bedre og mer standardisert planleggingsfase for prosjektene, som er essensielt for et vellykket oppdrag. Alle

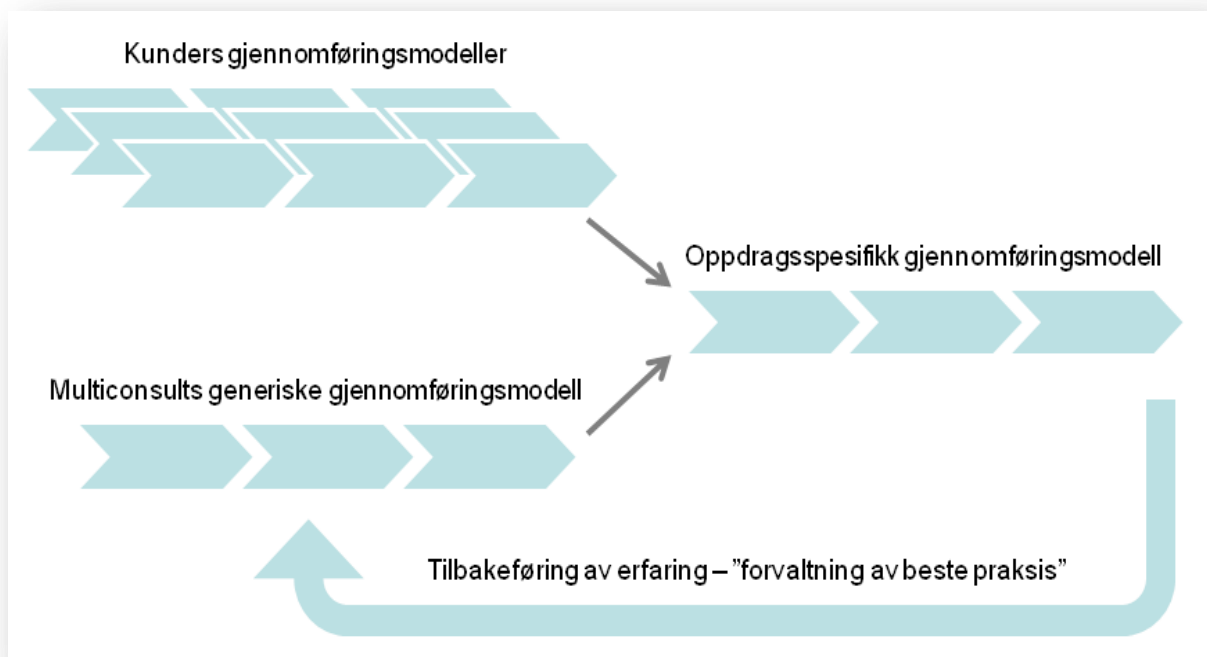


Figur 5 Oppfatning gjennomføringsmodell

prosjektdeltagere får en klarere oversikt over hvor man er i prosjektfasen og hvor man til enhver tid skal være. En kortfattet definisjon på en slik modell er presentert i Figur 5. En visjon som dette sikrer at kommunikasjonen i Multiconsult vil gå betraktelig lettere. Ettersom en gjennomføringsmodell blir benyttet vil den ved hjelp av erfaringstilbakeføring bli mer troverdig ved at den etter hver iterasjon ivaretar *beste praksis*.

### 4.3.1 Beste praksis

Som nevnt bygger Multiconsults arbeid med gjennomføringsmodeller på beste praksis prinsippet. Dette begrepet betyr kort fortalt at man skal ta vare på beste praksis og videreføre både positive og negative erfaringer for å effektivisere prosessen til neste prosjektgjennomføring. Man forsøker å finne hva de mest og minst effektive prosjektene gjør annerledes enn de øvrige for å se hva som gir best utbytte. Dette implementeres så videre i organisasjonen som beste praksis. SINTEF utrettet en undersøkelse på produktiviteten i bygg- og anleggsnæringen og fant oppsiktsvekkende resultater. Dette var en undersøkelse av 122 prosjekter der de mest effektive – beste praksis- hadde nesten dobbelt så høyt effektivitetsmål som de minst effektive (Ingvaldsen & Edvardsen, 2007). I Multiconsult fungerer denne praksisen etter prinsippene vist i Figur 6.



Figur 6 Erfaringstilbakeføring (Konsernopdrag, 2011)

Figuren illustrerer i tillegg at det i forkant av hvert prosjekt er tenkt at Multiconsults interne gjennomføringsmodell skal kunne prosjekttilpasses ved å gå inn i dialog med kunden. Kundens forventninger til gjennomføring bakes da inn sammen med gjennomføringsmodellen slik at begge parter har omforente forventninger til gangen i prosjektet.



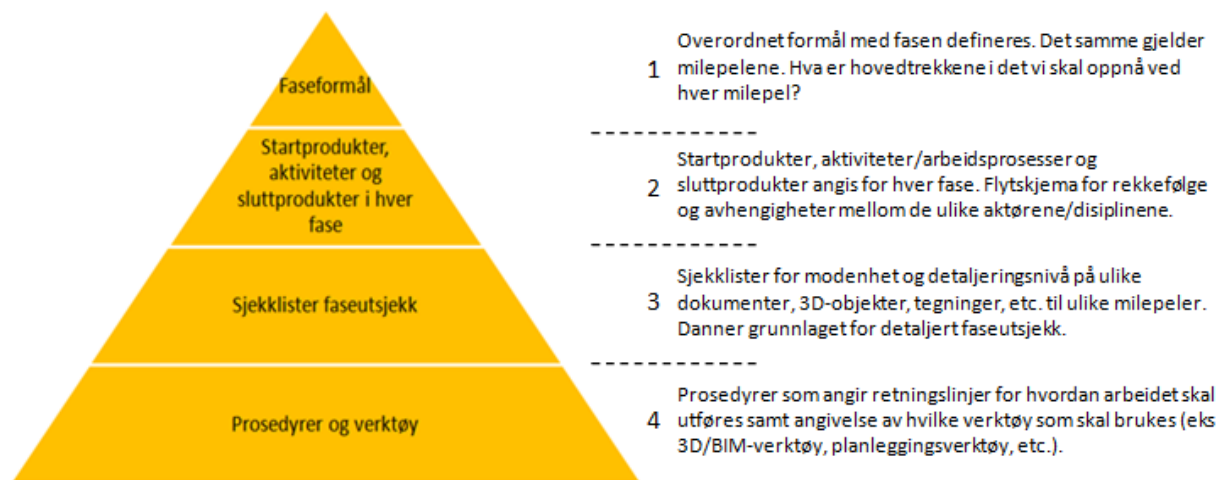
### 4.3.2 Gjennomføringsmodell for Samferdsel & Infrastruktur

Arbeidet i denne masteroppgaven baseres på et rammeverk for en gjennomføringsmodell utviklet for prosjektering av *veg*. Det er hensiktsmessig å bygge på det samme rammeverket så oppdragsgjennomføringen i samferdsel og infrastruktur ikke er veldig forskjellig for veg, jernbane, havn og andre typer samferdselsprosjekter. Dette avsnittet vil altså presentere rammeverket til gjennomføringsmodellen Ski stasjon bygger på.

Basert på intern dokumentasjon og i samråd med sentrale personer i Multiconsult kan gjennomføringsmodellen for vegprosjekter presenteres gjennom et sett definerte nivåer (Nordstoga, 2011):

- Nivå 1 – Fase- og stegformål inkludert start- og sluttprodukter
- Nivå 2 – Fagvise kontrollobjekter
- Nivå 3 – Sjekkliste kontrollobjekt
- Oppdragsleder sjekkliste for fase-/stegutsjekk
- Fagvis beskrivelse av innhold i steg

Multiconsult tar utgangspunkt i en hierarkisk nedbrytning av gjennomføringsmetoder i dette utviklingsprosjektet, se Figur 7.

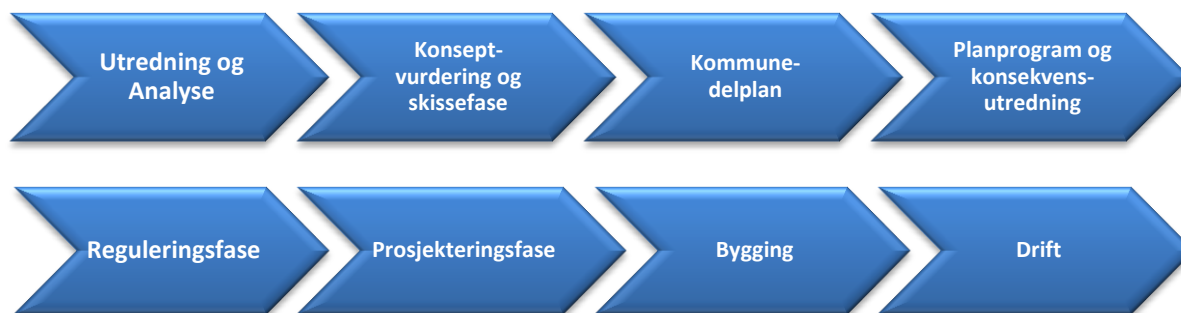


Figur 7 Hierarkisk nedbrytningsstruktur (Konsernopdrag, 2011)

Denne tilnærmingen er benyttet for å skape klarhet i oppdelingen av nivåer og beskrivelser i gjennomføringsmodellen. Det er viktig at modellen er oversiktlig og har en oppklarende og forklarende rolle i prosjektene som sørger for struktur og koordinering, framfor at den skaper forvirring. Nivåene i modellen som er utviklet er forklart under.

#### 4.3.2.1 Nivå 1

Det første nivået i modellen angir en detaljert beskrivelse av alle hovedfasene i et vegprosjekteringsoppdrag. Figur 8 viser de fasene som er definert for denne type prosjekt.



Figur 8 Hovedfaser gjennomføringsmetode for veg (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

Hver enkelt av disse hovedfasene består igjen av delfaser, eller *steg*, som sikrer at det foretas formelle utsjekk på gitte datoer i hovedfasen. Dette sikrer kontroll på framdriften og at de forskjellige fag vet når de skal levere sluttproduktene i de respektive steg. På Nivå 1 beskrives hvert steg med startprodukter, formål prosjektstyring, formål prosjektering og sluttprodukter. Disse beskrives for hvert enkelt steg byggeplan består av, se Figur 9. Stegene for gjennomføringsmodellen for veg i prosjektfasen *prosjekteringsfase/byggeplan* er definert som:

- Grunnlagsdata
- Optimalisering/konseptavklaring
- Byggeplan 1. utkast
- Byggeplan 2. utkast
- Endelig konkurransegrunnlag
- Arbeidstegninger
- Som-bygget (hvordan det faktisk blir bygget)

De andre fasene består av andre steg som er naturlig for hver respektive fase. En grundig beskrivelse av stegene for alle faser i et prosjekt vil gi alle deltakere av prosjektet en felles oversikt over hele prosjektforløpet.

Forretningsområde	GJennomføringsmetode Samferdsel & Infrastruktur - Fasebeskrivelse Prosjekteringsfase								
	1. Utredning- og analyse fase	2. Konseptvurdering og skissefase	3. Kommunedelplan	4. Planprogram- og konsekvensutredningsfase	5. Reguleringsfase	6. Prosjekteringsfase	7. Byggefase	8. Driftsfase	9. Riving og tilbakeføring fase
Fase									
Steg	6.1 Grunnlagsdata	6.2 Optimalisering/konseptavklaring	6.3 Byggeplan 1. utkast	6.4 Byggeplan 2. utkast	6.5 Endelig konkurransegrunnlag	6.6 Arbeidstegninger	6.7 As built		
Startprodukter	Kontraktdokumenter Reguleringsplaner med bestemmelser og planbeskrivelse (teknisk detaljplan) Formingsveileder Kartdata (inkl informasjon om eksisterende infrastruktur) Digitale vng- og terrenngmodeller (ortofoto) Geotekniske rapporter (grunnundersøkelser), Støyrapporter Gjeldende krav/regelverk (normaler, sjekkliste etc. Verktøystrategi for byggeplan 3D modell Risikoanalyse foreligger for tunnel	Kontraktdokumenter Rapport som beskriver hva vi har og hva som må suppleres til hvilket tidspunkt. Avklart leveranse innenfor alle steg	Kontraktdokumenter Oppdragsgiver er omforent med grunnlaget for resterende arbeid og veggometri Rapport grunnlagsdata, premissnotater og rapport optimalisering.	Byggeplan 1. utkast med kommentarer og tilbakemeldinger fra oppdragsgiver.	Byggeplan 2. utkast og konkurransegrunnlag med tilbakemeldinger og kommentarer.	Planhefter i henhold til Håndbok 139 samt konkurransegrunnlag	Planhefter av arbeidstegninger og stikningsdata		
Formål Prosjektstyring og Ledelse	Etablere prosjektstyringsbasis, kvalitetstyringsystem, SHA- og YM aktiviteitsplan og oppdragsoppmøting. Funktionsbeskrivelser	Verifisere oppdragsstyringsystem og kvalitetstyringsystem med kunde.	Oppdatere prosjektstyringsbasis ved behov. Vurdere konsekvenser av optimalisering for plansystem. Oppfølging av SHA & YM aktiviteitsplan. Sikre at SHA blir varetatt i konstruksjons- og tverrfaglige gjennomganger.	Oppdatere prosjektstyringsbasis ved behov, gjennomføre oppdatert usikkerhetsanalyse, Oppfølging av SHA & YM aktiviteitsplan. Sikre at SHA blir varetatt i konstruksjons- og tverrfaglige gjennomganger.	Oppdatere prosjektstyringsbasis ved behov	Oppdatere prosjektstyringsbasis ved behov	Oppfølging i byggetiden		
Formål Prosjektering	Sørgе for at all nødvendig (tilgjengelig) grunnlagsdata foreligger og er gjennomgått før prosjekteringen starter. Faglig forretningsavklaring for alle leveranser, inkludert arbeidstegninger og format for stikningsdata. Bli kjent med område gjennom befaringer.	Kreativ fase Tverrfaglig gjennomgang av veggometri. Fastsette/løse veggometri for prioriterte punkter, prikker for fundamentering, beplanning, belysning, dreivning etc., kartlegge konsekvenser for tilstøtende arealer/trafikkomplegginger. Etablere premissnotat (design basis).	Utarbeide 1. utkast av alle avtalte tegninger iht. Håndbok 139 Tegningsgrunnlag/3D-modell, fagrapporter og pilotbeskrivelser. Planering av konstruksjoner med start og stopp for prioriterte konstruksjoner. Tverrfaglig koordinering	Utarbeide 2. utkast av alle tegninger iht. Håndbok 139 Tegningsgrunnlag/3D-modell inkl. fagrapporter og første utkast komplett beskrivelse. Konkurransegrunnlag. Planering av alle konstruksjoner med start og stopp.	Utarbeide Ferdige byggeplanteegninger iht. Håndbok 139 Tegningsgrunnlag/3D-modell inkl. Konkurransegrunnlag.	Utarbeide arbeidstegninger og stikningsdata	Oppfølging i byggetiden		
Sluttprodukter	Rapport som beskriver hva vi har og hva som må suppleres til hvilket tidspunkt. Etablert prosjektstyringsbasis. Avklart leveranse innenfor alle steg. Rapport /Befaringer Avklart koordinatsystem Definerne prioriterte punkter i veggometri.	Rapport "Optimalisering" inkludert mulige konsekvenser for kontrakten. Premissnotater alle fag. Anbefalt horisontal- og vertikalgeometri for prioriterte punkter. Inkludert milepæl for tilbake melding fra kunde. Endingsanmodninger grunnnet	Planhefter i henhold til Håndbok 139, fagrapporter og pilotbeskrivelser. Prioriterte konstruksjoner til teknisk delgodkjenning. 3D modell YM-plan første utkast.	Konkurransegrunnlag inkludert planhefter i henhold til Håndbok 139. Resterende konstruksjoner til teknisk delgodkjenning. 3D modell YM-plan andre utkast	Konkurransegrunnlag inkludert planhefter i henhold til Håndbok 139. Øvrig sluttprodukter 3D modell YM-plan	Planhefter av arbeidstegninger og stikningsdata Teknisk godkjenning av konstruksjoner.	Planhefter av As-built tegninger og digitale data til SVV		

Figur 9 Steg i byggeplan for vegprosjekt (Nordstoga, 2011)

### 4.3.2.2 Nivå 2

Dette nivået beskriver hvert enkelt kontrollobjekt som inngår i fasen byggeplan, hvilken hovedaktivitet kontrollobjektet tilhører, samt hvilken disiplin som har ansvaret for utførelsen. Et kontrollobjekt er definert som en logisk del av prosjektet som bør inndeles i forhold til hva aktiviteten fysisk produserer som kan presenteres i en framdriftsplan. Dette betyr at objektet har mulighet for oppfølging i form av planlegging, styring og rapportering underveis i prosessen. Det skal i denne oversikten angis status for hvert enkelt kontrollobjekt innenfor de gitte steg. Statusen linkes opp mot en sjekklister som definerer hva det vil si at kontrollobjektet har oppnådd en gitt status.

Disse sjekklister vil gi hele prosjektorganisasjonen en felles forståelse på hvor langt prosjektet er kommet. En slik felles forståelse forbedrer kommunikasjonen i prosjektet og gir de ulike prosjektdeltagere en oversikt over hvem de kan kontakte til hvilken tid i prosjektet for å få svar på sine individuelle forespørsler.

Hensikten er å dele prosjektet opp i arbeidspakker som kan føres inn i en framdriftsplan og å utvikle en rapporteringsstruktur som kan brukes i andre oppdrag. Gjennom implementering vil hele strukturen bearbeides mot et standardisert prosjektstyringsystem.

### 4.3.2.3 Nivå 3

Her defineres sjekklister for hvert enkelt kontrollobjekt. De ulike objektene sjekkes da ut ettersom statusen øker. Dette gjøres formelt når prosjektet går over til neste steg.

#### 4.3.2.4 Fagvis beskrivelse

Dette er en beskrivelse av hva de enkelte fagene som inngår i et prosjekt har ansvar for å utføre i løpet av prosjektet. Denne beskrivelsen gir prosjektorganisasjonen en mulighet til å bli kjent med hva de andre i prosjektet har ansvar for å utføre. Beskrivelsen opptrer og som grunnlaget til utarbeidelse av fagvise flytskjemaer. Beskrivelsen er i tillegg viktig for grensesnittoppfølging slik at fagene er klar over hvilke fag de er i interaksjon med.

#### 4.3.2.5 Oppdragsleders sjekkliste for fase-/stegutsjekk

En slik overordnet sjekkliste gir et bilde på hvilke risiko og konsekvenser oppdraget kan påta seg underveis i gjennomføringen dersom punktene ikke er utført ved den formelle utsjekken før en ny fase/steg. Dette er en nyttig oversikt for oppdragsleder og Multiconsult for å følge opp det respektive pågående prosjekt.

### 4.4 Gjennomføringsmodell jernbaneprosjektering

I likhet med rammeverket som er utviklet for vegprosjekter ønsker Multiconsult å lage en generisk gjennomføringsmodell for jernbaneoppdrag. Dette avsnittet beskriver kort hvordan *prosessen* har vært i utviklingen av modellen. Selve gjennomføringsmodellen presenteres i kapittel 8.

#### 4.4.1 Utvikling av modellen

Multiconsult, i regi av Konsernopdrag, ønsker å basere utviklingen av gjennomføringsmodellen på det pågående prosjektet Ski stasjon. Som nevnt er dette prosjektet nå i en regulerings-/detaljplan utredning som går over i byggeplan høsten 2012. Masteroppgaven skal bidra i utviklingsprosjektet ved å forslå ideer og elementer til gjennomføringsmodellen for fasen *byggeplan*. Dette arbeidet bygger på det samme rammeverket som det som er gjort for vegprosjekter, men med tilpasninger som gjøres underveis i prosessen.

Utviklingsarbeidet har vært preget av flere utfordringer. Multiconsult laget i 2007 en byggeplan for Ski stasjon som ble akutt stoppet grunnet bevilgningsstans. Etter innføringen av en ny sporplan jobber Multiconsult nå med regulering som fører til ny byggeplan etter sommeren 2012. Prosjektet jobber av slike årsaker litt utenom det som hadde vært ideell og kronologisk prosjektgjennomføring. Andre prosjektutfordringer har vært mangel på interne ressurser i prosjektet, utskiftning av bemanning, korte tidsfrister og sene endringer.

Utfordringer i forhold til masteroppgaven og utvikling av modellen har vært flere. Prosjektdeltagerne ved Ski stasjon har vært meget opptatt grunnet store arbeidsmengder og korte frister. Jeg har dermed ikke fått tilgang på ressursene etter mine ønsker. Jeg har i tillegg tilbragt over 60 % av tiden i Trondheim. Jeg har likevel gjennom intervjuer, samtaler med nøkkelpersoner i prosjektet, møter og dokumentanalyse fått oversikt over prosjektet og hvordan modellen kan bygges opp i forhold til rammeverk og fysiske virkemidler.

## 4.4.2 Kjernegruppe

Da dette er et stort og viktig prosjekt for Multiconsult ble det etter påske opprettet en *kjernegruppe* tilhørende Ski stasjon med formål å definere oppbyggingen av modellen. Kjernegruppen består av:

- Prosjekteringsleder
- Ansvarlig prosjektstyring
- Produksjonsledere
- Oppdragsleder
- **Min rolle**

Kjernegruppen har hatt ukentlige møter etter påske for å definere de ulike nivåene i modellen. Vi har jobbet mot et mål om å ha førsteutkastet ferdig til 27. mai. Kjernegruppen har bestått av individer med god kjennskap til prosjektet med både administrativ og teknisk kompetanse innen prosjektgjennomføring.

Jeg har med god hjelp av kjernegruppen fått innsikt i prosjektets gang, definert hvordan byggeplanen bør bygges opp og hva som skjer i de ulike delene av prosjektfasen. Jeg har fått innblikk i hvordan prosjektet administreres og hvordan ledergruppen sammen går løs på utfordringer. Et eksempel på utfordring er nettopp utviklingen og oppbyggingen av en gjennomføringsmodell.

Vi har sittet sammen i møter og gått gjennom rammeverket på storskjerm. Det har blitt en levende prosess der alle får sagt sin mening om framgangen. Vi har i denne perioden hovedsakelig rukket å definere stegene og gått gjennom innholdet i nivå 1, altså det overordnede nivået med steg, grunnlagsdata og formålet med prosjektering og prosjektstyring.

Parallelt har jeg gjennomført intervjuer med ressurspersoner fra alle fag og begynt detaljeringen av hva fagene skal bidra med i fasen byggeplan. Dette hører inn under nivå 2, innsanking av kontrollobjekter og fagvise beskrivelser for de ulike stegene i byggeplan.

## 4.4.3 Styrende rammeverk

Gjennomføringsmodellen for byggeplan Ski stasjon bygger på et eksisterende internt rammeverk utviklet for vegprosjekter. Når det skal utvikles en ny modell er det en forutsetning å sette seg inn i hvilket grunnlag modellen skal bygge på. Dette er viktig for å se utviklingsmuligheter, forstå grunnprinsippene i hvordan gjennomføringen av et prosjekt foregår og for å foreta realistiske tilpasninger. I denne sammenheng refererer jeg til forskningsspørsmål 2:

*«Hva er grunnlaget for gjennomføringsmodellen for jernbaneprosjektering?»*

Med dette menes å etablere en oversikt over de overordnede tema en slik modell er basert på. Ved å få en oppfatning for disse tema kan det identifiseres hvilke momenter modellen kan bygge på for nettopp å gjøre fasen byggeplan mer effektiv. Dette gir videre føringer for hvilke virkemidler man fysisk kan bygge modellen opp av i tillegg til de som allerede eksisterer i rammeverket for prosjektering av veg.

Et litteraturstudium om generelle gjennomføringsmodeller har gitt føringer for hvilke temaer som kan utgjøre et grunnlag for å kunne utvikle oppgavens gjennomføringsmodell. I samråd med sentrale personer i Multiconsult er det drøftet om temaene er relevante til oppgavens formål. Det er på denne måten konkludert med at de overordnede tema som egner seg som grunnlag for gjennomføringsmodellen er følgende:

- Forståelse for produkt, prosess og prosjektorganisasjon
- Fremdriftsplanlegging
- Prosjektstyring
- Prosjektering og prosjekteringsledelse
- Samordning og koordinering
- Jernbaneprosjekter og -prosjektering

Disse temaer er gjort rede for i neste kapittel - *Støtteteori*.

## 5. STØTTETEORI

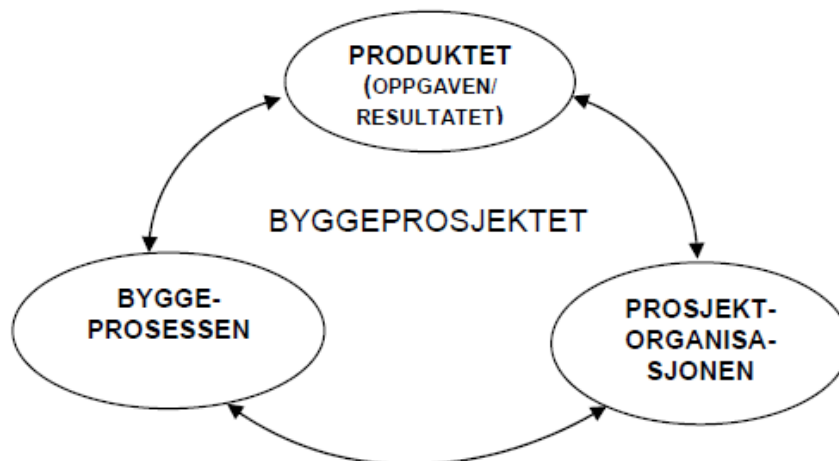
*Dette kapitlet presenterer de temaene som er definert som viktige for å gi grunnlag til å diskutere og svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene. Temaene skal virke som et styrende grunnlag for utvikling av modellen.*

### 5.1 Gjennomføring av prosjekt

For å forstå funksjonen til en velfungerende intern gjennomføringsmodell slik den er definert i Multiconsult, er det viktig å se sammenhengen mellom prosjektet som skal gjennomføres, organisasjonen som styrer prosjektet og prosessen med prosjektgjennomføringen.

#### 5.1.1 Produktet, prosessen og prosjektorganisasjonen (POP)

Et prosjekt starter alltid med en beskrivelse av produktet, som er det som skal realiseres. Denne beskrivelsen må tolkes, og det er opp til prosjektorganisasjonen (PO) å tolke dette og konkretisere arbeidet til et resultat. Prosjektets karakteristikk legger føringer og er premissgivende for hvordan prosessen så skal gjennomføres. Aktørene vil i tillegg med sin grad av kompetanse, forståelse og interesser forme tilblivelsen av produktet. Dette tilsier at det er meget viktig å ha forståelse for organisasjonen og prosessen så vel som produktet, siden sammenhengen er såpass sterk, for å lage en gjennomføringsmodell (Eikeland, 1999). Da hvert prosjekt består av en midlertidig sammensatt organisasjon er det desto viktigere at formuleringen av en slik modell er entydig og klar.

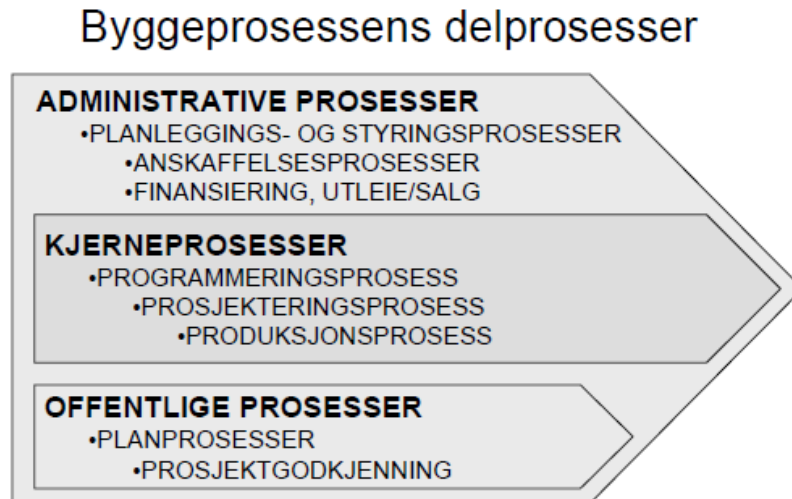


Figur 10 POP, (Eikeland, 1999)

Det finnes ingen mal på hva som er den beste måten å organisere et prosjekt på, så ved utviklingen av nye modeller kan det være interessant å se hvilket potensial som ligger i de tre begrepene.

### 5.1.1.1 Byggeprosessen

I byggeprosessen inngår alle beslutninger og oppgaver som leder fram til forutsetningene om det ferdige byggverk. Dette består i alle oppgavene som utføres av PO og består i et sett delprosesser, vist i Figur 11.



Figur 11 Byggeprosessens delprosesser (Eikeland, 1999)

De administrative prosessene er alle beslutninger som må til for at prosessens kjerneprosesser kan foregå. Kjerneprosessene er de faktiske arbeidene som utføres for å frembringe produktet. De offentlige prosessene kan i stor grad virke inn på byggeprosjektets gang. Prosjektet må tilfredsstillende offentlige krav, eksempelvis plan- og bygningsloven, og det må i ulike tilfeller gjøres konsekvensutredninger som må godkjennes for videre prosjektgjennomføring. For store prosjekter er reguleringsplanen meget viktig fordi den kan stille krav til arealbruk, utforming, etc.

I prosjektet Ski stasjon er det mange interessenter som Ski kommune, kabeleiere, brukere etc. Dette medfører at det er av betydning å ha kontroll på alle som kan ha føringer, kan være premissgivere for prosjektet og som virker inn på byggeprosessen. I denne masteroppgaven ser jeg på prosjekteringsfasen av en byggeprosess.

### 5.1.1.2 Prosjektorganisasjonen

Måten prosjektet ledes og styres på har mye å si for utfallet for prosjektet. Denne midlertidige organisasjonens mål er å utføre et prosjekt, et produkt, etter visse rammebetingelser som kostnader, tidsfrister og gitte mål. PO er definert slik (Eikeland, 1999):

*Prosjektorganisasjonen omfatter prosjekteier og prosjekteiers egne ansatte som arbeider under prosjektledelsen, pluss alle aktører, firma og personer, som i vesentlig grad er underlagt prosjekteiers styringsrett i henhold til kontrakt om oppdrag for prosjektet.*



I denne masteroppgaven har det vært en forutsetning å få en oversikt over PO til Ski stasjon, hvordan den fungerer, hvilke aktører som inngår og hvordan beslutninger tas. PO er presentert gjennom et organisasjonskart for å se helheten, se kapittel 7.4. I dette tilfellet er det JBV som er prosjekteier, der Multiconsult med sin PO er en del av JBV's PO. Organisasjonsforståelse er en nøkkel til å utvikle en velfungerende gjennomføringsmodell. Synergier og dynamikk er to viktige begreper som beskriver en organisasjon og som må tas hensyn til for å forstå hvilke beslutninger som påvirker hvem og til hvilken tid.

Det er nødvendig med en analyse for å se på organisasjonens omgivelser og ytre miljø, det vil si hvilke instanser/aktører som kan øve innflytelse over prosjektet. Når prosjektet er gjennomført oppløses PO og settes sammen på nytt ved nye prosjekter.

### 5.1.1.3 Produktet

Produktet er det fysiske sluttproduktet levert av PO ved ferdigstilling. Byggeprosessens kjerneprosesser omdanner gradvis den opprinnelige ideen til et produkt, samtidig som det er produktets egenskaper, som størrelse og kompleksitet, som former prosessene. Produktet brutt ned som arbeidspakker, WBS (Work Breakdown Structure), kan i mange sammenhenger danne grunnlag for organisasjonsstrukturen til et prosjekt. Et slikt system synliggjør sammenhengen mellom produktet, prosessen og organisasjonens struktur (Eikeland, 1999).

### 5.1.2 Ideer fra Virtual design & Construction

Virtual design & Construction (VDC) er et arbeidssystem, utviklet av Center for Integrated Facility Engineering, som kan benyttes til å møte den økende etterspørselen etter integrerte prosjekteringsoppdrag. Målet med VDC er et produktivt og proaktivt arbeidsfellesskap der samhandling er i fokus. Under prosessen jobber multifunksjonelle team med multifunksjonelle og virtuelle modeller som visualiserer prosjektet slik at hele PO får en og samme helhetlige forståelse for det (Kunz & Fischer, 2011). De prosjekterende sitter sammen flere ganger i uka slik at alle forespørsler blir besvart direkte. Dette sørger for kompetanseutvikling da alle fag får en formening om hva de andre fag skal levere til hvilket tidspunkt.

VDC som arbeidsmetode tar for seg de sidene ved prosjektet som kan designes og endres, dvs. produktet, organisasjonen og prosessen. Det er viktig at alle i organisasjonen har forståelse for samvirket mellom disse tre begrepene og forstår hvordan en endring i prosessen vil påvirke produktet og hvordan organisasjonen arbeider, eller motsatt. Disse tre begrepene spiller forskjellige roller for interessentene. VDC er utviklet fra tanken om at et byggeprosjekt består av et produkt som er et sett av bygningselementer, organisatoriske grupper som prosjekterende av produktet og en prosess med aktiviteter og fremdrift der bygget fremstilles (Kunz & Fischer, 2011).

Besluttsom og synkron utvikling og modellering av produktet, organisasjonen og prosessen er viktig for suksessfull prosjektutvikling og et felles begrepsapparat. Det foreslås her at alle relevante interessenter og aktører inviteres til en form for forhåndskonferanse der produktet, organisasjonen og prosessen presenteres som VDC- modellen eller en POP-modell (Garcia, et

al., 2004). Dette kan sees i sammenheng med utviklingen av en gjennomføringsmodell før en prosjektstart.

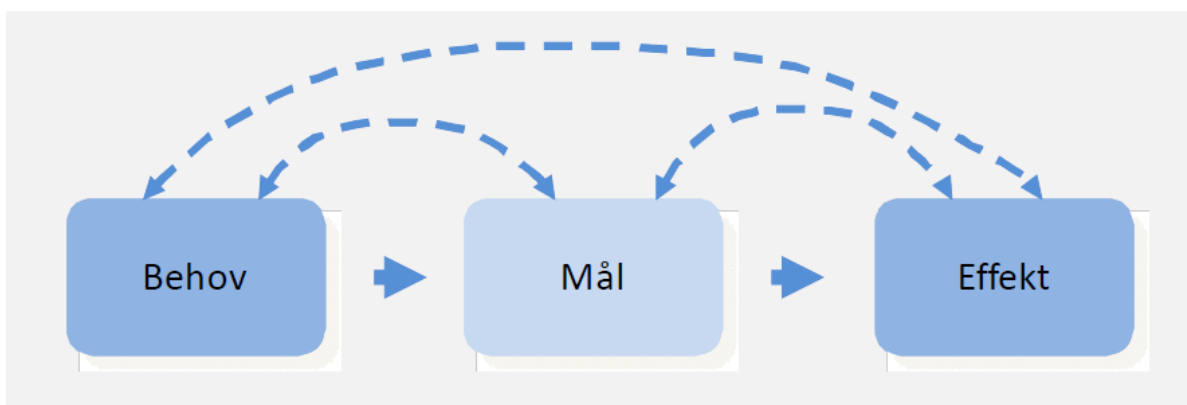
### 5.1.2.1 Samhandling

Fokuset på samhandling i denne arbeidsmetoden oppnås hovedsakelig med ICE, Integrated Concurrent Engineering, der hele prosjekteringsgruppa, sammen med byggherre og entreprenør, sitter sammen og prosjekterer opptil flere ganger i uka. Dette skaper en nyttig og produktiv organisasjonskultur gjennom direkte kommunikasjon og kontinuerlig kontakt. Metodikken får sitt virtuelle preg ved at disse møtene foregår i spesielle rom med høyteknologisk utstyr som smartboards for å visualisere BIM- modeller. Dette utstyret, som for øvrig krever kompetanse og god koordinering, sørger for at hele teamet utvikler et felles begrepsapparat gjennom visualisering av prosjektet i løpet av hele prosjektlevetiden (Andersen, 2011).

### 5.1.3 Tidligfase prosjekt: Valg av konsept

Det er spesielt et begrep som må gjøres rede for slik at det oppstår en felles forståelse for produkt, prosess og organisasjon. Noe av det viktigste som gjøres i et hvilket som helst prosjekt, og som danner utgangspunkt for prosjektplanen, er *konseptbeskrivelsen*. Som for logisk rammeverk er konseptet en beskrivelse av de viktigste elementene i prosjektet i tillegg til at det beskriver påvirknings- og usikkerhetsfaktorer omliggende prosjektet, i omgivelsene (Samset, 2008).

En god konseptbeskrivelse bør ta for seg samfunns mål, altså hvorfor prosjektet faktisk skal gjennomføres, og effektmål som angir ønsket tilstand etter fullført prosjekt. I tillegg skal resultatmålene beskrives, som er de konkrete og prosjektspesifikke målene som skal realiseres ved leveranse. Når man velger konsept er det også viktig å se til at det er sammenheng mellom behovet og den virkelige effekten av konseptet, se Figur 12.



Figur 12 Forutsetning for konsept

I store prosjekter kreves det veldefinerte målhierarkier som en forutsetning for et bra beslutningsgrunnlag. Dette er avgjørende for at man ikke skal bruke tiden på tunge konseptvalgfasen. Det må presiseres i enkelhet at behovet uttrykker en ønsket fremtidstilstand, målene presiserer hva man vil oppnå og effekten er i tråd med målene (Finansdepartementet, 2012).

## 5.1.4 Prosjektstyring

Et prosjekt er en midlertidig organisasjon opprettet for å realisere målene slik at prosjektet gir den ønskede effekt. Ski stasjon er i en fase der Multiconsults organisasjon skal levere regulerings- og detaljplan før sommeren. Prosjektorganisasjonen styres derfor mot et mål, som er godkjent plan, før videre prosess over sommeren. Prosjektet trenger å bli styrt riktig for å nå kravene til økonomi, tid og fremdrift, altså suksesskriteriene. Prosjektledelse, synonymt med prosjektstyring, går ut på å koordinere og integrere prosjektets aktiviteter og ressurser for å nå prosjektets mål (Pedersen & Nilsen, 2010).

Med prosjektstyring i Multiconsult menes ledelse, organisering, planlegging, styring og rapportering i store og tverrfaglige prosjekter og tilbud. Siden Multiconsult er en rådgivende ingeniørbedrift er det mest aktuelt med styring av et prosjekts planleggingsfase, som regulerings- og projekteringsfasen. I forhold til masteroppgavens mål er det viktig å gjøre en analyse av hvordan Ski stasjon styres for å bidra til et beslutningsgrunnlag for hvordan gjennomføringsmodellen for dette spesifikke prosjektet kan bygges opp.

### 5.1.4.1 Earned Value Management

Dette er en måte å styre et prosjekt på. Gjennom earned value management kan man finne ut hvor langt et prosjekt er kommet ved å følge opp tid og arbeidsomfang. Denne måten skiller seg fra tradisjonelle Gantt diagram ved at utgangspunktet er en detaljert aktivitetsplan der aktivitetene har et omfang i timer eller ressurser. Disse ressursene summeres opp til *planlagt verdi* som en kurve, og er et referanseutgangspunkt for tid og oppfølging i resten av prosjektet (Anbari, 2003).

Ved et oppfølgingstidspunkt måles verdien, eksempelvis antall timer, i forhold til den verdiskapingen som var planlagt. Dette kalles *inntjent verdi*. Ved hjelp av forholdet mellom planlagt og inntjent verdi kan man finne ut hvor langt man er kommet i % i prosjektet, fremdriftsavvik og fremdriftsindeks. Er avviket negativt og indeksen mindre enn én ligger prosjektet på etterskudd. Fremdriftsavvik og fremdriftsindeks går ut på å se på påløpte kostnader/timer/omfang opp mot planlagt. Differansen mellom disse er det man kaller inntjent verdi, som sier noe om man ligger over eller under budsjett.

Man kan så finne de *faktiske kostnadene*, altså hvor mye det har kostet å oppnå den inntjente verdien. Det kan da frembringes et kostnadsavvik, altså differansen mellom det som er skapt og det som det har kostet å skape det.

## 5.1.5 Fremdriftsplanlegging

I prosjektstyring er det en forutsetning å inneha kompetanse om fremdriftsplanlegging. Gjennomføringsmodellen har som formål å effektivisere projekteringsprosessen i Multiconsult. Denne koordineringen bygger i stor grad på fremdriftsplanlegging, altså i hvilket tidsrom og tidsspenn ulike aktiviteter skal foregå. Erfaringstilbakeføring og beste praksis er viktig for i fremtiden å kunne forutse prosessene bedre. Fremdriftsplaner utarbeides stegvis (Carnlöf, 2010):

1. Hvilke hovedaktiviteter består prosjektet av.

2. Dele disse inn i underaktiviteter.
3. Tilpasse aktivitetenes varighet og overlappinger.
4. Dele opp byggeplass/prosjekt i nødvendige deler.
5. Analysere ressursbehov i forhold til hvilke ressurser man har.

Fremdriftsplanlegging bygger på grunnlagsarbeidet som er gjort i kartleggingsarbeidet til prosjektet der prosjektet analyseres for å bestemme hvordan man tror prosessen vil foregå. Vurderinger vil i tidligfasen baseres på antagelser og gjetninger (Samset, 2007). Her spiller erfaring og erfaringstilbakeføring en stor rolle. Som nevnt i avsnittet over er Earned Value Management en metode å følge opp fremdriften *underveis* i et prosjekt ved å se på de ulike begrepene opp mot fremdriftsplanen som kan være et Gantt- diagram. Det er i denne sammenhengen vesentlig å merke seg at en fremdriftsplan vil være en «levende plan» som kan oppdateres dersom det kommer endringer. Det er da av betydning å få kommunisert endringene ut til hele prosjektorganisasjonen slik at ingen arbeider etter utdatert plan (Carnlöf, 2010). For å utvikle troverdige fremdriftsplaner er det flere forhold det er hensiktsmessig å gjøre seg kjent med, disse presenteres kort i de følgende avsnittene.

#### **5.1.5.1 Ressurser og bemanning**

Man må på forhånd og underveis i et prosjekt innhente informasjon om hva som trengs av ressurser og bemanning for å oppnå leveransene. Det er spesielt viktig å se på dette temaet i sammenheng med kontrakten, da denne kan ha mye å si for organiseringen av prosjektet i forhold til honorar, etc. Det må vurderes hvor ressurskrevende det blir i de forskjellige fasene og se dette opp mot mulighet for endringer, kompleksitet og interne organisasjon (DIFI, 2009). Spesielt i tider da selskaper har store ordreserver er det viktig å legge vekt på bemannings planlegging slik at personalet ikke blir overarbeidet eller at bemanning mangler til viktige milepæler og prosjektfaser.

#### **5.1.5.2 Tid**

Her er det igjen viktig å se på kontrakten og hvilke leveranser som skjer til hvilke tidspunkt. Ut ifra hovedleveransene må man disponere ressursene og lage hensiktsmessige fremdriftsplaner for ulike leveranser og fag. Man må ta hensyn til de gitte tidsfrister og viktige milepæler. Når man legger opp tiden i et prosjekt er buffer et viktig virkemiddel.

En buffer fungerer som en støtdemper som hindrer en situasjon i å påvirke en annen. I en byggeprosess kan man i fremdriftsplanen legge inn en buffer, på eksempelvis en uke, for å ta høyde for uforutsette hendelser. Dette gjør at prosjektet ikke blir forsinket. Man må her også passe på å ikke sette inn for mye buffer da deler av fremdriften i et prosjekt er avhengig av leveranser til bestemte tidspunkt.

#### **5.1.5.3 Involvering, Last Planner System**

Involvering av de som faktisk skal utføre aktivitetene kan være matnyttig for å oppnå realistiske planer. Last Planner System er et virkemiddel for å oppnå dette. Systemet tilpasser prosjektets variabilitet og arbeidsflyt slik at utbytte av ressurser, bemanning og tid blir maksimert. Systemet er for øvrig en viktig brikke i Lean Construction, som går ut på å effektivisere prosesser i et prosjekt. I tradisjonell byggeplassproduksjon er det vanskelig å

forutsi aktivitetenes tidsforbruk, i tillegg til at ulike forutsetninger for å gjøre et arbeid uhindret ikke er tilstede. Prosjektlederen kan også ha en tendens til å planlegge større ukentlige arbeidsmengder enn det arbeidslagene klarer. Last Planner systemet forsøker å forbedre kontrollen og oversikten over et prosjekt ved å utsette planleggingen av en aktivitet så lenge som nødvendig. Beslutninger desentraliseres slik at lagene som faktisk skal utføre jobben får myndighet til å planlegge oppgavene. De blir de *siste planleggerne*.

Last Planner System bygger på (Forbes & Ahmed, 2010):

- Planlegging blir mer detaljert jo nærmere man kommer utførelsen
- Planer lages sammen med de som skal utføre arbeidet
- Lagene må foreta pålitelig planlegging
- Feil i planene må føre til forbedring, ikke negativitet

I en rådgivende ingeniørbedrift som Multiconsult kan dette gjøres ved at de som skal prosjektere og modellere blir med på utarbeidelsen av fremdriftsplanene. Det er viktig med intern så vel som ekstern kommunikasjon. Det er av betydning å involvere kunden og brukerne så tidlig som mulig, og gjerne kontinuerlig i prosjektoppfølgningen. Det kan i denne sammenhengen være nyttig til enhver tid å ha en oppdatert interessenmatrise som viser hvilke interessenter som kan gi føringer og være premissgivere i prosjektet. Dette sikrer kontinuerlig og god involvering. Man får på denne måten redusert risikoen for kostbare endringer underveis i prosjektet. En grundig forberedelse på dette plan gir det spesifikke prosjektet gode forutsetninger for å lykkes i prosjekteringsfasen.

## 5.2 Prosjekteringsfasen

Prosjektering er kjernevirksomheten til en rådgivende bedrift som Multiconsult. Det er derfor viktig å ha kunnskap om hva som er prosjektering og prosjekteringsledelse og hvordan dette kan foregå i Multiconsult. Ski stasjon skal analyseres og bidra til produksjonen av en gjennomføringsmodell for byggeplan. Byggeplan er en detaljert prosjekteringsprosess.

### 5.2.1 Generell prosjektering

Prosjekteringsarbeidet er prosessen med å skape, forme og produsere et byggverk/produkt ved hjelp av tegninger, skalamodeller, 3D-modeller og byggebeskrivelser. Denne datamengden skal definere, formulere og dokumentere de ulike delene av byggverket. Prosjekteringen gir i hovedtrekk følgende produkter (Hansen, 2003):

- Det skal formes et beslutningsgrunnlag for bygningsmyndighetene og byggherren. Dette gjøres ved å illustrere og dokumentere det fysiske resultatet av prosessen.
- Det lages et grunnlag for produksjonsprosessen, altså hvilke fysiske arbeider som skal gjøres. Entreprenørenes og håndverkernes behov stilles da gjennom arbeidstegninger og informasjon om produksjonsprosessen. Det forklares i tillegg *hvordan* produksjonen skal foregå.
- Prosjekteringen kan i visse tilfeller forvalde seg som kontraktsgrunnlag for entreprisemodell.

Gjennomføringsmodellen for byggeplan skal beskrive hvordan beslutningsunderlaget skal utformes, hva som skal inngå i grunnlaget for produksjonsprosessen og være et tilbudsgrunnlag til entreprenørene. En kan si at det skal utformes en plan for hvordan prosjekteringen skal foregå, en detaljert prosjekteringsplan.

### 5.2.2 Prosjekteringsledelse

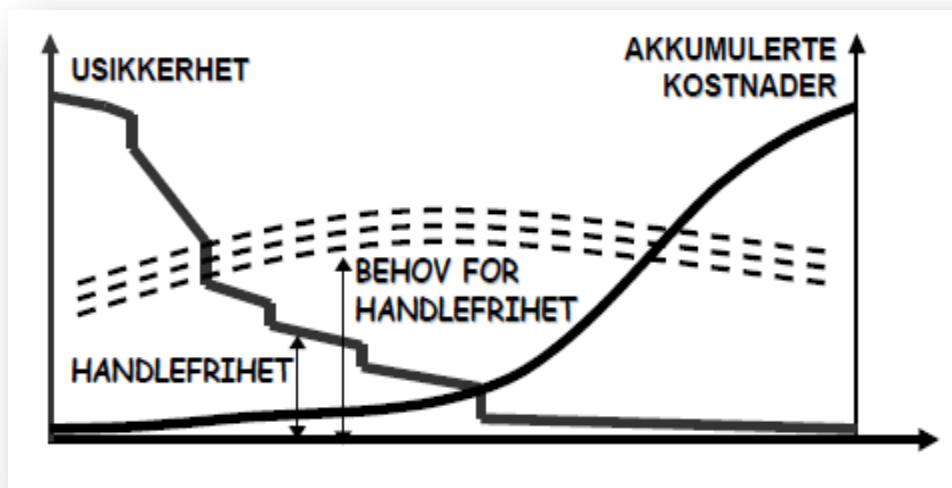
Prosjekteringsledelse (PRL) er en viktig rolle i Ski stasjon. Grunnet prosjektets historie basert på akutt driftsstopp og oppstart er det viktig å koordinere og holde motet oppe i et så komplekst prosjekt. Dette er sett på som en noe undervurdert rolle som har fått lite fokus sammenlignet med prosjektlederrollen, men som kanskje er en mer krevende oppgave. PRL handler om ledelse av ikke bare ressurser og bemanning, men også ledelse av kunnskap. PRL er ansvarlig for å administrere, planlegge, styre og koordinere prosjekteringen slik at prosjektet oppnår de avtalte mål og rammer for kostnad, byggeprogram og framdrift (Hansen, 2003). I en prosjekteringsprosess må det alltid foregå ledelse og koordinering av prosjekteringen. Dette gjelder spesielt integrerte og BIM- baserte oppdrag.

PRL blir av Øystein Meland, med doktorgrad i PRL, definert som (Meland, 2000):

*”Ledelse av prosessen med å lansere konseptuelle ideer og bearbeide den valgte ideen til et ferdig, immaterielt produkt i form av tegninger, modeller, beskrivelser og lignende”*

PRL er en rolle med fokus på å ivareta byggherrens og de prosjekterendes interesser som med fordel kan deles i to. PRL må for det første ivareta byggherrens og brukerorganisasjonens interesser og være et bindeledd mellom byggherrens program og den faktiske prosjekteringen. Samtidig må rollen representere de prosjekterendes innspill og forslag til løsninger og eventuelle forbedringer på byggherrens program. Dette tilsier at rollen bør beherske faglige og administrative oppgaver, kjenne prosessen, ha erfaring fra prosjektering, ha tverrfaglige kunnskaper, megleregenskaper, beslutningsdyktig og være lojal mot oppdragsgivers rammer og behov (Eriksen & Moe, 2010).

I Ski stasjon er det spesielt viktig å ha god kommunikasjon med oppdragsgiver, JBV. Dette er essensielt da sene endringer som ikke opplyses kan føre til store omprosjekteringer og



Figur 13 Kostnader prosjektering (Eikeland, 1999)

kostnader, se Figur 13. Figuren viser at det akkumuleres opp store kostnader dersom man gjør endringer sent i prosessen. Dette gjør samtidig noe med motivasjonen til deltagerne i prosjektorganisasjonen. Et eksempel kan være at JBV kommer med endret sporplan når byggeplan-fasen er kommet godt i gang. Slik kommunikasjon kan innarbeides på en effektiv måte med et digitalt prosjekthotell, som en BIM- modell.

## 5.3 BIM

I forbindelse med arbeidet med gjennomføringsmodellen skal jeg undersøke hvordan en verktøystrategi for byggeplan kan se ut. Med verktøystrategi menes i denne sammenheng en plan for bruk og oppfølging av 3D- verktøy/BIM. Det gis derfor en innføring i begrepet BIM og hva slags programvare som er aktuelt for prosjektet.

### 5.3.1 Teoretisk definisjon

Bygningsinformasjonsmodellering, BIM, er et begrep som dukker opp i mange sammenhenger i bygg-, anleggs- og eiendoms- næringen (BAE-næringen) uten at det eksisterer en felles forståelse for begrepet. BIM skiller seg fra ”vanlig” 3D-modellering ved at modellen inneholder flere dimensjoner med **informasjon**, utenom kun geometri. BIM har to betydninger (Statsbygg, 2009):

1. Bygningsinformasjonsmodell – er det som fysisk produseres
2. Bygningsinformasjonsmodellering – arbeidsprosessene som utføres

En 3D-modell alene kan ikke benevnes BIM uten at modellen er beriket med flere dimensjoner med informasjon. Elementene i en BIM- modell er kodet eller spesifisert slik at den gir korrekt informasjon til brukeren eller andre brukere av modellen om de forskjellige elementene eller bygningsdelene. Informasjonen i en BIM formidles gjennom objektene modellen består av, eksempelvis et sikkerhetsvindu. Dette vinduet tildeles egenskaper som u-verdi og kan ha relasjoner til andre elementer, eksempelvis akse 7, etasje 5.



BIM er en digital og interaktiv plattform som kan brukes til å fremstille virtuelle byggverk eller landskapsmodeller. BIM forbedrer prosessen med å koordinere, visualisere og sikre samhandling på et tverrfaglig nivå ved at alle fagområdene kombineres i en og samme 3D-modell i prosjekteringsprosessen.

Ut ifra en BIM- modell kan det hentes ut flere dimensjoner med informasjon, se Tabell 11.

Tabell 11 BIM- dimensjoner (Statsbygg, 2009)

Dimensjon	Beskrivelse
0D	Dette er mengdelister. Det er hensiktsmessig å hente ut mengder av materialer som betong, stål og treverk. Det finnes også behov for detaljerte vinduslister og dørskjemaer.
2D	Det kan hentes ut 2D-tegninger, som plantegninger eller horisontale hjørnedetaljer og lignende, av BIM.
3D	3D-visualiseringer av byggverket
4D	4D-modellering bringer den fjerde dimensjonen, tid, inn i bildet i form av <i>framdrift</i> . En slik modell vil til enhver tid fortelle hvor arbeidskraft, materialer og maskiner skal være. Det betyr at man i en prosjekteringsfase kan planlegge oppføringen av et byggverk til minste detalj og i hvilken rekkefølge aktivitetene skal skje.
5D	Denne dimensjonen knytter sammen sted, tid og kostnad. Den gir oversikt over prosjektets total kostnad brutt ned i materialkostnader, timeverk, transportkostnader, mm.

Disse informasjonsdimensjonene gjør at PO kontinuerlig kan berike modellen med ny informasjon som pris, farge, antall, lyd- og brannklasse, kostnad mm.

### 5.3.2 VDC

VDC er som nevnt et arbeidssystem, utviklet av CIFE, som kan benyttes til å møte den økende etterspørselen etter integrerte prosjekteringsoppdrag. Metodikken har et virtuelt preg ved at ukentlige møter foregår i rom med høyteknologisk utstyr som smartboards. Dette utstyret, som for øvrig krever kompetanse og god koordinering, sørger for at hele teamet utvikler et felles begrepsapparat gjennom visualisering av prosjektet i løpet av hele prosjektlevetiden (Andersen, 2011).

Under denne prosessen er fokuset mot 3D-modellering stort og sørger for at alle involverte får styrket sin kompetanse innen begrepet BIM. De prosjekterende sitter fysisk sammen i grupper og gjennomgår vanskelige detaljer og deler av 3D-modellen. Et slikt arbeid sørger for at det genereres færre prosjekteringsfeil, altså feil på byggeplass som følge av galt prosjekterte løsninger. En arbeidsmetode som VDC gjør at BIM får en helt sentral rolle i prosjektorganisasjonen og -oppfølgingen. Fokuset rundt å prosjektere sammen med 3D-



verktøy vil øke forståelsen, kompetansen og interessen for å gjennomføre prosjekter med BIM.

### 5.3.3 Programvare

Det finnes et stort omfang av forskjellig BIM- Software. Noen av disse kommuniserer lettere seg imellom enn andre. Tabell 12 presenterer hvilke programmer som kan benyttes til BIM innen samferdsel og infrastruktur.

Tabell 12 BIM- programvare

Programvare	Beskrivelse
<b>Graphisoft, ArchiCAD</b>	ArchiCAD regnes som det aller første BIM- programmet som beriket de tidligere 3D-modellene med informasjon. Dette er et komplett BIM- verktøy man kan høste informasjon som plantegninger, masseberegninger og snitt. Det brukes mye på arkitektkontor og i utdanning (Graphisoft, 2012)
<b>Autodesk</b>	Leverer forskjellige pakker med verktøy for forskjellige forretningsområder som generell bygging, infrastruktur, prosesseringsanlegg og fabrikkdesign. «Autodesk Building Design» og «Autodesk Infrastructure Design» er spesielt relevant siden masteroppgavens referanseprosjekt består av bygninger og infrastruktur. Problemet med disse programpakkene er at ingen av de to samhandler tilstrekkelig med hverandre (Multiconsult, 2011b).
<b>AutoCAD Civil 3D</b>	Dette programmet er utviklet for arbeider innenfor transportdesign, landskapsutvikling og vann. Programmet kan gjøre visualiseringer i 3D for å formidle ideer (Graphisoft, 2012).
<b>Navisworks</b>	Dette verktøyet kan 3D-simulere de fleste modeller med ordinære datamaskiner, uavhengig av filformat og størrelse (Multiconsult, 2011b).
<b>ANSYS</b>	ANSYS er et anerkjent simuleringsverktøy for FEM- og CFD-analyser, dvs. analyse av spenning og deformasjoner og hydrodynamiske analyser (EDR, 2012).
<b>Novapoint Jernbane</b>	Dette er et komplett BIM verktøy for alle faser av et jernbaneprosjekt. Programmet lar brukeren konstruere og visualisere i 3D. Det er enkelt å konstruere ny eller redigere gammel banegeometri. Programmet inneholder hjelpelinjer slik at rammede prosjekter som veg, vann & avløp og konstruksjoner kan trekkes inn i den eksisterende situasjonen og fagmiljøet. Det prosjekterte materialet kan lett overføres til Virtual Map for visualisering (Multiconsult, 2011b).
<b>Novapoint Virtual Map</b>	Dette programmet setter sammen tverrfaglig prosjekteringsdata til en presentasjon i 3D. Denne kan alle

forstå og studere interaktivt. Brukervennligheten bedrer effektiviteten til prosjektet og forenkler prosjekteringsledelsesfunksjonen (Multiconsult, 2011b).

#### **Tekla**

Tekla er en BIM løsning som kan brukes gjennom hele byggeprosessen fra forprosjekt til montasje på byggeplassen (Multiconsult, 2011b).

### **5.3.4 BIM i jernbaneprosjektering**

Når det gjelder hvilket verktøy man benytter seg av har kompetanse og spesielt kreativitet mye å si for utfallet av modellen. Multiconsult presenterte nylig høyhastighetsbanen mellom Drammen og Stavanger som er en 450 km lang bane i en og samme modell. Her ble Autodesk Infrastructure Modeller benyttet. Når man modellerer infrastruktur spiller landskapet en stor rolle, så i et stort prosjekt som dette måtte man bygge opp en terrengmodell av tusenvis av ortofoto, GEO refererte satellitt/flybilder. Flere i samferdselsavdelingen i Multiconsult har nå lært seg denne formen for modellering, og det er blitt benyttet i flere prosjekter. Fordelen er at man tidlig i prosjektfasen kan bygge store landskapsmodeller og få visualisert ulike alternativer til konstruksjoner og trasévalg. Mye av æren for at dette har blitt vellykket er erfaringer fra Ski stasjon der 3D-modellering har vært et viktig fokusområde i prosjektet, der tverrfaglig koordinering er meget viktig.

#### **5.3.4.1 BIM Ski stasjon**

I Ski stasjon benyttes Autodesk Revit med argumentet at det er gode muligheter for fasedeling på objektnivå, dette betyr at hvert enkelt element og hver visning kan ha egne faser. I tillegg benyttes Civil 3D til VA- prosjektering og det meste av terreng og mark- bearbeiding. Fra dette programmet er det ingen sak å hente ut plan- og profiltegninger. Tegninger for kum og rør kan også hentes direkte ut fra 3D- modellen.

For å gjennomføre tverrfaglige kontroller av modellerte konstruksjoner er Navisworks valgt. Dette 3D- samstillingsverktøyet gjør det lett å sammenstille store tverrfaglige modeller, samt foreta kollisjonskontroller. For visualiseringsverktøy, blant annet for kunden, er det benyttet Virtual Map. Når det modelleres i 3D er det spesielt et kravdokument som er styrende for vegdelen av prosjektet, håndbok 138, se vedlegg 8. Denne er viktig å ha kontroll på da den beskriver ulike modelltyper som det er krav til i statlige prosjekter.

For Oslo-Ski prosjektet, som Ski stasjon er en del av, har JBV utviklet et kravdokument for digitale leveranser. Dette omhandles nærmere i kapittel 8.4.5 om verktøystrategi. Kommende kapittel vil omhandle jernbaneprosjekter, noe som er nødvendig for å tilegne forståelse for denne type prosjektgjennomføring.

## 6. JERNBANE

*Forståelse for jernbaneprosjektering er en del av det styrende rammeverket for å utvikle en gjennomføringsmodell for jernbaneoppdrag. Det eksisterer lite stoff om selve prosjekteringsprosessen, så hensikten med dette kapittelet er å gi en innføring i hvordan jernbaneprosjekter organiseres med den statlige byggherren JBV. Det presenteres hvordan prosjekter settes i gang og organiseres. Dette har vært nødvendig for å få en forståelse av hvordan JBV opererer, som er en stor og viktig oppdragsgiver for Multiconsult, samt hvordan jernbaneprosjekter foregår. Dette gir i tillegg input for å analysere effektiviteten i et jernbaneprosjekt.*

### 6.1 Jernbanesituasjonen 2012

JBV har etablert en gruppe for å granske behovet for en langsiktig jernbanestrategi i Norge. Et av hovedpoengene fra granskningsrapporten er at jernbanenettet hovedsakelig ble bygget ut fra det kom på midten av 1800-tallet fram til midten av 1900-tallet. Dette tilsier at det kreves nye anlegg og ikke bare sporadisk oppgradering av det eksisterende. Gruppen har også kommet fram til at Norges folketall vil øke med 25 % innen 2040 og jernbanenettet må dekke store deler av den økende kollektive etterspørselen, som man antar vil øke med 1,5 millioner nye reiser pr år (Jernbanegruppen, 2011).

Det fremheves at det må gjøres nyskapende tiltak for at togtilbudet skal møte framtidens økende etterspørsel. Rapporten sier at det bør etableres langsiktige strategiplaner med horisont på opptil 40 år istedenfor kun å dekke dagens akutte behov gjennom nasjonal transportplan. Spesielt når det gjelder igangsetting og fullføring av jernbaneprosjekter eksisterer det et stort forbedringspotensial i forhold til effektivitet. Det må tenkes ut alternative finansieringsmetoder framfor kun årlige bevilgninger fra statsbudsjettet. Samferdselsminister Magnhild Meltveit Kleppa vil ha et moderne hovedveg- og jernbanenett innen 20 år. For at dette skal kunne realiseres må planleggingen gjøres mer effektiv. "Vi bruker i dag for lang tid og for store ressurser på planprosessene", sa Kleppa i et intervju i Aftenposten (Hultgren & Berg, 2011).

### 6.2 Styring av jernbaneprosjekt

I likhet med byggverk kreves mye planlegging av en PO for å gjennomføre et jernbaneoppdrag. Jernbaneprosjekter blir i likhet med vegprosjekter lagt fram på Stortinget for høring og vedtak. Før det legges fram må det gjennom en lang planleggingsprosess etter plan- og bygningsloven og ekstern kvalitetssikring. Planleggingstiden kan fort bli opptil 15 år, noe som er altfor lenge dersom man skal møte dagens økende etterspørsel.

#### 6.2.1 KS-ordningen

For å sikre tilstrekkelig prosjektstyring i statlige prosjekter ble det i 2006 innført en kvalitetssikring, KS-ordning. KS1 gjennomføres i tidligfasen, før prosjektplanleggingen starter, og er en kvalitetssikring av konseptvalget. Et konsept er en løsning på et

samfunnsbehov. På Oslo-Ski er behovet økt kapasitet, mens konseptet er nytt dobbeltspor. KS-ordningen gjelder prosjekter med forventet kostnad på over 750 millioner kroner.

I samferdselssektoren utarbeider JBV en konseptvalgutredning som samferdselsdepartementet sender til ekstern evaluering, KS1, som skal inneholde (Concept-programmet, 2012):

Tabell 13 KS- ordningen

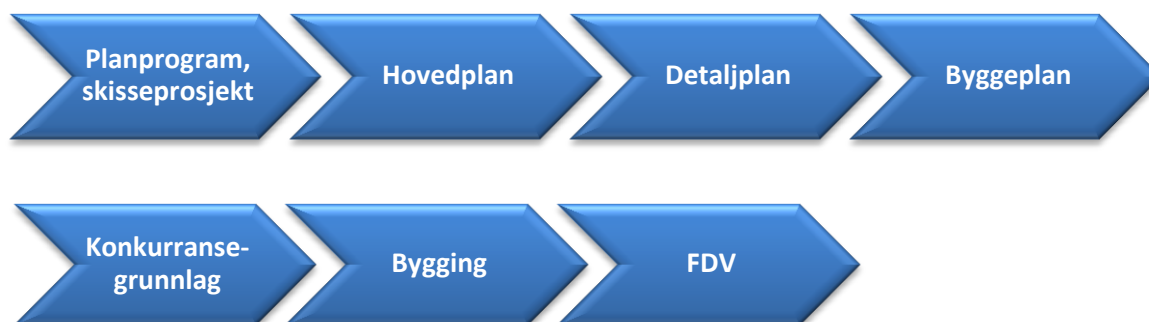
<b>Behovsanalyse</b>	Kartlegge interessenter og tiltakets relevans for samfunnets behov
<b>Overordnede krav</b>	Sammenfatter betingelsene av tiltaket
<b>Strategi</b>	Definerer effekt- og samfunns mål
<b>Mulighet</b>	Det skal defineres et mulighetsrom av en sammenstilling av behov, mål og krav
<b>Alternativanalyse</b>	Nullalternativ og minimum to andre konsept skal vurderes.
<b>Føringer for forprosjektfase</b>	

Samtidig blir utgreiingen sendt til høring av etatene. Dette sammenlagt blir da grunnlaget for prinsippvedtak i regjeringen (Samferdselsdepartementet, 2012).

I KS2 skal det gjøres et kostnadsoverslag ved avslutning av forprosjekt og kvalitetssikring av styringsunderlaget, som resulterer i eventuelt vedtak om bevilgning i Stortinget. Prosjektet får da godkjent oppstart.

## 6.2.2 Et jernbaneprojekt fra idé til gjennomføring

Utenom KS-ordningen har JBV internt utviklet et fasesystem for utvikling og gjennomføring av jernbaneoppdrag. Fasene er følgende:

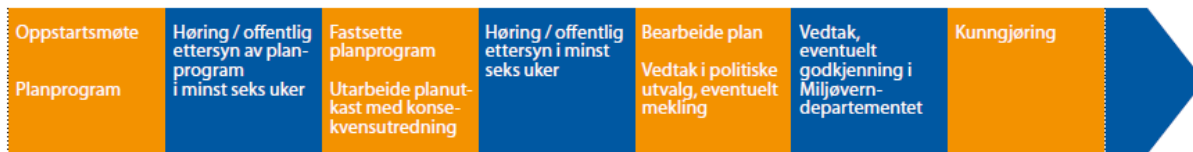


Figur 14 JBV organisering

Basert på fasene i figuren starter planleggingen med et utbyggingsprosjekt med et behov for en ny jernbaneforbindelse. Det lages da en utredning for hva som er hensiktsmessige løsninger på behovet. Utredningen består av kostnadsestimater, usikkerhetsanalyser og samfunnsøkonomiske analyser. Under dette arbeidet kan det være lurt å invitere interessenter som fylkeskommune, kommune og andre berørte interessenter til å delta i vurderingen. Det er uansett viktig at alle berørte parter varsles om at det vil komme en plan. Denne planleggingen foregår etter plan- og bygningsloven og resulterer i et **planprogram**. Dette programmet

klargjør premisser, medvirkning, innhold, behov for utredninger og framdrift og utarbeides for alle regionale planer, kommuneplaner og – delplaner (Jernbaneverket, 2011).

Et jernbaneprosjekt får ofte konsekvenser for store områder og bør derfor planlegges som kommunedelplan, se Figur 15. Dette skjer før de detaljerte reguleringsplanene.



Figur 15 Kommunedelplan (Jernbaneverket, 2011)

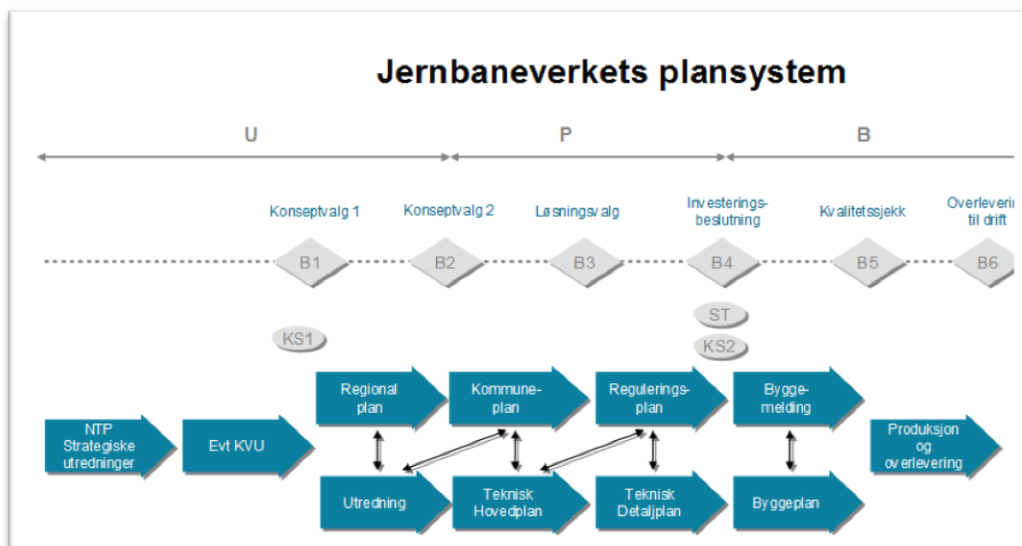
Videre utvikles en **hovedplan**, som i mange tilfeller utvikles på bakgrunn av en offentlig arealplanprosess, etter plan- og bygningsloven. Dette kan være kommunedelplan eller reguleringsplan. De konkrete planene, som eksempel traséløsning, vedtas i en kommunedelplan, men må også vises i en reguleringsplan før byggetillatelse gis. Hovedplanen vil være det tekniske grunnlaget for disse planene. Hovedplanen vil inneholde funksjonalitet, traséalternativer, vurdering av RAMS (pålitelighet, tilgjengelighet, vedlikeholdbarhet og sikkerhet), kostnadsberegninger, samfunnsøkonomisk analyse og anbefalinger.

**Detaljplanen** er også en teknisk plan til reguleringsplanen, men sier mer detaljert hva, hvor og hvordan det skal bygges. Detaljplanen er JBVs beslutningsdokument i forhold til konkrete tekniske løsninger, kostnader og virksomhetsplanlegging. I tillegg til hovedplan danner detaljplan grunnlag for regulerings-, bygge- og produksjonsplaner.

**Byggeplanen** er den endelige tekniske utformingen av løsningene, detaljprosjekteringen, og brukes som **konkurransesgrunnlag** for kontrahering av entreprenører. Den er forankret fra en teknisk hoved- eller detaljplan. Før byggeplan er startet skal alternativet/tiltaket være avklart i foregående fase. Til slutt **bygges** anlegget før det forvaltes, driftes og vedlikeholdes, **FDV**.

Det har vært en forutsetning å ha kontroll på disse fasene gjennom arbeidet med Ski stasjon. Det er nødvendig å se hva som skiller fasene fra hverandre, hva som skal leveres i de enkelte fasene og hvilke interaksjoner som gjøres mellom dem.

JBVs interne plansystem er vist i Figur 16.



Figur 16 JBV's plansystem (Jernbaneverket, 2012b)

### 6.2.3 JBV organisering av jernbaneprosjekter

Jernbaneverkets grunnlag for å gjennomføre bygge- og anleggsprosjekter er redegjort for i UPB- prosessen. Denne består av å **U**trede, **P**lanlegge og til slutt **B**ygge (Jernbaneverket, 2012b). Denne prosessen er det en fordel å ha kompetanse om når man utfører et prosjekt med JBV som kunde. Man vet da hvem man skal henvende seg til dersom det oppstår spesielle forespørslers.

Utredningen av et nytt prosjekt gjøres av *Planavdelingen (P)* og omfattes av planprogram, hovedplan med godkjenning og prosjektbestilling. Bestillingen sendes videre til avdelingen for *Utbygging (U)*. Utbygging tar imot bestillingen og utarbeider detaljplan og byggeplan, som beskrevet i forrige avsnitt. Detaljplanen sendes på høring før den godkjennes av P, mens byggeplanen godkjennes direkte av U. Konseptendringer i forbindelse med detalj- eller byggeplanfasen, sender U over til P for godkjenning. P er prosjekteier i utredningsfasen mens U er prosjekteier i planleggings- og byggefasen. Planleggingsfasen følges opp via prosjekteringsmøter, mens produksjonsfasen følges via bygge- og særmøter.

U gjør også nødvendig kontrahering av rådgivningstjenester, entrepriser, utarbeider reguleringsplan med eventuelt konseptvurderingsutredning og utfører byggesøknader før produksjonen starter. Til slutt er det overlevering til forvaltningsorganisasjonen, altså organisasjonen som forvalter, drifter og vedlikeholder anlegget. Dokumentasjon og underlag for FDV leveres til forvaltningsorganisasjonen i forbindelse med overlevering. Avvik i byggefasen, feil/mangler ved overtakelser første garantiår følges opp av U. Melding og søknad om tillatelse til å ta anlegget i bruk fra Statens jernbanetilsyn utføres også av U før forvaltningen deretter overtar anlegget i sin helhet.

I planleggingsfasen generelt utarbeides; prosjektstyringsdokument, kontrakts strategi, anskaffelsesstrategi, SHA-plan, miljøprogram, miljøplan med tiltaksplan for forurensede masser, usikkerhetsanalyse, risikovurderinger, støyberegninger og faseplaner. Deler av rapportene utarbeides også i forbindelse med byggeplanen. Usikkerhetsanalyser utføres årlig.

Prosjektet brytes ned i ulike nivå og på laveste nivå i arbeidspakker som underlag for økonomi, fremdrift og organisering. Til slutt skal anlegget saneres/rives (Mogstad, 2012).

Denne prosessen er beskrevet på et generelt plan av JBV. I forhold til prosjektstørrelse og kompleksitet kan prosessen foregå annerledes i forhold til planlegging, kontrahering, osv.

### 6.3 Myndighetsaktører i et jernbaneprojekt

For å forstå synergien i et jernbaneprojekt kan det vært fornuftig for prosjektorganisasjonen å forstå hvilke myndighetskrefter som opererer i prosjektet. De er listet i Tabell 14:

Tabell 14 Aktører (Jernbaneverket, 2011)

<b>Aktør</b>	<b>Funksjon</b>
<b>Stortinget</b>	Avgjør de langsiktige utviklingsplanene. Dette gjøres ved å behandle stortingsmelding om nasjonal transportplan.
<b>Samferdselsdepartementet</b>	Ansvar for persontransport, godstransport, posttjenester og telekommunikasjon. JBV, SVV, statens jernbanetilsyn m.fl. er underliggende etater.
<b>Jernbaneverket</b>	Har ansvaret for at trafikksystemet for jernbane til enhver tid er sikkert, funksjonelt og vedlikeholdt for togselskapene. De styrer også trafikken og informasjon til trafikantene. JBV får midler gjennom statsbudsjett, der Samferdselsdepartementet stiller krav til hvordan ressursene skal brukes.
<b>Statens jernbanetilsyn</b>	Kontroll- og tilsynsmyndighet for alle aktører innen jernbane, trikk og t-bane, både privat og offentlig.
<b>Statens havarikommisjon</b>	Dette er et organ som skal undersøke ulykker som skjer på sporveiene, men også fly- og båtulykker. Bidrar til å forbedre sikkerhet og forebygge ulykker.
<b>Togselskap</b>	Aktører innen gods- og persontransport som benytter seg av det offentlige jernbanenettet, eksempelvis NSB.
<b>Underleverandører</b>	Innleiefirmaer for vedlikehold, verkstedmateriell, prosjektering, mm.



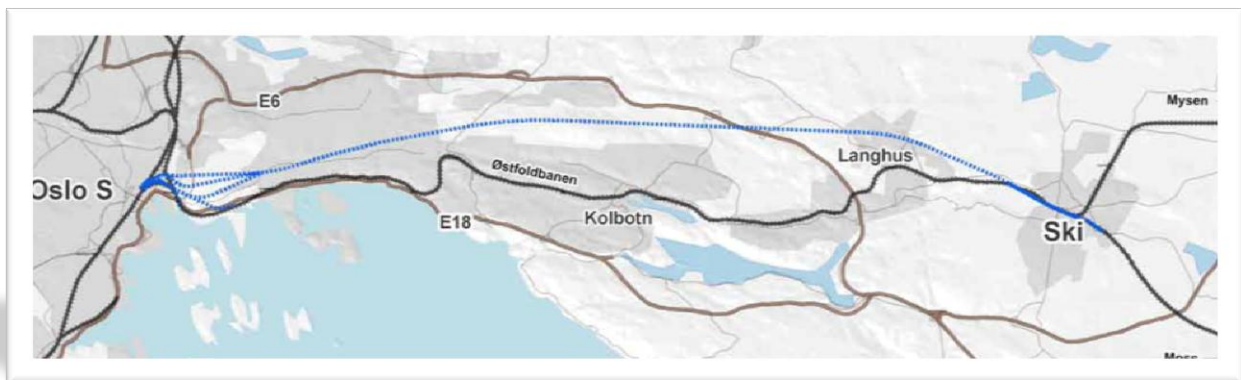


## 7. CASE – SKI STASJON

I dette kapitlet presenteres hovedcasen jeg har fulgt i masteroppgaven. Det beskrives hvorfor casen er viktig for oppgaven og hvordan det skal brukes for å oppnå resultater.

### 7.1 Presentasjon av prosjektet

Nye Ski stasjon er et delprosjekt som tilhører hovedprosjektet med navn «Oslo-Ski». I dette prosjektet inngår utbygging av dobbeltsporet Follobanen, nye Ski stasjon og Ås forbi kjøringsspor. Oslo-Ski er i dag Norges største samferdselsprosjekt og har en egen post på statsbudsjettet. (Jernbaneverket, 2010).



Figur 17 Follobanen (Jernbaneverket, 2010)

#### 7.1.1 Historie

Follobanen er et prosjekt med en lang og komplisert fartstid i norsk jernbaneplanlegging. Prosjektet Oslo- Ski er tidligst datert helt tilbake til 1988 da det ble besluttet at Norges nye hovedflyplass skulle ligge på Hurum. Dette sporet ble planlagt for å ha en ringbane på begge sider av Oslofjorden. Selv om flyplassen ikke ble realisert besto ønsket om et slikt spor. Tidlig på 90-tallet ble det utviklet både ferdig konsekvensutredning og en tidlig teknisk plan og sporet ble dimensjonert for 200 km/t. I andre halvdel av 90-tallet oppstod det uenighet mellom JBV som ønsket stasjoner i dagen på Vevelstad og Ski kommune som ønsket tunnel. På 2000-tallet pågikk det videre diskusjoner med Oslo- og Oppegård kommune om tunnel og stasjonsløsninger i dagen (Jernbaneverket, 2010).

I 2002 ble Ski stasjon vedtatt i reguleringsplanene til Ski kommune, men rett etterpå var det stopp i de statlige bevilgningene. Ikke før 2006 startet arbeidet opp igjen og i 2007-2009 pågikk det en ny konseptutredning for hele Oslo-Ski. Det ble så besluttet i mars 2009 at Follobanen skulle bygges som en direkte linje mellom Oslo og Ski uten stasjoner og stopp. Alle gamle planer ble arkivert og arbeidet startet for fullt, se Figur 17.

Østfoldbanen har de siste årene blitt en flaskehals for både gods- og persontrafikk inn til Oslo. Kapasiteten er sprengt og det er ikke mulig å sette opp flere togreiser på den eksisterende strekningen Oslo-Ski. Delprosjekt Follobanen blir 22 km med dobbeltspor som skal avløse

kapasitetsproblemet, gi bedre punktlighet og kortere reisetid på en av Norges mest trafikkerte jernbanestrekninger.

## 7.2 Multiconsults rolle i Ski stasjon

Multiconsult jobbet fram til 2007 med utarbeidelsen av en byggeplan for underbygning av nye Ski stasjon, i samarbeid med Arne Henriksen Arkitekter AS. Dette arbeidet stoppet før fullførelse høsten 2007 grunnet manglende bevilgninger kommende år og fordi trasé heller ikke ble bestemt. Arbeidet ble gjenopptatt av Multiconsult høsten 2009. Arbeidet med Ski stasjon er delt i 3 produksjonsområder:

1. Regulering av området.
2. Hovedarbeider, arbeider som angår selve stasjonsområdet.
3. Hensettingsspor, et omkjøringsspor mens hovedarbeidene pågår.

For mer detaljert informasjon om prosjektet, se vedlegg 2.

### 7.2.1 Visjon og mål

Arbeidet med Ski stasjon er viktig for Multiconsult og den nyopprettede avdelingen Konsernopdrag, da dette er avdelingens første store integrerte oppdrag. Det er derfor brukt tid på å formulere en visjon med tilhørende mål for oppdraget. Visjonen er følgende (Wetterhus, 2011):

*”Vi skal bidra til å etablere Multiconsult som ett av de tre foretrukne rådgivende selskap på integrerte samferdselsoppdrag ved å:*

- *Lære av tidligere oppdrag*
- *Gjennomføre prosjektet med bruk av 3D/BIM*
- *Ha kunden i fokus/ løse kundens problem”*

I tillegg til visjonen er det blitt etablert et sett med mål:

- Forbedre kapasiteten og kompetansen innen jernbaneteknikk.
- Teste ut og legge grunnlaget for en gjennomføringsmodell og en verktøystrategi for samferdselsoppdrag.
- Etablere velfungerende organisasjonsmodell.
- Oppdraget skal utvikle en mer standardisert utgave av styringssystemet for store integrerte samferdselsoppdrag.
- Oppdraget skal utvikle objektkompetanse for jernbane.

## 7.3 Min rolle i prosjektet

Jeg har fri tilgang til prosjektets dokumenter og planer og kan trekke ut relevante nøkkelpersoner til intervjuer, samtaler og møter. Dette er en meget god måte å tilføre masteroppgaven empiriske data. Jeg får da sjansen til å innhente relevant informasjon fra nøkkelpersoner i prosjektet for å gi svar på oppgavens mål.

Min faktiske rolle i prosjektet blir en erfaringsoverfører som benytter informasjon fra prosesser som er gjennomført og nøkkelpersoner i prosjektet til å komme med ideer til den kommende prosessen, altså byggeplan.

Som beskrevet i metodedelen blir spesielt intervjuene og min tilstedeværelse i prosjektet viktig for resultatet av oppgaven. En slik tilnærming gir bedre data enn eksempelvis kun studie av dokumenter av et prosjekt som allerede er gjennomført. Jeg får være med på en levende prosess som preges av utfordringer, tidsfrister, nytenkning og teamarbeid. Det gjør også masteroppgaven min til en levende prosess som kontinuerlig oppdateres og forandres etter hvert som prosjektet går.

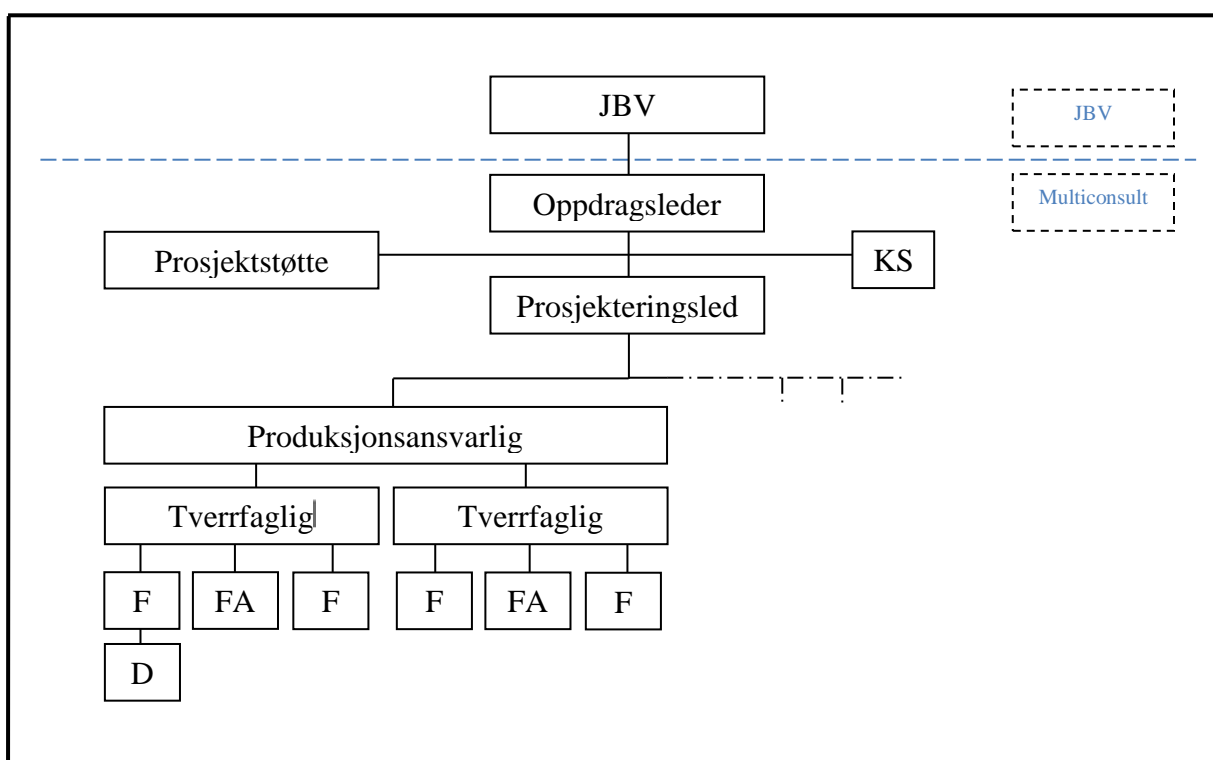
## 7.4 Aktører i prosjektet

Ski stasjon er et offentlig prosjekt bestilt av JBV. I et slikt prosjekt er det flere typer aktører som er involvert. Tabell 15 viser hvilke aktører som er involvert i prosjekt Ski stasjon, mens Figur 18 viser hvordan organisasjonen er bygget opp.

Tabell 15 Aktører Ski stasjon

Aktør	Beskrivelse
<b>Byggherre, oppdragsgiver</b>	Byggherre er definert som kontraktspart som skal ha utført det bygg- eller anleggsarbeid som kontrakten omfatter (Eikeland, 1999). I dette prosjektet er JBV oppdragsgiver.
<b>Prosjektleder/fra oppdragsgiver</b>	JBV stiller med prosjektleder som skal ivareta interessene til oppdragsgiver.
<b>Prosjekteringsleder/fra oppdragsgiver</b>	Prosjekteringsledelse som tilhører oppdragsgiver. Innehar funksjonen med å ivareta byggherren og brukerorganisasjonens mål og interesser (Eriksen & Moe, 2010).
<b>Oppdragsleder</b>	Oppdragsleder har det overordnede ansvaret med å lede oppdraget. Denne rollen er av Multiconsult definert som det ansvarlige arbeidet med å gjennomføre prosjektet innenfor kontraktens forutsetninger og krav. Rollen har oppgaver som oppdragsrapportering, endringshåndtering og status og fremdrift. Oppdragsleder er Multiconsults representant utad (Multiconsult, 2010).
<b>Oppdragsansvarlig</b>	Er Multiconsults representant tilknyttet en intern styringsgruppe i Multiconsult. Har overordnet ansvar for hele prosjektet.
<b>Prosjektstøtte</b>	Dette er et støtteapparat som bistår i styringen av prosjektet og assisterer utviklingen av en 3D-modell.
<b>Prosjekteringsleder</b>	Rollen innehar det faglige overordnede ansvaret for prosjekteringen. Ivaretar koordineringen og grensesnitt

	mellom produksjonsområder. Se kapittel 5.2.2.
<b>Produksjonsansvarlig</b>	Ansvarsområdet er å organisere prosjekteringsarbeidet innen egen leveranse/produksjon.
<b>Tverrfaglig koordinator</b>	Dette arbeidet er det samme som over, men da for en underleveranse til produksjonsansvarlig.
<b>Fagansvarlig FA</b>	Rollen har det faglige ansvaret innen eget fagområde. Identifisere alle krav til fagområdet inkl. SHA- krav (sikkerhet, helse og arbeidsmiljø) og kvalitetskrav, sikre at kompetansekrav ivaretas, angi behov for riktige ressurser, sikre at alle er kjent med relevante krav, identifisere grensesnitt, utsjekk egenkontroll, sidemannskontroll og sluttkontroll (Multiconsult, 2010).
<b>Disiplinleder DL</b>	Ivaretar enkeltoppgaver for å avlaste FA.



Figur 18 Prinsippskisse organisasjonskart Ski stasjon (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

## 8. PRESENTASJON – GJENNOMFØRINGSMODELL

*Jeg skal i dette kapitlet presentere mitt forslag til hvordan gjennomføringsmodellen kan være bygget opp for byggeplan Ski stasjon. Jeg vil ta utgangspunkt i intervjuene og presentere forslag til modellen etter beste evne ut fra intervjuresultatene og oppfølgingen av prosjektet. Her vil jeg i tillegg presentere hvordan jeg mener verktøystrategien kan bygges opp for byggeplan og hvordan modellen kan bidra til effektive fremdriftsplaner.*

### 8.1 Intervjuresultater

På bakgrunn av masteroppgavens hovedproblemstilling har det vært nødvendig å bli kjent med prosjektet gjennom prosjektledelsen og de forskjellige aktørene i prosjektet.

Mye data ble samlet inn gjennom en intervjurunde med de ulike fagene i Ski stasjon. Det er utført totalt 10 intervjuer. Intervjuenes hovedfokus har vært de ulike fagenes bidrag til den kommende byggeplanen, samt hvordan prosjektet har vært gjennomført. Det har vært et ønske fra oppdragsgiver å etablere en slik oversikt. Informasjonen er en del av grunnlaget for gjennomføringsmodellen for byggeplan. I dette avsnittet presenteres sammendrag fra intervjurundene.

#### 8.1.1 Kommunikasjon prosjekterende og kunde

Flere av intervjuobjektene ytret at det ikke har vært tilstrekkelig kommunikasjon mellom Multiconsult og JBV. Dette problemet er rettet begge veier. JBV har ikke kommunisert godt nok hva de trenger av leveranser og til hvilke tidspunkt. De har også kommet med sene endringer som burde ha kommet inn på et betraktelig tidligere tidspunkt, kanskje også i en tidligere prosjektfase. Samtidig har ikke Multiconsult vært klare nok på hva de prosjekterer og til hvilken detaljeringsgrad. Heller ikke alternativsutredninger er godt nok presisert overfor JBV. Dette har ført til at enkelte aktiviteter har blitt gjort om igjen flere ganger. Multiconsult har ikke vært konsekvente nok på frister til JBV om informasjonsbehov. En klarere og mer kontant prosess på når Multiconsult trenger leveranser vil sikre at de utføres til avtalt tid.

#### 8.1.2 Nødvendighet av gjennomføringsmodell

Det er bred enighet om at en gjennomføringsmodell slik jeg har beskrevet den ville ha vært matnyttig for videre prosjektgjennomføring. Det kommer fram at en slik prosess vil kontrollere prosjektet bedre og holde styr på leveranser og frister. Enkelte har vært i kontakt med andre lignende gjennomføringsmodeller tidligere, noe som har fungert meget bra.

Ski stasjon er for tiden det største samferdselsprosjektet i Norge med mange grensesnitt som må få ytret sine meninger. En prosjektilpasset gjennomføringsmodell gjennomgått med interessentene kan føre til bedre koordinering og hindre at interessentene kommer med sene endringer som kan sinke prosjektet og føre til store og kostbare omprosjekteringer.

### 8.1.2.1 Sjekklistor

Sjekklistor er et viktig virkemiddel som bakes inn i modellen. Etter å ha gjennomført intervjurunden kommer det fram at de fleste fag har sine tilpassede sjekklistor, mens eksempelvis SHA har sine sjekklistor bakt inn i andre fag. Eksempler på sjekklistor som benyttes er lister for tverrfaglig kontroll, tegninger og 3D-objekter.

Flere av fagene ytret interesse for et felles sjekklistesystem for byggeplan og at det hadde vært praktisk som et digitalt datasystem. Med et slikt system kan alle samkjøre sjekklistene og til enhver tid ha kontroll på hvor de selv står i forhold til andre fag og deres leveranser. Det vil lette oversikten og muligheten til å planlegge for ledelsen og fagansvarlige.

På et overordnet nivå kan alle fag hos Multiconsult opprette sine sjekklistor i en felles etablert intern database. Når da et nytt prosjekt skal starte opp kan det foretas en forhåndskonferanse der den interne PO, sammen med oppdragsgiver, kunde og andre relevante interessenter kan skreddersy prosjektets sjekklistor. I en slik prosess er det viktig å involvere de som skal utføre jobben, produksjonen i prosessen, slik at det med større troverdighet planlegges riktig.

### 8.1.3 Effektivisering av prosjektet og konsept

Jeg har tidligere beskrevet hvor viktig det er at det utarbeides et grundig konsept som alle er kjent med. Et lite tilfredsstillende konsept kan gi forvirring og svekke fokus i det videre prosjektarbeidet. I Ski stasjon ble det jobbet godt med konsept før prosjektet stoppet opp i 2007. Etter oppstart igjen 2009 har det kommet en helt ny sporplan for prosjektet og det er heller ikke jobbet tilstrekkelig med konseptutviklingen, som har medført at konseptutviklingen har gått parallelt med reguleringen, noe som er uheldig. Dette har forårsaket at det ikke har eksistert klare tanker om eksakt hva som skal prosjekteres, og at prosjektplanen, slik beskrevet i kapittel 5.1.3, ikke er tilstrekkelig gjennomarbeidet. Dette vil si at noen av fagene har vært usikre på hvilke rammer de jobber etter.

### 8.1.4 Grensesnitt

Konseptutviklingen har igjen en sammenheng med viktige beslutninger for videre framgang. Mange av fagene venter på beslutninger fra premissgivere som gir føringer for videre prosjektering av deres respektive leveranser. Oppdragsgiver har ikke vært klare nok med sine premisser og kommet med endringer som har ført til overarbeid internt i Multiconsult for å nå leveransefrister. Sene beslutninger har ført til at enkelte arbeider er blitt omgjort flere ganger.

Det kommer fram at et stort fokus på grensesnitt ville ha hjulpet fram prosessen med tidsnok beslutninger og informasjon til avhengige fag. En grensesnittsplan ville ha kastet lys over hvilke avhengigheter som eksisterer mellom de ulike fag og tilhørende leveranser. Eksempelvis ved risikovurderinger må de gjeldende fagene ha kommet til et visst nivå for at risikovurderingen skal være innbringende.

### 8.1.5 Fagvis beskrivelse

Intervjuene ble gjennomført hovedsakelig for å kartlegge hva de enkelte fagene skal bidra med til byggeplan. Dette er viktig for å vise ovenfor kunden at Multiconsult har et stort fokus

på å planlegge, men hovedsakelig et viktig arbeid for å effektivisere prosessen byggeplan. En slik kartlegging av fagene gjør det enklere å kartlegge gjennomføringen, se vedlegg 6.

### 8.1.6 Kontrollobjekter

I likhet med den fagvise beskrivelsen har jeg vært ute etter de ulike fagenes kontrollobjekter, forklart i kapittel 4.3.2. Dette kan illustreres med en top-down tilnærming at fagene oppgir sine hovedleveranser, som kan brytes ytterligere ned i mindre pakker som må sjekkes ut før hovedleveransen er fullført. Hver enkelt hovedleveranse er da et kontrollobjekt. I denne runden har fagene kommet med de kontrollobjektene de tror de vil levere i byggeplan. Da denne fasen nå er under planlegging kan kontrollobjektene endre seg siden prosjektet er i en levende fase.

### 8.1.7 BIM

For å jobbe videre med verktøystrategi har det vært nødvendig å få en oversikt over hvilket forhold de enkelte fagene har til BIM og 3D-modellering. Noen av fagene gir sin informasjon videre til andre fag som modellerer, noen fag er med på konstruksjonsgjennomganger, mens andre modellerer direkte selv. Et eksempel kan være faget «støy og vibrasjon» som videreformidler støyinput slik at det utvikles støysonekart.

I forhold til en verktøystrategi for byggeplan får man konkretisert svart på hvitt hva de ulike fagene skal bidra til i modellen, hvilket tidspunkt input skal inn og til hvem input skal. Dette må utvikles i tråd med en grensesnittsplan.

## 8.2 Prosjektstyring Ski stasjon

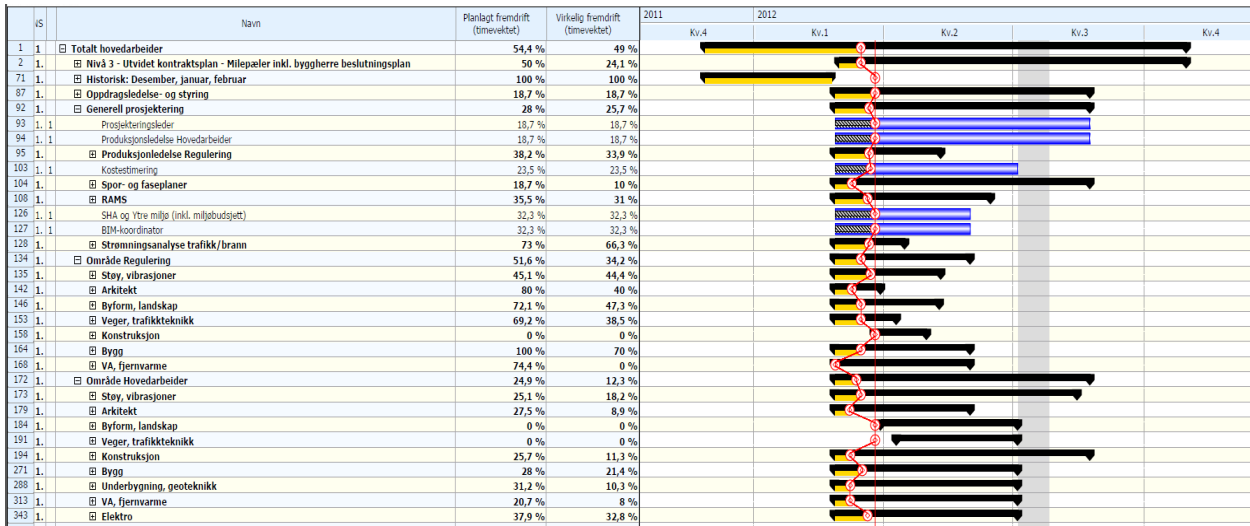
Ved siden av intervjurundene har det vært en forutsetning å analysere hvordan Ski stasjon blir styrt for å forstå prosjektgjennomføringen. I forhold til defineringen av en prosjekteringsleder mener Multiconsult at PRL bør ligge hos både de prosjekterende og byggherren (Eriksen & Moe, 2010).

En rekke oppfølgingsmøter med disiplinledere for veg, konstruksjon og jernbaneteknikk, vann og avløp, elektro, geoteknikk og landskapsarkitektur har resultert i et bilde av hvordan Ski stasjon blir styrt. Møtene har omhandlet budsjettering av timer for de enkelte fagenes bidrag i prosjektet.

Prosjektstøtten for prosjektet har forsøkt å få disiplinledere til å beskrive og legge aktivitetene de skal gjennomføre fram til ulike leveranser inn i en fremdriftsplan. Denne arbeidsmetoden kan sammenlignes med Last Planner System da de som faktisk skal utføre jobben involveres og setter dato og omfang på de ulike aktivitetene. I løpet av møtene oppstår det enighet med respektive disipliner om omtrentlige datoer for arbeidene og anslagsvis timeantall på arbeidspakkene. Man får med dette fulgt opp de budsjetterte timene og hvor langt man har kommet i % et visst tidspunkt. En slik Earned Value tilnærming er en aktivitetsbasert framdriftsplan. Man får med dette funnet ut om man trenger utvidet/reduert budsjett og bemanningssituasjon.



JBV har bedt om et slikt system for å følge opp antall timer som blir utført i de forskjellige disiplinene. Hver 14. dag sender ansvarlig for prosjektstyring ut de budsjetterte timene for så at disiplinledere etter beste skjønn skal rapportere tilbake virkelig framdrift. Det rapporteres da planlagt framdrift mot virkelig framdrift og en kan regne ut fremdriftsavvik ved å se påløpte opp mot planlagte timer. Denne oppfølgingen føres i månedsrapportene, se Figur 19.



Figur 19 Månedsrapport

En slik oversikt gir en enkel føring over hvor langt man er kommet omfangsmessig i prosjektet, altså inntjent verdi. Man kan også se hvilke områder man henger etter. Ut i fra figuren er det enkelt å regne ut fremdriftsavvik og fremdriftsindeks. Man ligger altså bak skjema, som enkelt kan betraktes ut i fra prosentvis totalt omfang på hovedarbeider, se Figur 20.

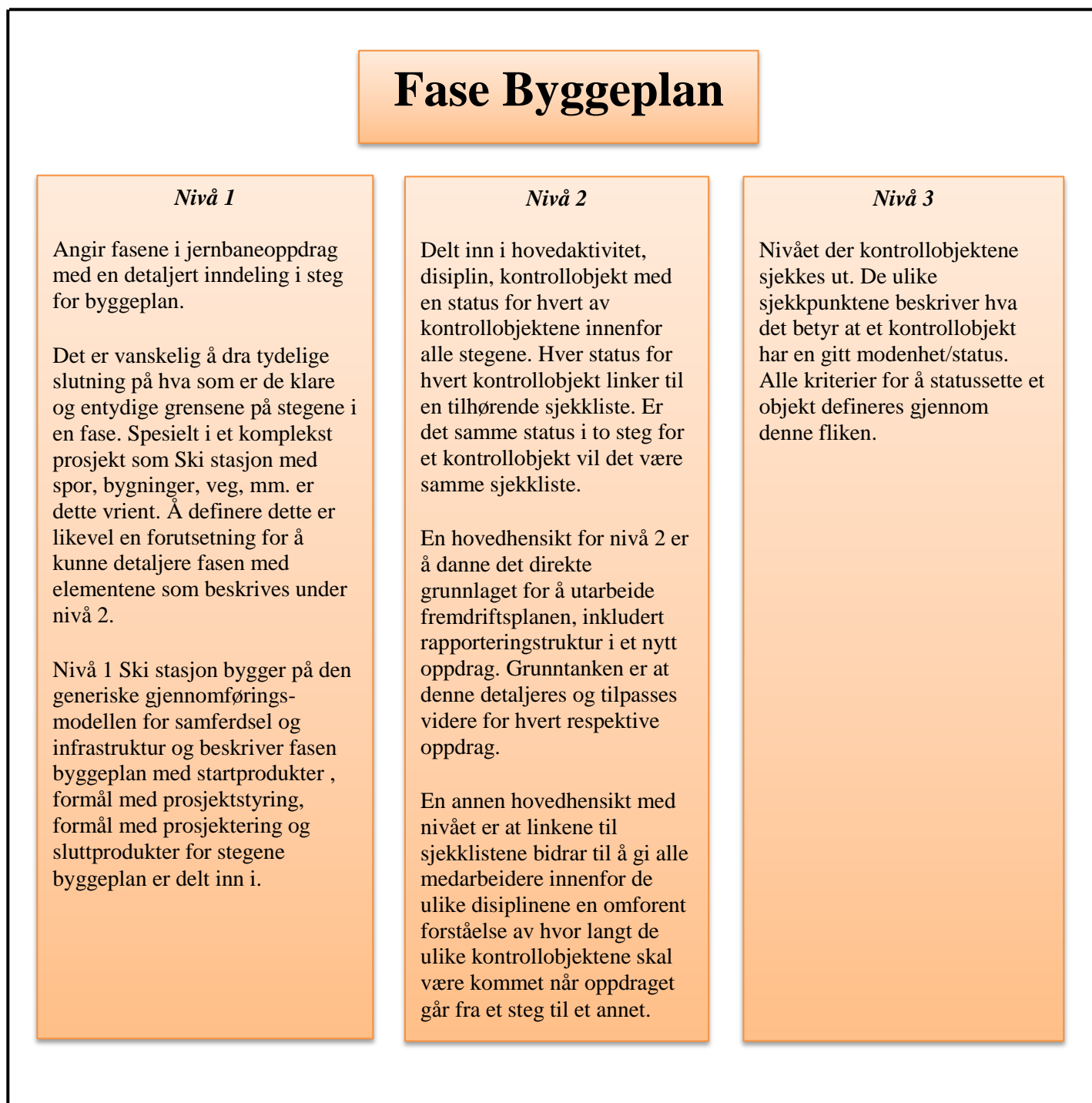
Planlagt fremdrift (timevektet)	Virkelig fremdrift (timevektet)	20
54,4 %	49 %	

Figur 20 Fremdriftsavvik



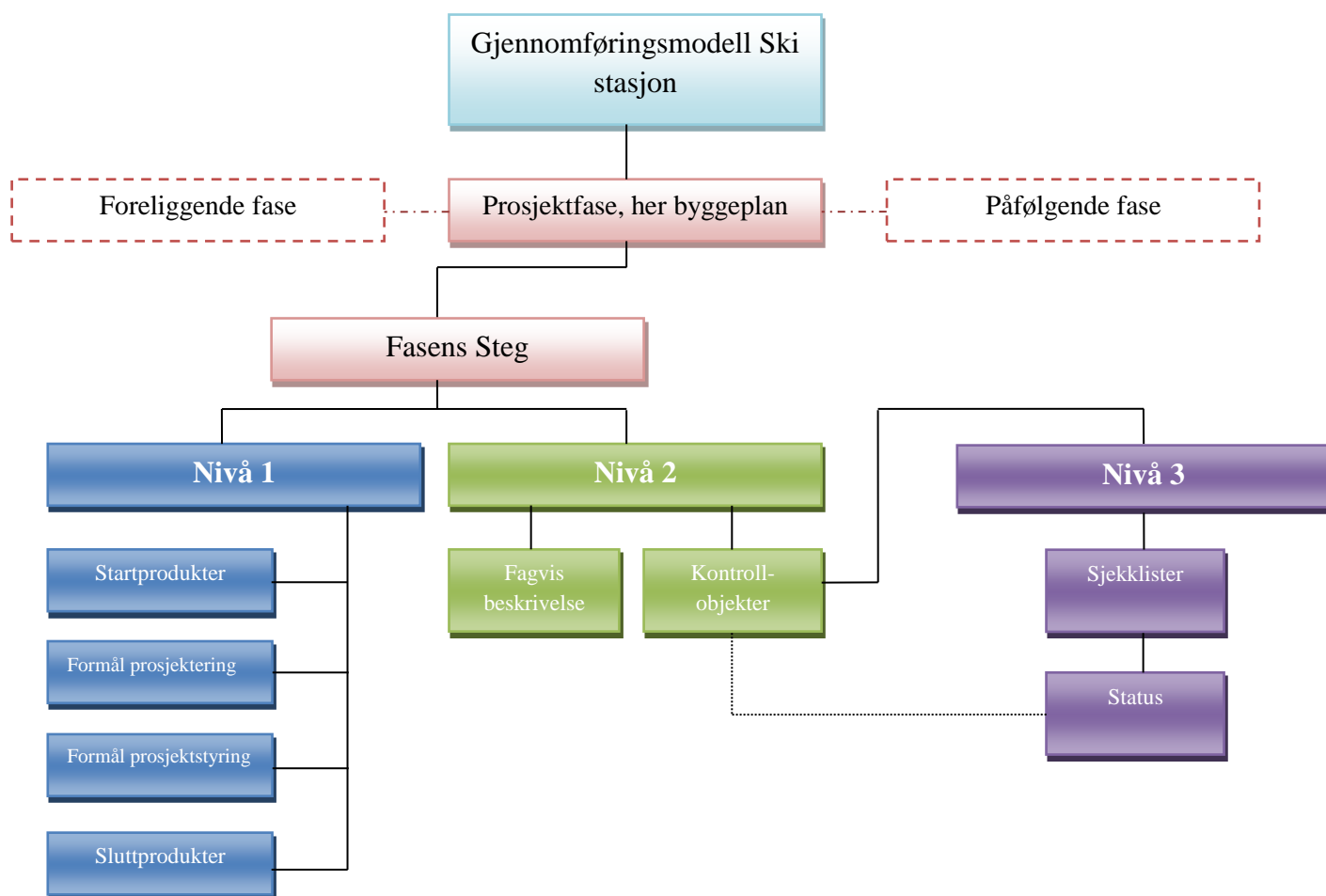
## 8.3 Oppbygging av modellen

Modellen er bygget opp i Excel, se Figur 21. Hadde jeg hatt tilgang på personell og sittet permanent i Oslo hadde det vært ønskelig å ha bygget den opp som et dataverktøy. Dette kommenteres i kapittel 9.



Figur 21 Beskrivelse Gjennomføringsmodell Ski Stasjon

Modellens rammeverk er visualisert skjematisk i Figur 22. Man kan ved å betrakte denne figuren lettere forstå modellens hensikt. Gjennomføringsmodellen for Ski stasjon er her illustrert ved at prosjektfasen byggeplan velges, for så å definere fasens steg for de ulike nivåene. Nivå 3 henger sammen med nivå 2 da kontrollobjektens status er linket til de respektive sjekklister.



Figur 22 Skjematisk oppbygging (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

### 8.3.1 Faser

Selv om dette arbeidet er ment for fasen byggeplan har jeg gjennom dialog med JBV benyttet oppsettet deres. Dette er gjort siden JBV er den viktigste oppdragsgiveren innen jernbaneoppdrag. Gjennomføringsmodellen er tenkt bygget opp slik at den skal kunne tilpasses det enkelte prosjekt. Det er da en fordel at JBV er fortrolig med fasene Multiconsult benytter i sine prosjekter, slik at det ikke er noen tvil om hvilken del av prosjektet som diskuteres, lages tilbud til eller jobbes med. Fasene i gjennomføringsmodellen er derfor følgende:

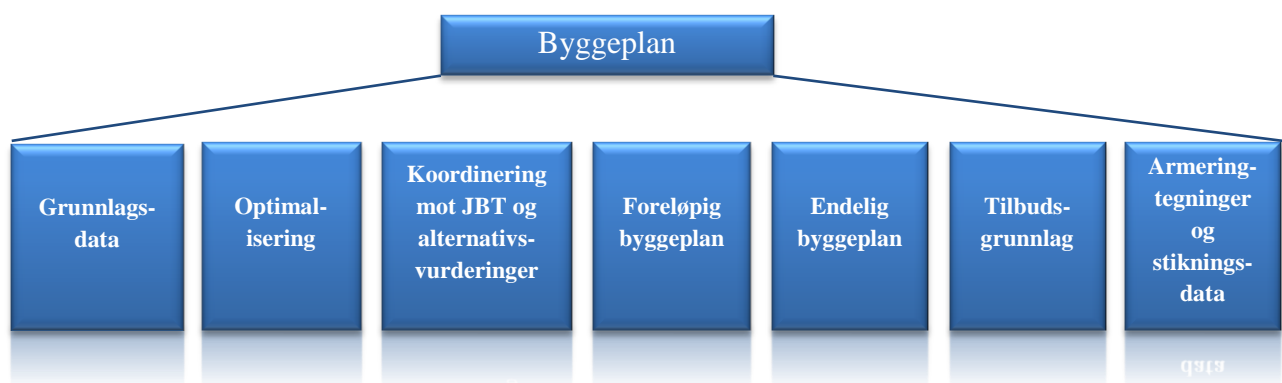
- + Planprogram, skisseprosjekt
- + Hovedplan
- + Detaljplan
- + Byggeplan
- + Konkurransegrunnlag
- + Bygging
- + Forvaltning, drift og vedlikehold

Begrepene er definert i kapittel 6.2.2.

### 8.3.2 Steg

Stegene for *byggeplan* Ski stasjon er utarbeidet for å få en kronologisk oversikt på de ulike leveransene som gjøres i løpet av fasen og for å forenkle koordineringsarbeidet mellom fag og ledelsen. Et prosjekt vil aldri kunne bli 100 % ferdig med et steg for så å gå videre til neste steg. Et prosjekt er en levende prosess der aktiviteter foregår parallelt i tillegg til at det gjøres endringer, forbedringer eller nye krav kommer inn i bildet fra oppdragsgiver, myndigheter eller andre interessenter. Stegene er satt opp som et styrende, ideelt og kronologisk rammeverk der man har kontroll på hvor i prosessen man bør være til enhver tid. I et eventuelt datasystem er det meningen at man skal kunne gå tilbake i modellen og revidere aktiviteter og sjekke ut på nytt. Alle får da en oversikt i det samme systemet over hva som gjøres.

Stegene som er valgt for Ski stasjon er følgende:



Figur 23 Steg i byggeplan (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

Byggeplan har oppstart til høsten med planlagt varighet to kalenderår. Tidsfordelingen mellom de ulike stegene er definert slik:

Tabell 16 Omfang steg byggeplan

Steg	Omfang av fase [%]	Tidsintervall
<b>Grunnlagsdata</b>	<b>5</b>	<b>01.10.2012 - 31.10.2012</b>
<b>Optimalisering</b>	<b>10</b>	<b>01.11.2012 - 21.12.2012</b>
<b>Koordinering og alternativsvurdering</b>	<b>25</b>	<b>02.01.2013 - 10.04.2013</b>
<b>Foreløpig byggeplan</b>	<b>25</b>	<b>10.04.2013 - 28.03.2014</b>
<b>Endelig byggeplan</b>	<b>15</b>	<b>31.03.2014 - 29.08.2014</b>
<b>Tilbudsgrunnlag</b>	<b>15</b>	<b>31.03.2014 - 29.08.2014</b>
<b>Tegninger og stikningsdata</b>	<b>5</b>	<b>01.09.2014 - 30.09.2014</b>

### 8.3.2.1 Grunnlagsdata

Dette er det innledende steget i fasen byggeplan og betegner hva man trenger av informasjon for å starte. Grunnlagsdata er delt i to der det ene er prosjektspesifikk informasjon, altså hva prosjektet trenger for å starte opp fasen. Parallelt har hvert enkelt fag sine grunnlagsdata de trenger for sine leveranser. Figur 25 eksemplifiserer grunnlagsdata for prosjektet på et overordnet nivå, altså hva som er prosjektets startprodukter. Figur 24 viser et eksempel på grunnlagsdata/startproduktene til faget *vann og avløp*.

Grunnlagsdata
> Kontraktsdokumenter rådgiver
> Avklart omfang og premisser for offentlige veger, plasser og bussterminal
> Sporplan, strekningsplan KL, plan for signal, føringsveikonsept
> Faseplan / Produksjonsplan anleggsfase
> Reguleringsplaner
> Dokument med input om alt som skal inn i prosjektet, til JBV
> Teknisk detaljplan inkl. 3D-modell og godkjent endringslogg
> Formingsveileder
> Kartdata (inkl. informasjon om eksisterende infrastruktur)
> Digitale veg- og terrengmodeller (Ortofoto)
> Geotekniske rapporter
> Støyrapporter
> Gjeldende krav/regelverk /normaler sjekklister etc.
> Verktøystrategi for byggeplan

Figur 25 Grunnlagsdata totalt prosjekt

Grunnlagsdata
> Input på eksisterende anlegg
> Kartgrunnlag
> Eksisterende infrastruktur i bakken
> Informasjon fra geoteknikk om spesielle grunnforhold/fjell
> Spesielle konstruksjoner i bakken?
> Detaljplan
> Krav fra JBV
> Myndighetskrav
> Dimensjoneringskriterier
> Konsept/Pre-design
> Sporplan låst

Figur 24 Grunnlagsdata vann og avløp

Man sparer tid på at informasjon hentes inn før oppstart av fasen, slik at arbeidet i fasen kan foregå mer effektivt.

### **8.3.2.2 Optimalisering**

Dette er et viktig steg i byggeplan da det her forventes svar på mange spørsmål. Det er mange fag som venter på spesielle avklaringer og føringer i forskjellige områder av prosjektet. Et eksempel er at Ski kommune og Statens Vegvesen (SVV) holder på å utrede en ny vegplan for Ski kommune. Denne skal etter planen være ferdig rett før sommeren, og kan gi føringer som må bakes inn i prosjektet.

Ettersom det har vært en litt uklar konseptdefinisjon og at denne har blitt jobbet med parallelt med reguleringen, er det spesielt viktig å bruke tid på optimaliseringssteget. Det konkrete arbeidet vil gå ut på å bearbeide skisseprosjekt og detaljplan. Det må da gjennomføres tverrfaglige gjennomganger og avklare løsninger og grensesnitt med alle tredjeparter som kommune, kabeleiere, etc. Et annet viktig aspekt er utarbeidelsen av alternativsstudier slik at kunde og interessenter kan utrede sine meninger tidlig i fasen og ikke etter endt fase.

Steget har et sluttprodukt kalt en optimaliseringsrapport som inkluderer mulige konsekvenser for kontrakten og alternativer til løsninger dersom det blir behov for dette.

### **8.3.2.3 Koordinering mot jernbaneteknikk (JBT) og alternativsvurderinger**

I dette steget skal alternativsstudiene fra optimaliseringen vurderes. Her er det viktig at endelig sporplan er låst for videre planlegging, da koordineringen opp mot JBT skal fullføres. Multiconsult har ansvaret for alt under bakken mens JBV har alt synlig over, på selve sporet. Det skal modelleres JBT mot underbygning i 3D- modellen, og lages fagvise modeller. Milepælen etter dette steget, M3, er «JBT koordinert mot underbygning».

Det skal i tillegg startes arbeidet med utarbeidelse av førsteutkast av alle avtalte tegninger. Sluttproduktene er fagrapporter, tekstdel fra alle fag til byggeplan som svart på hvitt beskriver hva som skal gjøres, 3D- modell og førsteutkast til Ytre Miljø rapport. Dette steget er vurdert til å oppta 25 % av det totale arbeidet med fasen byggeplan.

### **8.3.2.4 Foreløpig byggeplan**

Ferdigstillelsesgraden på denne planen er satt til 80 %. Ved inngangen til dette steget skal JBV ha kommet med sine kommentarer og tilbakemeldinger på det de mener er uklart eller bør være annerledes. På bakgrunn av dette skal de ulike alternativene velges. Denne foreløpige byggeplanen inneholder endelig førsteutkast på alle tegninger som ble påbegynt i forrige steg, samt at tekstdelen sammenstilles til et dokument.

### **8.3.2.5 Endelig byggeplan**

Dette arbeidet går ut på å igjen optimalisere grunnlaget og ferdigstille leveransekravet i byggeplan. Dette innebærer nok en gang å gjennomgå kommentarer fra JBV og eventuelt andre relevante interessenter som er berørte av planen. Det utarbeides en overordnet risikovurdering for anleggs- og driftsfasen, siden hvordan det er prosjektert har mye å si for denne fasen. Tekstdelen ferdigstilles i tråd med ferdigstilte tegninger.

### 8.3.2.6 Tilbudsgrunnlag

Dette steget resulterer i konkurransegrunnlaget og planhefter med tegninger til entreprenørene. Dette arbeidet baseres igjen på andreutkastet av byggeplandokumentene med kommentarer og tilbakemeldinger. Det må i tillegg verifiseres at relevante krav i byggherreforskriften er tatt med i grunnlaget.

### 8.3.2.7 Armeringstegninger og stikningsdata

Basert på planheftene med ferdige byggeplantegninger og 3D- modell skal det utarbeides arbeidstegninger i form av armeringstegninger og stikningsdata. Resultatet er planhefter med arbeidstegninger og stikningsdata, samt teknisk godkjenning av alle konstruksjoner.

I tillegg til nevnte steg vil det foregå en som-bygget prosess underveis i prosessen, altså produksjon av tegninger slik det faktisk er bygget. Det er ennå ikke avklart om dette kun skal lages som 3D- modell eller som tegninger. Sistnevnte er betydelig mer arbeidskrevende. En slik prosess foregår som oppfølging i byggefasen. Leveransen vil eventuelt være planhefter med as-built tegninger eller digitale data i en modell.

## 8.3.3 Nivåer

Basert på nivåene i gjennomføringsmodellen som er utarbeidet for veg, er de samme nivåene definert her for å skape felles begrepsapparat innad i Samferdsel & infrastruktur. Nivåene er beskrevet i Figur 21. I arbeidet med masteroppgaven er nivå 1 betraktet. I tillegg er det sett på nivå 2, fagvise aktiviteter og kontrollobjekter som er utgangspunktet for utviklingen av fremdriftsplaner. Nivå 3, de definerte sjekklister til hvert enkelt kontrollobjekt, er ikke sett på av tids- og ressursmessige årsaker.

### 8.3.3.1 Nivå 1

Dette nivået er, som beskrevet i 4.3.2.1 og Figur 21, en overordnet beskrivelse av fasen byggeplan med startprodukter, formål prosjektering, formål prosjektstyring og ledelse og sluttprodukter. Dette beskrives for hvert enkelt av de definerte stegene. Nivået er illustrert i vedlegg 5.

### 8.3.3.2 Nivå 2

Dette er den fagvise beskrivelsen av hva hvert enkelt fag skal bidra med av aktiviteter i fasen byggeplan, for hvert enkelt steg. Dette framkom gjennom intervjuer med hvert fag og er illustrert i vedlegg 6. Nivået beskriver i tillegg hvert fags kontrollobjekter. Disse skal underveis i prosessen statussettes så det er kontroll på hvor aktiviteten er i detaljerings- og ferdigstillelsesgrad. Statussettingen av aktivitetene følger følgende system:

#### *Prosjektstyring*

- **S1 " Preliminær"**  
Kontrollobjekter definert med foreløpig/estimert informasjon
- **S2 "Klar for sjekk"**  
Kontrollobjekter er klar for tverrfaglig kontroll. Nødvendig informasjon som kreves for tverrfaglig kontroll er inkludert.

- **S3 "Frossen"**  
Kommentarer fra tverrfaglige kontroll er implementert. Grensesnitt mot andre kontrollobjekter og andre disipliner er fryst.
- **S4 "Detaljering utført"**  
Detaljering av kontrollobjekt er fullført og godkjent for bygging. Detaljering skal ikke påvirke grensesnitt til andre disipliner og kontrollobjekter.
- **S5 "Som bygget"**

### *Prosjektering*

- **S1 "Preliminær"**  
Kontrollobjekter definert med foreløpig/estimert informasjon
- **S2 "Klar for tverrfaglig kontroll"**
  1. **S2.1 15 %**  
**Eks:** Hovedpremissgiver har prosjektert til et nivå som delpremissgivere og andre disipliner kan bruke som utgangspunkt for å starte prosjektering.
  2. **S2.2 Ferdig premissnotat**  
Alle disipliner prosjekterer. Objektet er umodent og større endringer kan forekomme. Enkelt å gjøre endringer som påvirker andre.
  3. **S2.3 60 %**  
**Eks:** Ferdigstillelse av prosjektering. Objektet er kommet langt og de fleste premisser er lagt men endringer kan forekomme.
  4. **S2.4 Klar til tverrfaglig kontroll**  
Kontrollobjekter er klar for tverrfaglig kontroll. Etter at status er gitt kan ikke disiplinen/modelleier endre. Andre disipliner vet at denne disiplinen er ferdig, men tverrfaglig grensesnitt (internt) er ikke gjennomført. Nødvendig informasjon som kreves for tverrfaglig kontroll er inkludert.
- **S3 Ferdig prosjektert/Låst**
  1. **S3.1 Låst**  
Kommentarer fra tverrfaglig kontroll er implementert. Grensesnitt mot andre kontrollobjekter og andre disipliner er låst.
  2. **S3.2 Kundeverifisert**  
Kunde har gjennomgått og tilbakemeldt at prosjektert grunnlag er OK.
  3. **S3.3 Myndighetskontroll**  
Kontroll av prosjektert grunnlag hos myndigheter er godkjent.
- **S4 "Detaljering fullført"**  
Detaljering av kontrollobjekt er fullført og godkjent for bygging. Detaljering skal ikke påvirke grensesnitt til andre disipliner og kontrollobjekter.
- **S5 "Som bygget"**  
Som bygget data implementert og oppdatert i modell.

Et slikt system gir en enkel oversikt over de enkelte aktivitetene i fremdriftsplanen og når de skal ha oppnådd en spesifikk status. Hver status for hvert kontrollobjekt er linket direkte eller indirekte til en tilhørende sjekklister. Nettopp gjennom denne sjekklister defineres hva som kjennetegner at kontrollobjektet har oppnådd en gitt status.

### 8.3.4 Grensesnittsplan

Det ble under intervjurunden presisert at Ski stasjon er et komplekst og sammensatt prosjekt med mange ulike grensesnitt. Det var enighet om at en synliggjort grensesnittsplan ville ha tydeliggjort de ulike leveransene, ansvaret og fristene. Et viktig poeng som ble diskutert er at det er bedre å involvere et grensesnitt for mye, enn et for lite.

«Fagvis beskrivelse» beskriver hva den enkelte disiplin skal levere i hvert steg. Med utgangspunkt i denne kan det være av hensikt å videreutvikle oversikten til også å ta for seg hvilke disipliner som er avhengige for at de skal klare å levere. Det siktes her til en enkel oversikt over hva den enkelte disiplin trenger av informasjon fra de andre disiplinene for å avklare leveransepakken i hvert steg. Dette skaper avhengigheter og knytter sammen aktivitetene slik at koordineringen blir enklere. Dette er nødvendig for at låsningskarakteristikken kan opprettholdes. Løsninger vil da ikke henge løst langt ut i prosessen.

En slik avhengighetsoversikt kan sammenlignes med ”Design Review” eller konstruksjonsgjennomgang, der de ulike disiplinene gjerne sitter sammen og går gjennom en konstruksjon. I en vanlig gjennomgang skal man vanligvis undersøke at en løsning tilfredsstillende myndighetskrav, teknisk regelverk og andre standarder. Samtidig sjekker man SHA og ytre miljø, universell utforming, funksjonalitet og at konstruksjonen er i tråd med kundens byggeprogram.

Utover en slik rutinekontroll kan det presenteres:

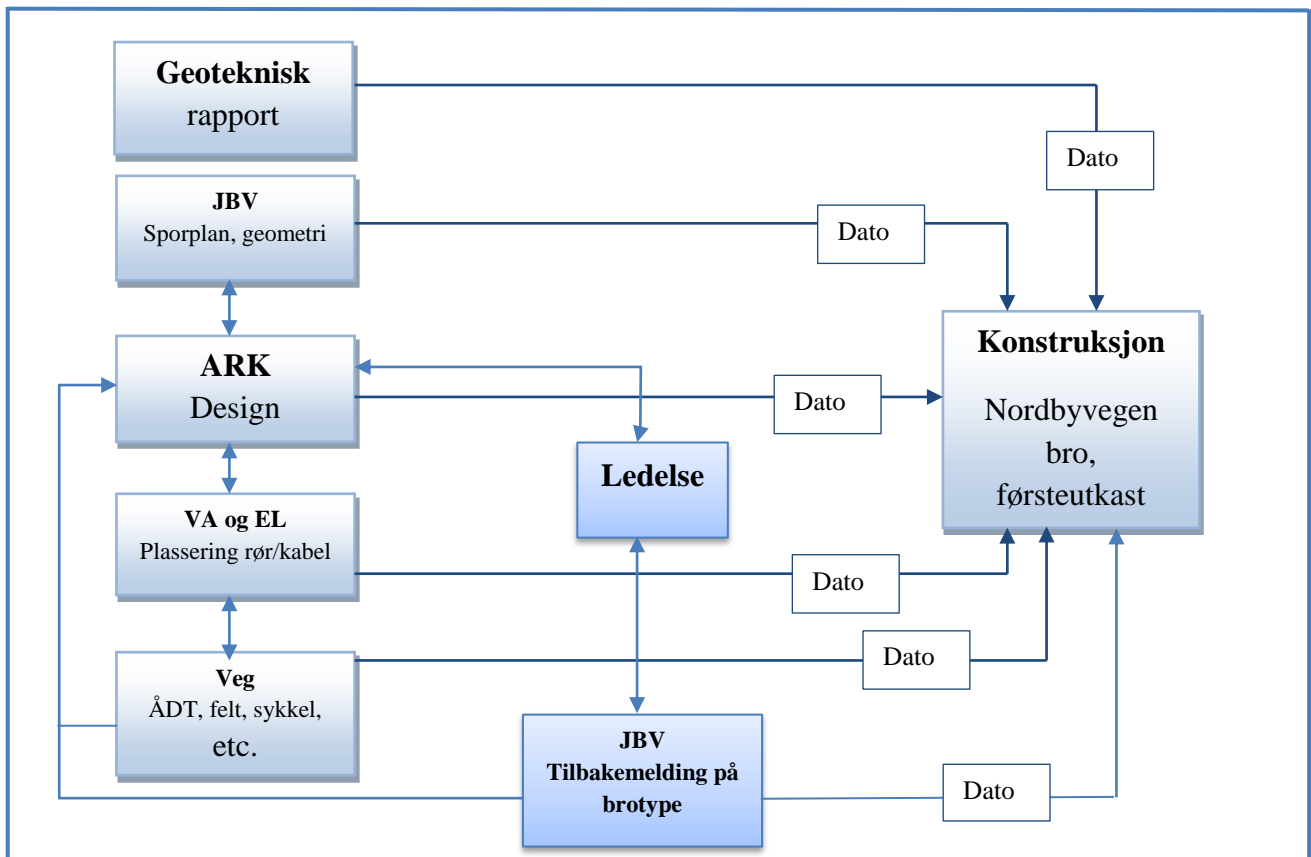
- Hva de enkelte disiplinene har gjort hittil.
- Hva de trenger av de andre disiplinene neste periode for å klare leveranse.
- Til hvilket tidspunkt de trenger informasjonen.
- Risikoen ved ikke å oppnå informasjonsflyten.

En slik gjennomgang kan med stor fordel gjøres i en BIM-modell slik at all informasjon visualiseres og forstås i all enkelhet av samtlige omkringliggende disipliner.

Man kan med dette bruke nivå 3 i modellen, sjekklister kontrollobjekter, og lage et flytdiagram. Disse kan ta utgangspunkt i en mal og tilpasses hvert prosjekt, før prosjektet starter, i forhold til størrelse og forretningsområde.

Et eksempel fra Ski stasjon kan være hva disiplin for konstruksjon trenger for å levere 1. utkast byggeplan for Nordbyvegen bru, en trafikkert vegbru som skal gå over togsporet, se Figur 26.





Figur 26 Grensesnitt prinsippkisse (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

I forhold til modellen kan det være kontraproduktivt til kravet fra konstruksjon. Informasjon vil derfor flyte begge veger. Figuren over viser kun prinsippene ved en slik modell og hva avhengighetene innebærer. I tillegg til leveranser kan det også være hensiktsmessig med selve endringshåndteringsprosessen i et flyttdiagram. Dette er ikke skissert her, men prosessen kan tydeliggjøre:

- ✚ Hvordan endring mottas.
- ✚ Hvordan den går fra ledelse, via oppdragsgiver.
- ✚ Hvem den er rettet til.
- ✚ Hvilke fag som er berørt.
- ✚ Hvem skal kommentere.
- ✚ Hvem som skal kontrollere og kvalitetssikre.
- ✚ Når skal endring inn i 3D- modell.

Slike systemer og avhengighetsskjema vil være enkle å bruke interaktivt i en datamodell.

### 8.3.5 Totalprosjekteringskontrakt

I prosjektet Ski stasjon har Multiconsult ansvar for alle fag utenom de jernbanetekniske elementene som inngår i et jernbaneprosjekt. De jernbanetekniske fagene er

- Overbygning
- Underbygning
- Bruer

- Elkraft
- Signal
- Tele
- Felles elektro
- Skilt
- Rullende materiell

For beskrivelse av fagene, se vedlegg 4. En kontrakt som hadde inkludert disse fagene hadde gitt Multiconsult fullt koordineringsansvar for alle fag i prosjektet. Dette hadde redusert grensesnittet mot JBV, som i dag har det tekniske ansvaret for disse fagene. For Ski stasjon blir ikke dette aktuelt da JBV allerede har disse fagene.

Angående videreutvikling av gjennomføringsmodellen til et generisk plan kan det med fordel utarbeides planer og sjekklister også for disse fagene. JBV har i dag ansvaret for disse fagene og det har vært hendelser der beslutninger ikke har kommet Multiconsult til gode i tide. Multiconsult kan i en utvidet kontrakt påta seg det faglige ansvaret for deler eller hele ansvaret for de jernbanetekniske elementene som medfører at grensesnittene blir rettet mer internt enn mot JBV. Dette sørger for at «latency», tidsforsinkelsen på forespørsler, kan kortes ned betraktelig, mot å vente på svar fra JBV da man kan få svar direkte fra internt personell.

## 8.4 Verktøystrategi

Med en god gjennomføringsmodell vil prosjektet kontrolleres bedre. Hvis det i tillegg eksisterer en god plan på hvordan man skal styre og kontrollere bruken av verktøy vil dette forbedre prosjektet ytterligere. Her presenteres overordnede prinsippforslag for hvordan en slik strategi kan utformes.

### 8.4.1 Generelt

En god strategi bør være forankret i en overordnet visjon, der strategien er spilleplanen for hvordan visjonen skal realiseres. Den strategiske tenkningen innehar langsiktige mål og en beskrivelse av hvilke virkemidler som bør benyttes for å nå målene (Hjelmbrekke, 2010).

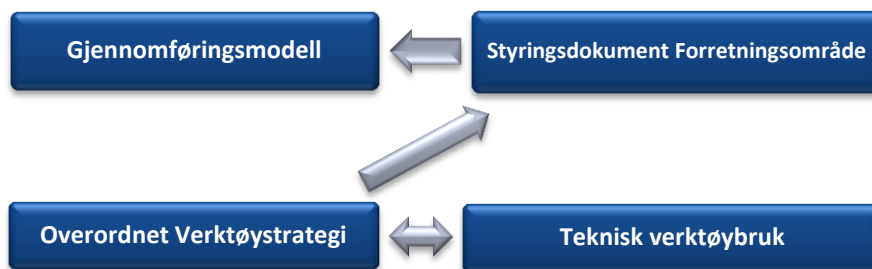
Et eksempel på en visjon innenfor verktøybruk kan være at all informasjon fra gjeldende 3D-modelleringsverktøy i et prosjekt kan mates direkte inn i et visualiseringsverktøy, og at denne kan oppdateres dersom det gjøres endringer i noen av modellene som er matet inn fra de forskjellige disiplinene. Strategien blir her handlingsplanene på hvordan dette kan realiseres. På denne måten unngår man at én person bruker all sin tid på å oppdatere visualiseringsmodellen og at arbeidet må gjøres om igjen ved endringer.

Multiconsult har et stort fokus på implementeringen av BIM i prosjektene sine. For å kunne stille konkurransedyktig i markedets behov etter totalprosjekteringskontrakter kan Multiconsult høste fordeler av å synkronisere den tverrfaglige koordinering til en BIM-modell. Den tradisjonelle organisasjonskulturen har vært at de rådgivende ingeniørene kun har fokusert på å levere sine egne bidrag til modellen uten å se helheten. Med fokus på å

utvikle gjennomføringsmodell for modelleringen vil prosessen rasjonaliseres ved at det etableres en felles faglig forståelse for hvordan BIM-modellen er bygget opp.

### 8.4.2 Strategi som veileder

En strategi kan nedfelles som en veileder. Veilederen kan være så enkel som et overordnet tekst- og styringsdokument for 3D-modellering som gjelder for alle forretningsområder. De respektive forretningsområdene kan igjen tilpasse styringsdokumentet og kople dette til gjeldende gjennomføringsmodeller, se Figur 27. I dette tilfellet blir forretningsområdet Samferdsel & infrastruktur med fokus på et jernbaneprojekt.



Figur 27 Kobling til gjennomføringsmodell (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

### 8.4.3 Verktøybruk Ski stasjon

Det er utviklet en DAK-manual for alle brukere av fagverktøy i prosjekteringen av Ski stasjon. Denne skal gi en oversiktlig veiledning for digital samhandling i prosjektet. Manualen skal gi brukerne nødvendige retningslinjer for å gi oppbyggingen av tegninger og modellfiler et enhetlig utseende og ensartet sammenkjøring. Den gir i tillegg fremgangsmåte for tverrfaglig kontroll. Manualen definerer hvilket verktøy den enkelte skal benytte, se Tabell 17.

Tabell 17 Verktøybruk Ski stasjon

Fag	Verktøy
Anlegg (Rigg)	Civil 3D/AutoCAD
Arkitekt	Revit
Elektro	Revit
Overbygning	Revit
Underbygning	Revit
Konstruksjoner	Revit
Veg og landskapsarkitekt	Revit
Bygg	Revit
Geoteknikk	Revit
VVS	Civil 3D/AutoCAD
Graveskråning, traubunn	Civil 3D/AutoCAD
VA	Civil 3D/AutoCAD
Tverrfaglig kontroll	Navisworks
Visningsmodell	Virtual MAP

## 8.4.4 Visjon

Multiconsult ønsker at Ski stasjon skal gjennomføres som et 3D- prosjekt etter visjonen

*ET prosjekt - EN metode – EN modell*

*ET prosjekt* tilsier at hele prosjektorganisasjonen jobber etter en felles helhetlig metode.

*EN metode* tilsier at det skal tas hensyn til alle fag og at metoden skal benyttes av alle fag. Her er det viktig at valget av programvare velges slik at det oppnås mest mulig integrert prosjektering.

*EN modell* betyr at hvert enkelt fag utarbeider sine egne fagmodeller som kan kunne eksporteres og sammenstilles med fysiske objekter fra eget fag. Fagmodellene skal så kunne kommuniseres:

- Inn i andre fagmodeller.
- Inn i totalmodell for tverrfaglig kontroll og sammenstilling.
- Inn i modeller for visualisering.
- Som grunnlag for generering av tegninger.

Visjonen er nødvendig for å imøtekomme kravene JBV stiller til digitale leveranser.

## 8.4.5 Krav til digitale leveranser

JBV ønsker at alle delprosjekter innen Oslo-Ski skal samkjøre når det gjelder struktur og presentasjon av 3D- arbeider, og at det skal være mulig å samle alle aktørenes modeller i en felles tverrfaglig samkjøringsmodell. I dette arbeidet er det blitt satt sammen en gruppe, i regi av JBV, og representanter fra de ulike rådgivningsgruppene for å utarbeide disse felles rutine. Et slikt samarbeid krever igjen at modellene samarbeider.

Det er et krav til hvert enkelt delprosjekt, som Ski stasjon, å levere egen samordningsmodell og at en komplett 3D- modell skal danne grunnlaget for anleggs- og driftsfasen. Det er derfor meget viktig at Multiconsult i konkurransegrunnlaget eksakt presenterer hva som blir levert av 3D-modeller i anleggsfasen.

Disse kravene tilsier at det er nødvendig med et 3D- fokus i byggeplan og at det må være rutiner for hvem som gjør hva til hvilken tid av 3D- modelleringen. Modelltypene som skal leveres er:

*Samordningsmodell:* Usminket visualisering av prosjekterte data. Feil skal ikke skjules. Oppdateres hver 14. dag. Leveres med som- bygget status etter prosjektslutt.

<i>Resultatmodell:</i>	Ferdig beregnet fagmodell som benyttes til arbeidsgrunnlag i anleggsfasen. Oppdateres fortløpende og leveres i entreprenørens konkurransegrunnlag.
<i>Visningsmodell:</i>	Denne skal kunne visualisere alle resultatmodeller. Tverrfaglig visuell kvalitetskontroll under prosjekteringen. Leveres i entreprenørens konkurransegrunnlag.
<i>Presentasjonsmodell:</i>	Dette er en pyntet visualisering av ferdig prosjekt, 3D- modell med tekstur og omgivelser, for å presentere ferdigsituasjon for alle involverte.
<i>Kildemodell:</i>	Prosjekteringsverktøyets originaldata for arkivering og faglig kvalitetssikring.

Disse modellene kan sees i sammenheng med kravene fra nye håndbok 138, der SVV stiller krav til ulike typer modeller, jfr. vedlegg 8.

#### 8.4.6 Verktøystrategi Ski stasjon

I dette prosjektet er det stort fokus på BIM da JBV krever digitale leveranser i tillegg til at Multiconsult har utviklet en egen DAK- manual. Kravet til digitale leveranser definerer hva som skal leveres, mens DAK- manualen beskriver hvordan struktur, utseende og oppbyggingen av filene skal være, altså en digital samhandling.

Prosjektet trenger så føringer som trekker inn avhengigheter, tidspunkter og detaljeringsgrad i forhold til de ulike stegene i byggeplan. Følgende punkter er et forslag til hvordan denne prosessen kan organiseres for å følge opp en verktøystrategi:

- Møtestruktur
  - Kravdokumenter og håndbøker
- Detaljeringsgrad
- Fagvis beskrivelse
- Grensesnittsplan

##### 8.4.6.1 Møtestruktur

Ved at det legges opp til *hovedmøte* hver 14. dag kan det følges opp hvor prosessen er i forhold til planen. Disse møtene må involvere de som modellerer og representanter fra JBV eller andre interessenter som påvirkes av den delen av prosjektet som diskuteres. Da samordningsmodellen skal oppdateres hver 14. dag, kan møtet koordineres med oppdateringen av modellen.

I strategien må det defineres hvilke kravdokumenter som ligger til grunn for utarbeidelse av modellen, eksempelvis håndbok 138 og JBVs krav til digitale leveranser, dette må tas med som tematikk på møtene samt som krav i gjennomføringsmodellen.

Rutiner på kollisjonskontroll kan innarbeides slik at det gjennomføres kontroller ukentlig for å unngå omprosjekteringer. Slik som for VDC, se kapittel 5.3.2, kan modelleringsteamet med

fordel sitte sammen i gruppe og modellere sammen eller gå gjennom ukens arbeider. Forståelsen, kompetansen og interessen for 3D- modellen kan på denne måten øke slik at resultatet med større sannsynlighet møter kravene til oppdragsgiver. Tabell 18 er et forslag til hvordan en to-ukers periode kan struktureres for å opprettholde oppfølgingen av modellen.

Tabell 18 Møtestruktur

	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	fredag
Uke 1	Hovedmøte/BIM forum	Fagmøte		Tverrfaglig kontroll	
Uke 2		Fagmøte etter behov			Oppsummeringsmøte periode

#### 8.4.6.2 Detaljeringsgrad

I forbindelse med møtene kan det være en fordel i planleggingsfasen av byggeplan å komme fram til en planlagt detaljeringsgrad på modellene i de ulike stegene. I enkelte konstruksjoner eller fag kan det være objekter man vet hvordan kommer til å se ut, slik at detaljeringsgraden kan bli høy tidlig i prosessen. De fleste objekter er derimot tilknyttet andre fag slik at endringer kan påvirke det respektive objekt. Det kan da være nyttig å bli enig om en detaljeringsgrad i forhold til ferdig modell.

En måte å definere dette på er som prosent av ferdig modell, se Tabell 19.

Tabell 19 Detaljeringsgrad

Grunnlagsdata	Optimalisering	Koordinering	Foreløpig byggeplan	Endelig byggeplan	Tilbudsgrunnlag	Arb-tegn.
20 %	40 %	60 %	80 %	95 %	100 %	100 %

En slik beskrivelse gir et noe overordnet detaljeringsnivå som avgjøres på skjønn av det enkelte fag som utarbeider modellene. En annen måte er å bruke et begrepsapparat som eksempelvis LOD – Level Of Detail, som definerer hvordan objektene skal detaljeres i forskjellige nivåer. Denne detaljeringen kan tilpasses fra prosjekt til prosjekt. Man kan for eksempel definere detaljeringsnivået etter hvor nært øyet er fra objektet, se Tabell 20.

Tabell 20 LOD (Wik, 2012)

Nivå	Beskrivelse
LOD 0	Regionalt, hele prosjektområdet sett ovenfra.
LOD 1	By/regionalt: bygningene er tegnet som kuber.
LOD 2	Mer detaljerte bygninger, med viktige teksturer og vegetasjon.

<b>LOD 3</b>	Tak, teksturer og vegetasjon. Ikke mer feil enn 0,5 meter avvik på plassering av objekter.
<b>LOD 4</b>	Detaljert innvendig, ARK modell.

I en slik tilnærming er det definert hvilket nivå modellen skal ligge på. Detaljeringen og antall nivåer kan tilpasses det enkelte prosjekt, som eksempelvis de ulike stegene i Ski stasjon.

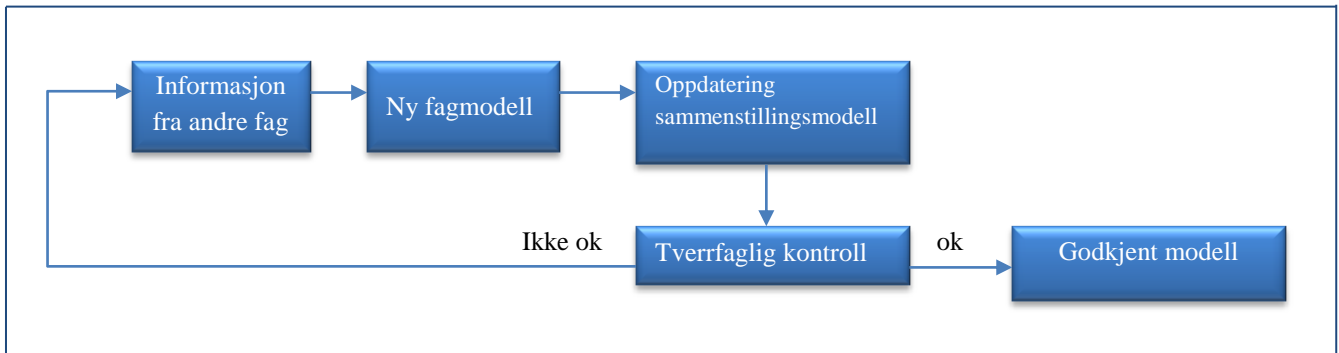
#### 8.4.6.3 Fagvis beskrivelse

I forbindelse med den fagvise beskrivelsen kan det være formålstjenlig å definere leveransene med tilhørende detaljeringsnivå som de ulike fagene skal levere. På denne måten får man en oversikt over alt av konkrete 3D- objekter som skal leveres til de ulike BIM modellene. Altså hva som skal leveres, til hvilket tidspunkt, i hvilket steg og fra hvilket fag. Leveransen blir da ikke kun «3D-modell» men spesifisert *hva* i 3D-modellen som leveres, se Figur 28.

Fag	Geoteknikk
Steg	Foreløpig byggeplan
Leveranse	3D-modeller for berørte områder med utgravingsnivåer og tilbakefyllinger, spunt, hva man må ta hensyn til
Dato	dd.mm.yyyy
Rev	
Detaljeringsgrad	% / LoD
Grensesnitt	Avhengige fag, aktører
Grunnlagsdata/krav	Håndbok/teknisk regelverk etc.
Modelltype	Hvilken modelltype som utarbeides

Figur 28 Spesifisert leveranse BIM (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

En slik oversikt kan være praktisk å koble direkte inn i gjennomføringsmodellen når denne utarbeides elektronisk. Det kan da være en egen oversikt over 3D- leveranser for de ulike fag og totalt prosjekt. Det kan også med fordel produseres flytdiagram for nye 3D- modeller, se Figur 29 av en udetaljert prinsippskisse som viser gangen på et overordnet plan.



Figur 29 Flyttdiagram ny fagmodell (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

#### 8.4.6.4 Grensesnittsplan

I presentasjonen av gjennomføringsmodellen i kapittel 8.3.4 omtalte jeg en grensesnittsplan som utslagsgivende på effektiviteten av byggeplan. Det ble presisert at en enkel oversikt over hva den enkelte disiplin trenger av informasjon fra de andre disiplinene for å avklare leveransepakken i hvert steg, tydeliggjør leveransene mellom fagene. Denne tankegangen gjelder også den digitale prosjekteringen, modelleringen. Grunnet JBV's krav til digitale leveranser og Multiconsults mål om å bli gode på BIM gjøres de fleste av leveransene i 3D.

Det kan derfor med fordel settes opp et grensesnittkart over hva den enkelte digitale leveranse trenger av informasjon og modellerte objekter for å levere det gitte detaljeringsnivå. Det kan her føres opp frister, hvilken type informasjon, til hvilket formål, etc., se Figur 30.

Fase							
Steg							
Fag	Geoteknikk						
	Leveranser	Grensesnitt	Informasjon	Detaljeringsnivå	Frister	Tverrfaglig kontroll	Samordningsmodell
	Leveranse 1				10.sep	12.sep	15.sep
		Fag 1	Info 1	LOD 1	15.aug		
		Fag 2	Info 2	LOD 1	25.aug		
		Fag 3	Info 3	LOD 1	05.sep		
	Leveranse 2				15.okt	17.okt	20.okt
		Fag 1	Info 1	LOD 0	10.okt		
		Fag 2	Info 2	LOD 0	12.okt		
	Leveranse n	Fag n	Info n	LOD n	Dato n	dato n	dato n
		Fag n	Info n	LOD n	Dato n		

Figur 30 Leveranser med grensesnitt (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

#### 8.4.7 Konklusjon verktøystrategi

En verktøystrategi vil sannsynligvis skape mer klarhet i modelleringsprosessen og koordineringen av ulike modeller og tegninger. Det er av betydning å gjøre strategien så enkel at alle forstår formålet med den og er med på progresjonen. Strategien kan oppsummeres gjennom følgende punkter:

- Møtestruktur som sikrer tilstrekkelig 3D- oppfølging og forståelse for modellens oppbygging.



- Enighet og felles forståelse for detaljeringsgraden av modellen. Dette hindrer at en enkelt endring fører til omfattende endringer andre steder i modellen, dersom detaljeringsgraden er ulik.
- Enkel oversikt over fagvise bidrag til modellen, slik at det ikke er tvil om hva den enkelte skal levere.
- Strukturert oversikt/flytdiagrammer på avhengigheter mellom grensesnitt i de forskjellige leveransene.
- Strukturert modellering gjennom å anvende prosjektets DAK-manual, kravene til digitale leveranser og andre regelverk/standarder/håndbøker.

Strategien må gjennomgås i god tid før oppstart byggeplan slik at hele prosjektorganisasjonen vet hva den går ut på og hvordan arbeidet med verktøy og modeller skal foregå. Er dette godt innarbeidet vil man skape raskere reaksjonstid på forespørsler ved at alle vet hvem de skal gå til.

## 8.5 Framdriftsplaner tilknyttet modellen

For å bidra til en mer effektiv prosjekteringsprosess er det også ønskelig å bruke gjennomføringsmodellen til å produsere effektive fremdriftsplaner for jernbaneprosjekter. En av masteroppgavens leveranser går ut på å utvikle en gjennomføringsmodell og se hvordan man kan lage effektive planer ut fra denne. Gjennom å betrakte modellen kan man ved å se på avhengigheter lettere forstå hvilke disipliner som er avhengige av hverandre for å få levert et sluttprodukt til riktig leveransetidspunkt.

En fremdriftsplan utarbeides, som nevnt i kapittel 5.1.5, stegvis (Carnlöf, 2010):

1. Hvilke hovedaktiviteter består prosjektet av.
2. Dele inn i underaktiviteter.
3. Tilpasse aktivitetenes varighet og overlappinger.
4. Dele opp byggeplass/prosjekt i nødvendige deler.
5. Se hvilke ressurser man har.

Ved å lage en gjennomføringsmodell for Ski stasjon går man inn i en tidlig dialog med de forskjellige utøverne av prosjektets aktiviteter. Involvering av de som faktisk skal utføre aktivitetene er nyttig for å oppnå realistiske fremdriftsplaner. Det er gjennomført samtaler med personer fra de enkelte fagene i Ski stasjon og kartlagt det de på dette tidspunkt, våren 2012, mener er deres faglige bidrag til byggeplanen. Dette er en tilnærming til Last Planner System, der de som skal gjøre jobben er med på å forme planene. Slik får man kommunikasjon gjennom hele prosjektorganisasjonen, fra de som sitter og modellerer helt opp til oppdragsleder og Multiconsults interne styringsgruppe.

Multiconsult lager fremdriftsplaner og følger opp pågående prosjekter med et program, «ISY Prosjekt Plan». Dette er et brukervennlig verktøy som brukes til å planlegge og følge opp fremdrift, timer, kostnader og ressurser i alle slags prosjekter. Fordelen med ISY Prosjekt Plan er at det er et fleksibelt verktøy som enkelt kan konfigureres til å tilpasses ulike prosjekter i ulike forretningsprofiler. Med en slik fleksibilitet kan man bruke informasjonen

sanket inn under planleggingen av en fase og anbringe direkte inn i programmet. Last Planner tilnærmingen blir her fremgangsmåten for å lage mest mulig troverdige planer for prosjektet.

Visjonen er å kunne knytte ISY Prosjekt Plan opp mot den databaseløsningen som er tenkt utviklet for prosjektet. Man får da koblet fremdriftsplanen direkte inn i gjennomføringsmodellen slik at alt av informasjon og dimensjoner i prosjektet er knyttet sammen.

## 9. DATABASELØSNING

*Dette kapitlet presenterer hensikten med å transformere gjennomføringsmodellen til et elektronisk og klikk-basert system til bruk i prosjektene. Denne leveransen skal kun kommenteres, da det underveis har vist seg å ikke foreligge ressurser til den fysiske utviklingen. Jeg har heller ikke vært i permanent umiddelbar nærhet av programutviklerne til Multiconsult.*

### 9.1 Bakgrunn

Det er ønskelig å se på hvordan gjennomføringsmodellen kan transformeres til en database, eller et program, som kan fungere som et operativt verktøy for styring og gjennomføring av prosjekteringsprosessen. Formålet med et slikt program er at hele prosjektet med faser, sjekklister, avhengigheter, statuser og planer kan visualiseres elektronisk for alle deltagerne i prosjektet. Det blir også lettere å forklare kunden og andre interessenter hvor langt man har kommet i prosessen. Spesielt for oppdragsleder blir det lettere å kontrollere på prosjektet.

### 9.2 Utvikling av databasesystem

I utgangspunktet skulle det, sammen med en programutvikler, utvikles et slikt system i slutfasen av masteroppgaveperioden. Det viste seg derimot at nøkkelpersonen skulle ut i permisjon, slik at det ikke var ressurser tilstede for å bistå utviklingen. Etter noen møter med vedkommende ble det konkludert med at systemet ville bli best dersom det utvikles som en selvstendig webløsning integrert i Livelink. Livelink er Multiconsults interne system for håndtering av elektroniske dokumenter.

#### 9.2.1 Brukergrensesnitt

Når man starter opp et nytt oppdrag er det oppdragslederen som sammen med relevante representanter for prosjektstyring eller kunde, setter i gang systemet. Innledningsvis velges oppdragsnummer, tittel, hvilken fase prosjektet skal være i og hvilke steg som inngår. Her velges i tillegg hvilke fag som skal inngå i prosjektet. Det bygges opp som et mest mulig brukervennlig system der brukerne kan klikke seg fram og tilbake i programmet. Hver funksjon er tilknyttet en hjelpetekstboks som forklarer hvordan man skal gå fram. Etter å ha satt opp et nytt prosjekt velges det sjekklister for prosjektet.

#### 9.2.2 Sjekklister

Det eksisterende rammeverket for veg består av et nivå med utsjekkspunkter for kontrollobjektene, altså sjekklister. Intervjurunden ga også uttrykk for et ønske om et felles sjekklistesystem i prosjektet. For denne databasens utvikling ville det følgelig vært en fordel om man på forhånd av en fase eller et prosjekt kunne ha huket ut de relevante kontrollobjektene, for så å hente ut og prosjektilpasse sjekklister. Man velger da fra en eksisterende database med sjekklister fra alle fag i Multiconsult. Det er her en forutsetning at hvert fag har meldt inn alle tenkelige kontrollobjekter som er utformet med alle sjekkpunkter

tilknyttet kontrollobjektet. På denne måten kan sjekklisten tilpasses hvert prosjekt ved at man fjerner irrelevante punkter.

I tilknytning til dette vil databasen kunne utføre sjekkpunkter om igjen ved å navngi revideringene. Man kan gå tilbake i prosjektet og se hvilke endringer som er gjort med det gitte kontrollobjektet, se Figur 31.

Systemet vil også kunne fungere som et kvalitetskontrollprogram ved at man skal kunne krysse av om det er gjennomført egenkontroll (EK) og sidemannskontroll (SK). Det verifiseres med dette at man på en ryddig måte har svart til kravene i kontrakten.

Disiplin/Fag	Veg					
Kontrollobjekt	Skilt & Oppmerking					
Utsjekkspunkter		Status	Utsjekk	Revisjon	EK	SK
	Er planen utarbeidet i hht. skiltnormalene?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Er riktig skiltstørrelse (SS/MS/LS) brukt?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Er skiltnummerne korrekt?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Er plassering av skiltfundamenter i hht. Normalene?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Er vegoppmerkingen i hht. normalene?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Er evt. koordinater for fundamenter kontrollert?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tverrfaglig kontroll mot F-, GH-, IN-, K- og O-tegninger	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	TABELL	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Er skiltnr. og størrelse i henhold til normalen?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Er antall og type skilt i henhold til planen?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Er oppmergingsliste i henhold til normalen?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Er oppmergingsliste i henhold til planen?	Sn	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figur 31 Sjekkliste (Høifors, illustrasjon masteroppgave)

### 9.2.3 Status

Systemet må illustrere modenheten på prosjekteringsgrunnlaget. Det innføres da en statussetting av kontrollobjektene. Statussettingen er illustrert i kapittel 8.3.3 og gir hvert enkelt kontrollobjekt en status for hvor langt det er kommet. Dette sees opp mot forventet status i det gitte steg som er planlagt før prosjektstart. Hvert enkelt utsjekkspunkt i tilhørende sjekklister tildeles også en status.

### 9.2.4 Grensesnitt

De ulike fagene får ved et slikt system en god oversikt over hva de forskjellige fagene skal gjennomføre av aktiviteter. Det må for spesielle leveranser og kontrollobjekter legges opp til at en sjekkliste kan tilknyttes andre fag som skal levere for at punktet kan sjekkes ut, jfr. punkt Figur 26. For hver liste tillegges en dato for utsjekk. Dersom et tilhørende fag ikke leverer informasjon i tide kan programmet automatisk sende ut en notifikasjon i form av epost eller SMS til den gjeldende disiplin og/eller oppdragsgiver. Det blir på denne måten lettere å se til at alle punktene sjekkes ut på tvers av fagene, og at alle fagene får forståelse for andre fags frister og aktiviteter.

### 9.2.5 Fra fag til sjekklister

Etter å ha gjennomført møter med de ulike fagene må det videre lages sjekklister for de enkelte kontrollobjektene. Punktene må være av såpass detaljeringsgrad at de gir verdi til alle involverte. Samtidig kan ikke et kontrollobjekt bestå av for mange punkter slik at utsjekken blir uoversiktlig. Utfordringen blir å finne det rette detaljeringsnivå for kontrollobjektene for Ski stasjon, fase byggeplan. Dette må igjen gjøres i samråd med de som skal gjennomføre aktivitetene, Last Planner.

Sjekklisterne må være utformet slik at de blir et hjelpemiddel for disiplinlederen å holde kontroll på egne oppgaver, så vel som et kommunikasjonsverktøy mot byggherren slik at det er felles enighet om hvor prosjektet er i planen.

## 9.3 Konklusjon database

Prosjektgjennomføring blir mer og mer digitalt, så en elektronisk oversikt over all informasjon i prosjektet kommer til å bli en fordel for Multiconsult. Et slikt system vil gi følgende fordeler:

- Verifiseringssystem for alle ytelser for alle fag.
- Enkel oversikt for oppdragsleder og prosjektstyringsstøtte.
- Kommunikasjonsverktøy for byggherre slik at man før prosjektstart kan diskutere prosjektets oppsett, frister og leveranser.
- Godt prosjektoppfølgingsverktøy.
- Felles forståelse for alle fag hva samtlige fag skal levere i de forskjellige fasene og stegene.



## 10. DISKUSJON

*I denne delen skal erfaringene fra casearbeidet drøftes med reflektert stolthet. Jeg skal med andre ord drøfte mine egne erfaringer fra Ski stasjon og arbeidet med verktøystrategien. I denne diskusjonen vil jeg se på hvordan gjennomføringsmodellen kan implementeres i organisasjonen og hvordan den bidrar til en effektivisert prosjektering av jernbaneoppdrag som Ski stasjon. Til slutt omtales effektiviteten i det generelle jernbaneprosjekt.*

### 10.1 Implementering av gjennomføringsmodell

Multiconsult er et stort, etablert og voksende konsern, noe som byr på utfordringer ved å implementere et overordnet rammeverk som en gjennomføringsmodell (Konsernoppdrag, 2011). Implementering av nye systemer kan by på følgende utfordringer:

- Multiconsult består av flere forretningsområder.
- Områdene opererer med ulike begrepsapparater og bedriftskulturer.
- Det er et stort spenn på oppdragene i størrelse.
- Multiconsult arbeider i flere regioner, der regionene også har kulturforskjeller.
- Det er vanskelig å standardisere prosjektering.
- Ingen prosjekter er like.

Disse utfordringene er styrende i arbeidet med å utvikle generiske modeller. Det er viktig å tenke på at modellene ikke bare er ment for å skape klarhet i organisasjonen, men også for å utvikle personellet og deres kompetanse. Implementeringen av en slik modell gir som nevnt i kapittel 4.1.1 flere fordeler (Haanes, et al., 2004):

- Økt helhetlig forståelse for prosjektets faser og tilknyttede oppgaver.
- Standardisert planlegging og klar struktur for prosjektarbeidet.
- Veileder gjennom prosjektets gang.
- Prosjektdeltagere får en helhetlig forståelse på hvor de er i prosessen.
- Strukturert beslutningsprosess som gir nødvendige beslutninger på riktig grunnlag og til rett tid.
- Klarhet i de forskjellige beslutningenes innhold, som skal legge grunnlag for neste fase i prosjektet.

Punktene over er alle svært gode argumenter for å igangsette interne ressurser for å utvikle gode gjennomføringsmodeller. Fordelene må sees opp mot utfordringene for å ha logiske angrepspunkter for utviklingen.

For å besvare implementeringen refereres det til forskningsspørsmålet om implementering av modellen, jfr. kapittel 1.4. Dette er gjort ved å identifisere flere tiltak for å sørge for at gjennomføringsmodellen kan implementeres.

### 10.1.1 Gjøre modellen generisk

En gjennomføringsmodell kan ikke uten videre planlegges sammen med JBV som et utviklingsprosjekt som medfører bedre samarbeid i framtidige prosjekter. JBV er en offentlig aktør og slike utviklingsprosjekter må ut på offentlig anbud/etc. før de gjennomføres. Det er derfor viktig å gå sammen med JBV i et allerede ervervet prosjekt og bruke tid på å *selge inn* og prosjekttilpasse utgangspunkt- modellen. Det er utslagsgivende at JBV kommer med sine synspunkter og at det gis rom for å tilpasse JBV's styringssystem, da JBV er en viktig kunde for Multiconsult. En kan selge inn modellen til en spenstig prosjektleder i JBV. Modellen vil på denne måten gjøres mer generisk. Modellen vil aldri kunne brukes helt isolert og uten tilpasninger til et prosjekt da ethvert prosjekt er unikt.

Et slikt arbeid foregår i dag med Ski stasjon gjennom arbeidet med masteroppgaven. Kjernegruppen har hatt møter med kunden, JBV for å gjennomgå arbeidet som er gjort hittil, og hva som skal gjøres for å skape troverdighet til modellen.

Det kan koste ressurser i form av tid og penger å eksperimentere med en slik modell, men man må ha i bakhodet at man må miste litt fotfeste for å klare å utvikle forbedringspotensialet i prosjektgjennomføringen i Multiconsult. Dersom man tør bruke modellen i flere kommende prosjekter, vil man med beste- praksis nyte fordeler av erfaringer som ved erfaringstilbakeføring forbedrer modellen til neste prosjekt. Det kan ta mange år før en modell vil virke inn på sluttproduktets resultater, men når modellen først blir etablert, vil det tilegne Multiconsult fordeler som konkurransefortrinn, intern effektivitet og motivert personell. Nye generasjoner med sivilingeniører er vant med og dyktige på dataverktøy, innehar stor teknologisk innsikt og vil med dette kunne videreutvikle modellen.

### 10.1.2 Opplysning om modellen

Multiconsult har et forum der det omtrent ukentlig presenteres tema som er viktige for organisasjonen. Det kan gjelde alt fra organisasjonsendringer til et spesifikt prosjekt som har gått bra. For at gjennomføringsmodellen skal få gjennomslag hos de ulike forretningsområdene må det skapes diskusjon og opplysning om modellen. Etter at Ski stasjon er ferdig kan det presenteres hvordan arbeidet har blitt gjennomført, fordeler og ulemper ved arbeidet og hva en i ettertid kunne ha blitt gjort annerledes.

Formidling og god presentasjon av modellen er et meget viktig punkt for at det skal få gjennomslag og ikke være ulønnsomt arbeid. En må ha i bakhodet at mange lider av «siste-prosjekt-syndrom», altså at de vil gjennomføre prosjektene slik de alltid har gjort det for å slippe forandringer. Det er viktig å opplyse om at en slik modell vil høste fordeler både for intern organisering, koordinering og prosjektgjennomføring slik at oppdragsansvarlige vil ta i bruk modellen. Det kan blant annet opplyses om at mange firmaer opererer med velfungerende gjennomføringsmodeller, jfr. kapittel 4.2, og de blir mer troverdige ettersom hvor ofte de benyttes og erfaringer tilfører modellen nye elementer og tilpasninger.



### 10.1.3 Standardisering av prosjekteringsprosesser

Det eksisterer per i dag ingen formelle krav eller retningslinjer for hvordan Multiconsults viktigste arbeidsprosesser utføres, altså de tekniske prosjekterings- og rådgivende prosessene. En følge av dette er at samtlige oppdrag utføres forskjellig avhengig av hvem som styrer oppdraget. Det kommer her fram at det er mye å hente på å lage felles rammeverk på hvordan disse prosessene bør utføres. En slik standardisering vil effektivisere prosessene og lette kommunikasjon, koordinering og kontroll på alle nivåer i selskapet.

En kan eksempelvis standardisere prosessene ved å utvikle en database med sjekklister for samtlige faglige kontrollobjekter, jfr. punkt 9.2.2. Det blir da klart hva som skal gjøres i prosessen, omtrentlig varighet på aktivitetene og eventuelle avhengigheter til andre fag i tillegg til at koordineringen forenkles og troverdige framdriftsplaner skapes.

## 10.2 Forbedringspotensial Ski stasjon

Det har vært en viktig forutsetning å finne ut hvordan jernbaneprosjekteringen foregår for å belyse svakheter og i hvilken grad det eksisterer forbedringspotensial. I følge forskningsspørsmål 3 skal jeg utrede informasjon om hva som er effektivt og ineffektivt ved prosjektering av jernbane eksternt og internt hos Multiconsult.

Etter å ha vært med på møter og ha jobbet med materialet fra Ski stasjon dette halvåret har jeg gjort meg noen tanker om hvordan gjennomføringsmodellen og verktøystrategien kan effektivisere prosjektfasen byggeplan.

### 10.2.1 Faseoverganger

Et prosjekt består av flere faser. Det er en viktig forutsetning at entreprenør, kunde og prosjekterende kommuniserer godt gjennom hele prosjektprosessen fra tidligfase til ferdigstillelse. I en faseovergang er det som oftest inn- og utfasing av ressurser. Ressursene bør komme tidlig nok inn i prosjektfasen til å se sammenhenger og forstå prosjektet. Et eksempel for Ski stasjon kan være at en byggeleder fra JBV kommer inn i prosjektet ved første spadetak. Byggelederen vet ikke da nok om prosjekthistorikken og aktørene til å gjøre prosjektet så effektivt som det kunne ha blitt dersom rollen ble bragt inn tidligere. Poenget er at hele PO og alle involverte bør kunne hele prosessen godt, og ikke bare fasen de er ansvarlig for. Jeg sikter her til at hele PO må inneha den helhetlige forståelsen for det som prosjekteres, altså produktet. Igjen må det være omforent begrepsapparat innad i organisasjonen og enighet om gjennomføringen av prosessen.

### 10.2.2 Informasjonsutveksling

Flere av mine intervjuobjekter har ytret at kommunikasjonen med kunden ikke har vært tilstrekkelig. JBV kan til tider fremtre med lite kunnskap om prosjekteringsprosessen og hva Multiconsult og entreprenør trenger av informasjon. Dette kan forbedres ved å gå gjennom med JBV hva som faktisk skal prosjekteres, omtrentlig tidsbehov for de enkelte aktiviteter og hva de trenger av informasjon fra JBV for å klare fristen. All slik informasjon implementeres

så inn i gjennomføringsmodellen med frister og informasjonsbehov slik at det er svart på hvitt hvordan informasjonsutvekslingen skal foregå.

Et eksempel på dette fra Ski stasjon er revisjonen av sporplaner. En sporplan er en beskrivelse av sporets trasé og geometri. En endret sporplan gir endringer i de fleste aspekter av prosjektet. JBV kom uanmeldt med endret sporplan etter høstferien 2011. Etter å ha jobbet med samme sporplanen siden 2001 syns mange i prosjektorganisasjonen det var uprofesjonelt gjort av JBV å plutselig komme med en ny sporplan. Ut i fra dette må det under bestemmelsene for informasjonsutveksling avtales klare rutiner og oppfølging for endringshåndteringen i prosjektet.

For byggeplan bør Multiconsult hjelpe JBV med å få låst sporplanen så tidlig som mulig, helst i detaljplanen. Den må være eksakt før byggeplan, som er en videre detaljering av detaljplanen. I denne sammenheng må Multiconsult gi JBV input om alt som skal inn i prosjektet, så det ikke kommer flere større endringer. Det å hjelpe JBV med å ta tidlige beslutninger forebygger endringer i prosjektet.

### 10.2.3 Oppstartsmøte

Det kan med stor fordel arrangeres en oppstartsfase før prosjektet planlegges i gjennomføringsmodellen. Oppdragsleder går da gjennom alt av informasjon/grunnlagsdata med kunden og andre relevante interessenter. Det kan i denne fasen legges føringer for hvordan oppdragsleder skal sette opp prosjektet i det elektroniske systemet som representerer gjennomføringsmodellen. Kunden får her muligheten til å tilpasse modellen slik at begge parter blir fornøyde. Det er meget viktig at det finnes fryskarakteristikker, altså hva som må bli ferdig i de forskjellige milepælene, som må defineres i en plan. Det diskuteres hva som skal gjøres i hvilken rekkefølge og hva som blir avhengige aktiviteter. Dette er viktig for å få riktig informasjon fra riktig part og til rett tid. Denne prosessen kan med fordel følges opp underveis i prosessen for å se til at alt går som planlagt fra begge parter.

### 10.2.4 Konstruksjonsgjennomganger

Et virkemiddel som «Design Reviews» eller konstruksjonsgjennomganger brukes allerede i Ski stasjon. Et slikt virkemiddel burde ha en fast post i byggeplan for å forebygge feil. De ulike disiplinene kan gjerne sitte sammen en halv dag og gå gjennom en viktig konstruksjon. Dette er viktig for konstruksjoner som berører mange grensesnitt og interessenter. Det presenteres her hva det enkelte fag har gjort i inneværende periode, hva de trenger av de forskjellige disiplinene den neste perioden og risikoen for ikke å få nødvendig informasjon i tide. I kapittel 8.4.6.1 presenterte jeg en to-ukers periode der tverrfaglig kontroll var et fast punkt på agendaen hver 14. dag. Dette kan utvides til hver uke eller en halv dag annenhver uke for tilstrekkelig å få gått gjennom det prosjekterte materialet.

En slik tilnærming må implementeres i verktøystrategien slik at alle 3D- modeller regelmessig kan gjennomgå tverrfaglig kontroll og konstruksjonsgjennomgang. Gjennomgangen kan med fordel gjennomgås på storskjerm i en 3D-modell, slik som i VDC, se kapittel 5.3.2.

### 10.2.5 Grensesnittsprogram

I forhold til grensesnittplan, som er mellom de utøvende aktørene internt i PO, vil et grensesnittprogram også gjøre prosjektet mer effektivt. Dette betyr i denne sammenheng en plan på hvilke interessenter som berøres av prosjektet. I tillegg til en interessentanalyse er dette en plan på hvordan man informerer de enkelte interessentene om frister på når de kan komme med innspill til deler av prosjektet. Dette kan gjelde Ski kommune, private naboer, SVV og bedrifter i området. Utredningen og informasjonen må utgis før prosjektet starter slik at innspillene ikke kommer for sent.

### 10.2.6 Internkoordinering

Gjennomføringsmodellen er først og fremst utviklet for å gi bedre internkoordinering og -organisering. I et prosjekt som Ski stasjon skjer det mange endringer og ressursbytter internt så den interne koordineringen er derfor av stor betydning. Prosjektet vil med en gjennomføringsmodell inneha klare roller i de forskjellige fagene, oversikt over hva de enkelte fagene skal levere, frister på leveransene og i hvilken rekkefølge. Jeg vil illustrere dette med å igjen trekke fram følgende figur. Denne oppfatningen oppsummerer hvilke interne fordeler en gjennomføringsmodell gir.



### 10.2.7 Verktøystrategi

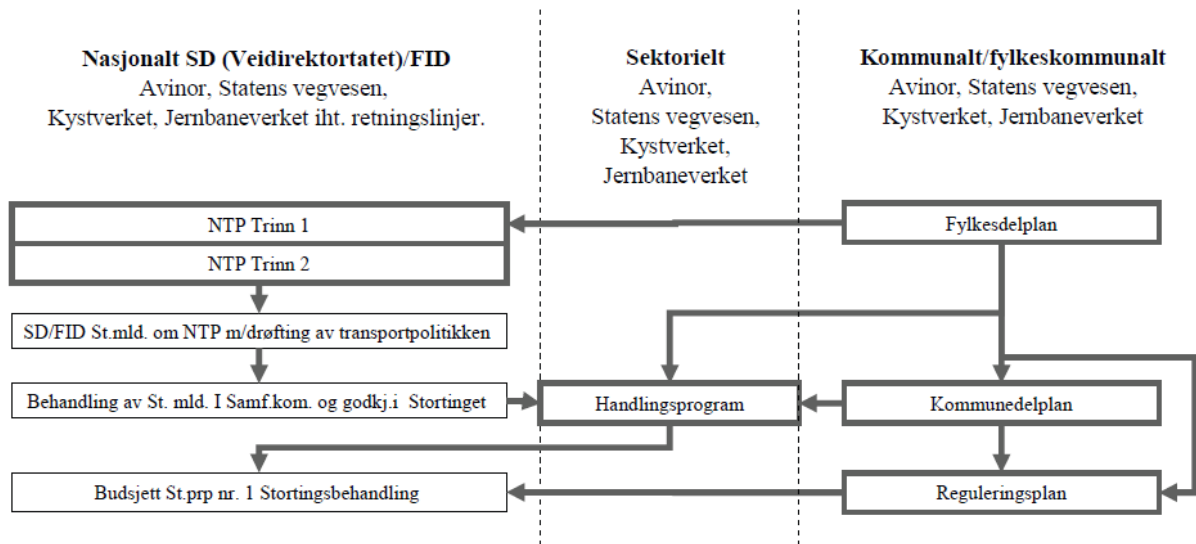
I kapittel 8.4.7 konkluderes det med hvilke fordeler en godt utarbeidet verktøystrategi tilfører Ski stasjon. For å oppsummere dette kort kan etablerte rutiner for verktøybruk klarne opp i eventuell forvirring om hva som skal modelleres, av hvem, til hvilket tidspunkt og i hvilken detaljeringsgrad, se Figur 28. Det er viktig å merke seg at det ikke er tilstrekkelig å produsere en strategi, prosessen er levende og må i likhet med en fremdriftsplan *følges opp*.

## 10.3 Ineffektivitet i et generelt jernbaneprosjekt

I tillegg til intern effektivitet er det mye som kan gjøres for at jernbaneprosjekter generelt kan gjøres mer effektive. Etter å ha gjennomført litteraturstudium om jernbaneprosjekter, jfr. kapittel 6, har jeg konkludert med at hovedproblematikken med generelle jernbaneprosjekter er *initiering* og *finansiering*.

### 10.3.1 Initiering

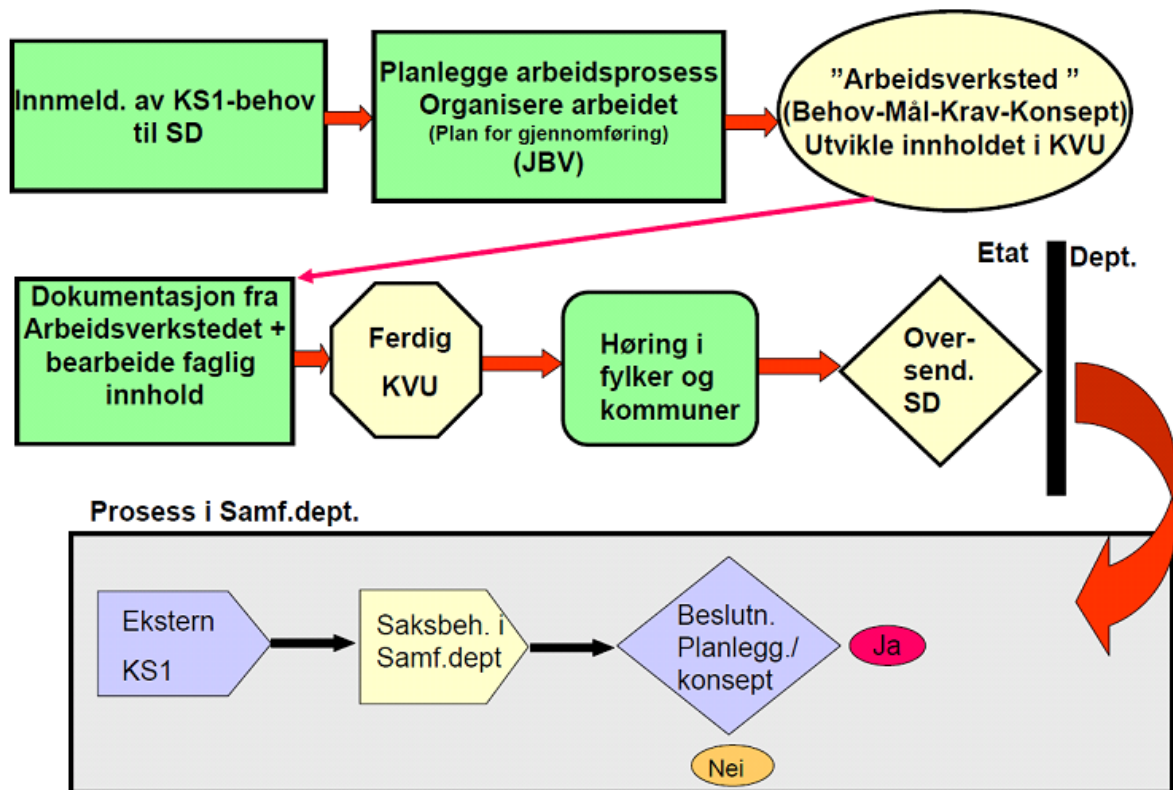
Fra et behov oppstår til spaden settes i jorda kan planleggingstiden fort bli opptil 15 år, noe som er altfor lenge dersom man skal møte den økende etterspørselen etter infrastruktur. Dette kan skyldes dagens praksis for gjennomføring av store statlige investeringsprosjekter som er en omfattende beslutningsprosess. En slik prosess for samferdselsprosjekter er illustrert i Figur 32 (Solheim, et al., 2005).



Figur 32 Beslutningsprosess samferdsel (Solheim, et al., 2005)

Ut i fra figuren ser man at beslutningsprosessen prinsipielt er delt i to hovedkorridorer; Kommunalt/fylkeskommunalt arealplanlegging og nasjonalt gjennom nasjonal transportplan. Statlige samferdselsprosjekter blir initiert av politikere, sentrale samferdsels-myndigheter, kommuner og fylkeskommuner, brukerne, SVV og JBV. Et stort problem er at det kanskje ikke stilles noe krav til definisjon av problemstilling og behov tidlig i prosessen. I utredningsfasen stilles det heller ingen krav til effektmål og det eksisterer ingen krav til oppfølging videre i prosjektet av effektmålene som er selve gevinstrealiseringen. Effektmål er i et brukerperspektiv det viktigste målet, altså et mål for den direkte effekten av tiltaket.

Før prosjektoppstart krever JBV utredning av nullalternativet, altså slik situasjonen er i dag, og evaluering og dokumentasjon om tilhørende prosjektalternativer. Det foreligger i dette tilfellet ingen klare og entydige evalueringskriterier for løsnings- og konseptvalg. Konseptvurderingsutredningen foregår stegvis slik Figur 33 viser.



Figur 33 KVV- prosessen (Solheim, et al., 2005)

Forskningsprogrammet CONCEPT har gjennomført en studie vedrørende dagens praksis med konseptutvikling i statlige investeringsprosjekter. Denne studien belyste følgende svakheter (Solheim, et al., 2005):

- ✚ *Manglende helhetstenkning hos prosjekteier, noe som gjenspeiles ved at det strategiske perspektivet i prosjektene ofte er mangelfullt.*
- ✚ *Det er mangelfull politisk forankring av konseptvalg.*
- ✚ *Kostnadsoptimalisering begrenser seg ofte til å minimalisere investeringskostnaden.*
- ✚ *Generelt søkes det ikke bredt nok etter alternative konsepter.*
- ✚ *Nullalternativet blir i liten grad utredet og tatt med i vurderingene.*
- ✚ *Det er mangelfull dokumentasjon både av underlaget for konseptvalg og de ulike alternativene som blir vurdert.*
- ✚ *Planer for realisering av gevinstene er fraværende eller mangelfulle.*

Et konsept er viktig i denne sammenhengen da det gir føringer for videre arbeid med prosjektet. Er et konsept dårlig utarbeidet kan det føre til at konseptutredningen foregår samtidig med prosjekteringen. Dette er uheldig da det da ikke eksisterer et klart rammeverk og en helhetlig forståelse for hva som skal inngå i det ferdige produktet. Store prosjekter er sammensatt av flere bedrifter og berører mange interessenter. Dersom et klart konsept ikke foreligger fra prosjektstart blir det vanskelig å holde styr på alle grensesnitt og sørge for at

alle parter får uttrykt sin mening og blir hørt i tide. Det blir i en slik situasjon meget viktig med solid endringshåndtering.

### 10.3.2 Finansiering

I siste Nasjonale Transportplan sto det at Follobanen ville få ytterligere utsatt ferdigstillelse fra 2018/2019 til 2023. Dette vekket sterke meninger hos brukere. I likhet med JBV har Avinor sine utbyggingsplaner på Gardermoen og Flesland i nasjonal transportplan, der arbeidene nå er i full gang. Avinor har egne inntekter og private lånemuligheter, inkludert finansiering og fremdrift, altså det som kalles *prosjektfinansiering*. Nå når Oslo-Ski har en egen post på statsbudsjettet, sies det også at dette innebærer prosjektfinansiering. Knut Arild Hareide er helt uenig i dette og sier at en faktisk vellykket prosjektfinansiering innebærer full frihet til å gjennomføre prosjektet på det PO mener er optimal tid, og ikke tiden som blir lagt inn i statsbudsjettet av politikerne gjennom bevilgninger (Aftenposten, 2012).

De statlige bevilgningene til jernbanen er i dag for små for å dekke de fremtidige behovene. Dette er et spørsmål om politikk, men jernbaneprosjektene handler tross alt om politiske valg, ambisjoner og prioriteringer. For å få fortgang på prosjektene kan man se mot nye finansieringsmetoder som jernbanefond, egne utbyggingselskaper og løsninger med statsgaranterte lån. I Frankrike benytter de OPS- avtaler (offentlig-privat- samarbeid) for å bygge ut høyhastighetstog, noe som sikrer prosjektfinansiering (Jernbanemagasinet, 2012).

Det er spesielt én finansieringsmetode som Einar Gerhardsen innførte etter depresjonen og 2. verdenskrig: «Gullfisken». Dette gikk ut på at staten solgte obligasjoner til private og øremerket disse samferdsel. Obligasjonene ble gjort attraktive ved å gi skattefritt utbytte. Staten lokket også med høyere rente enn banken. Med disse midlene ble jernbanenettet bygget, nesten uforandret fra i dag. Pengene vil da ikke kreves ved skatt, men som lån på f.eks. 10 år (Elvestuen, 2011).

## 11. KONKLUSJON

I denne masteroppgaven har jeg studert behovet for og bidratt i utviklingen av en gjennomføringsmodell for et pågående prosjekt i Multiconsult. Problemstillingen er følgende:

*«Kan det utvikles og implementeres en gjennomføringsmodell som forbedrer Multiconsults effektivitet i prosjekteringen av jernbaneoppdrag?»*

Gjennomføringsmodellen er laget gjennom å kontinuerlig ivareta forskningsspørsmålenes interesser. Denne tilnærmingen har sørget for en kontinuerlig rød tråd og sikret en logisk link i rapporten.

### *Forskningsspørsmål*

Jeg skulle finne ut hva som er effektivt og ineffektivt ved prosjektering av jernbane eksternt og internt hos Multiconsult. Gjennom intervjuer og dokumentanalyser er det funnet prosjektspesifikke forbedringsområder som kontrollerte faseoverganger, tilstrekkelig og planlagt informasjonsutveksling mellom aktører internt og byggherre, oppstartsmøte i hver fase, omfattende konstruksjonsgjennomganger, oppfølging av grensesnittsprogram, internkoordinering og verktøystrategi. Tilstrekkelig planlegging av disse temaene vil kunne effektivisere en prosjekteringsprosess i et jernbaneprosjekt som Ski stasjon. For eksterne og generelle jernbaneprosjekter kan tungvinte planfaser og det statlige finansieringssystemet bidra til lav effektivitet i prosjektene.

Jeg skulle så gjøre en teoretisk studie av følgende elementer for å etablere et grunnlag for gjennomføringsmodellen:

- Forståelse for produkt, prosess og prosjektorganisasjon.
- Fremdriftsplanlegging.
- Prosjektstyring.
- Prosjektering og prosjekteringsledelse.
- Samordning og koordinering.
- Forståelse for jernbaneprosjektering.

Studien ga innblikk i viktige aspekter som må ivaretas for utviklingen av en effektiv og rasjonell gjennomføringsmodell. Videre er ulike virkemidler som sjekklistor og grensesnittsplan implementert i modellen for å sikre at planleggingsfasen ivaretar alle aspekter i planleggingen. Disse virkemidlene hjelper oppdragsleder, men også resten av prosjektorganisasjonen med å ha kontroll på hvor prosjektet skal være til enhver tid gjennom å vise statuser på utsjekkspunkter og hvilke grensesnitt som tilhører en planlagt aktivitet.

For å klare å implementere denne modellen i Multiconsult er det avgjørende å klare å gjøre modellen generisk, altså tilpasningsdyktig til andre jernbaneprosjekter. I tillegg må det opplyses om erfaringer, fordeler og ulemper med gjennomføringsmodellen til hele konsernet. I tillegg kan prosjekteringsprosesser standardiseres slik at aktiviteter i prinsippet gjøres



identisk hver gang. Dette forenkler implementeringen og effektiviserer prosjekteringsprosessen.

Det siste spørsmålet gikk ut på hvordan bruken av 3D- verktøy kan effektivisere byggeplanprosessen, gjennom å utvikle en verktøystrategi. Strategien kan oppsummeres gjennom følgende punkter:

- Møtestruktur som sikrer tilstrekkelig 3D- oppfølging og forståelse for modellens oppbygging.
- Enighet og felles forståelse for detaljeringsgraden av modellen. Dette hindrer at en enkelt endring fører til omfattende endringer andre steder i modellen, dersom detaljeringsgraden er ulik.
- Enkel oversikt over fagvise bidrag til modellen, slik at det ikke er tvil om hva den enkelte skal levere.
- Strukturert oversikt/flytdiagrammer på avhengigheter mellom grensesnitt i de forskjellige leveransene.
- Strukturert modellering ved å anvende prosjektets DAK-manual, kravene til digitale leveranser og andre regelverk/standarder/håndbøker.

Gjennom kontinuerlig betraktning av disse forskningsspørsmålene har masteroppgaven bidratt til utviklingen av en gjennomføringsmodell for Ski stasjon. Modellen bidrar til en effektivisert prosjekteringsprosess ved å skape klarhet i:

- ✚ Prosjekteringsgrunnlaget
- ✚ Koordineringen av fagene
- ✚ Leveranser og frister
- ✚ Grensesnittsavhengigheter
- ✚ Fremdriftsplaner
- ✚ Koordinering av 3D-modellering og detaljeringsgrad

Visjonen med en slik modell er å gjøre prosjekteringsprosessen enklere for oppdragsleder så vel som de enkelte fagene i tillegg til at kommunikasjonen vertikalt og horisontalt vil kunne foregå lettere. Sammenstilling av modellen med kunde vil sørge for at kunden kommer med sine synspunkter og endringer tidlig i prosessen, som igjen opprettholder forholdet.

Disse aspektene er tenkt sammenstilt i et digitalt dataverktøy som holder kontroll på leveranser og frister og hjelper oppdragsleder med å koordinere de enkelte fasene, her byggeplan. Et slikt system skal kunne sette sammen nye prosjekter fra erfaringsdatabase med sjekklistor og kontrollobjekter, slik at man på forhånd kan skreddersy prosjektet sammen med kunden. Dette skaper fortrolighet og best mulig kommunikasjon fra tidligfase og konseptutredning til levering av FDV- dokumentasjon.

Arbeidet har bidratt til utviklingen av en gjennomføringsmodell og jeg vil anbefale at modellen brukes mange ganger slik at iterasjonene tilfører modellen nye erfaringer og forbedringer. Jeg ser også at det med fordel kan utvikles et digitalt datasystem som ivaretar modellen. Flere anbefalinger er beskrevet i neste kapittel.



## 12. VIDERE ARBEID

*I dette kapitlet foreslår jeg hvordan arbeidet med masteroppgaven kan videreføres for å utvikle det arbeidet jeg har lagt ned.*

### 12.1 Tema til videre arbeid

Etter å ha gjennomført masteroppgaven har det underveis dukket opp problemstillinger som har ført til innsnevring av problemstillingen og omfang på oppgaven. Jeg foreslår at det arbeides videre med utviklingen av gjennomføringsmodellen for Ski stasjon, både rammeverk og datasystem, generisk modell for jernbaneoppdrag og verktøystrategi.

#### 12.1.1 Gjennomføringsmodell Ski stasjon

Jeg har kommet godt på vei med utviklingen av modellen og har blitt godt kjent med prosjektet. Jeg har ikke vært på fast basis i Oslo, noe som har ført til at jeg ikke har fått så mye tid med prosjektet som jeg ønsket for å oppnå et optimalt resultat. Til videre arbeid ser jeg for meg at det kunne ha blitt organisert oppfølgingsmøter med alle fag rett før og etter sommeren for å kontrollere fagenes bidrag, frister og grensesnitt på de fastsatte leveransene. Her må også kontrollobjektene og statussettingen gjennomgås.

Til hvert enkelt kontrollobjekt kan det tilvirkes egne sjekklister, som etter hvert kan bli lagret i en database hos Multiconsult for videre bruk i senere gjennomføringsmodeller og datasystemet nevnt i kapittel 9.

##### 12.1.1.1 Database

I tilknytning til gjennomføringsmodellen var det ønskelig å lage et elektronisk system for rammeverket til byggeplan. Etter at gjennomføringsmodellen for byggeplan er ferdig kan det settes av ressurser til å lage et elektronisk utkast til programvare. Dette må følges opp av nøkkelpersoner med stor forståelse for gjennomføringsmodeller generelt og for Ski stasjon slik at systemet blir realistisk og at brukbarheten er stor.

#### 12.1.2 Generisk gjennomføringsmodell for jernbaneoppdrag

Rammeverket for Ski stasjon byggeplan kan videreutvikles til et generisk system som kan brukes for alle typer jernbaneoppdrag. Det må da settes av ressurser til å definere de andre fasene, se Figur 14, enn kun byggeplan. Man kan da ta utgangspunkt i prosjekter som er i den fasen som utvikles, i den grad fasen er relevant for Multiconsults arbeid.

#### 12.1.3 Verktøystrategi

Det kan samarbeides bedre med ressurspersoner og skapes enighet om en verktøystrategi til byggeplan og senere om denne kan gjøres generisk for alle faser og jernbaneprosjekter. Fagene må analyseres nærmere slik at frister, grensesnitts sammenhenger og koblinger til de gjeldende kravdokumentene gjennomarbeides. Dette må gjenspeiles i gjennomføringsmodellen.



## 13. REFERANSELISTE

- Aftenposten, 2012. Jernbaneutbygging. *Aftenposten*, pp. 4-5.
- Aker Kværner, 2005. *Project Execution Model*, Oslo: AK.
- Anbari, T. F., 2003. *Earned Value Project Management*, School of business and public management, the George Washington University: Project management journal.
- Andersen, L., 2011. *Virtual Design & Construction St. Olavs Hospital Kunnskapssenteret*, Trondheim: NTNU Samfunnsforskning AS.
- Carnlöf, H., 2010. *Prosjektstyrning*. Trondheim: NCC.
- Concept-programmet, 2012. *Nærmere beskrivelse av dagens ordning - KS1 og KS2*.  
[Internett]  
Available at: <http://www.concept.ntnu.no/ks-ordningen/beskrivelse>  
[Funnet 27 februar 2012].
- Dalland, O., 1993. *Metode og oppgaveskriving for studenter*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Dalland, O., 2010. *Metode og oppgaveskriving for studenter*, s.l.: Gyldendal.
- DIFI, 2009. *Gjennomføringsmodell*. [Internett]  
Available at: [www.anskaffelser.no/artikler/2009/08/gjennomforingsmodell](http://www.anskaffelser.no/artikler/2009/08/gjennomforingsmodell)  
[Funnet 12 April 2012].
- EDR, 2012. *Produkter*. [Internett]  
Available at: [www.edr.no/produkter](http://www.edr.no/produkter)  
[Funnet 12 Mars 2012].
- Eikeland, P. T., 1999. *Teoretisk analyse av byggeprosesser*, Trondheim: SIB.
- Elvestuen, O., 2011. Gullfisken løser togkrisen. *Dagens Næringsliv*, 27 Desember.
- Eriksen, H. & Moe, K., 2010. *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse*, Oslo: Arkitektbedriftene.
- Finansdepartementet, 2012. *Målstruktur og målformulering*, Oslo: Finansdepartementet.
- Forbes, H. L. & Ahmed, M. S., 2010. *Modern construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices*. s.l.:CRC Press; 1 edition.
- Forskning.no, 2009. *Typer forskning*. [Internett]  
Available at: <http://www.forskning.no/artikler/2009/september/230150>  
[Funnet 21 Februar 2012].
- Garcia, A., Kunz, J., Ekstrom, M. & Kiviniemi, A., 2004. *Building a project ontology with extreme collaboration and virtual design and construction*, s.l.: Stanford University, CIFE.

Graphisoft, 2012. *ArchiCAD*. [Internett]  
Available at: [www.graphisoft.no/archicad](http://www.graphisoft.no/archicad)  
[Funnet 7 Mars 2012].

Haanes, S., Holte, E. & Larsen, S. V., 2004. *Concept rapport nr. 3 - beslutningsunderlag og beslutninger i store statlige investeringsprosjekt*, Trondheim: Concept Ntnu.

Hansen, G. K., 2003. *Prosjekteringsledelse- Administrativ kontra faglig ledelse*. Trondheim: Institutt for byggekunst, prosjektering og forvaltning.

Hjelmbrekke, H., 2010. *Eierstyring - Implementering av forretningsstrategi i prosjekter*, Trondheim: NTNU.

Høifors, C. O., 2011. *TBA Prosjekteringsledelse - Øving 3 - Byggeskader og fremdriftsledelse*, Trondheim: Carl Otto Høifors - NTNU.

Hultgren, J. & Berg, B. S., 2011. Slik vil Kleppa endre jernbanen. 1 Desember.

Ingvaldsen, T. & Edvardsen, D. F., 2007. *Effektivitetsanalyse av byggeprosjekter*, Oslo: SINTEF byggforsk.

Jernbanegruppen, 2011. *Hovedutfordringer for norsk jernbane*, s.l.: Samferdselsdepartementet.

Jernbanemagasinet, 2012. De store planene. *Jernbanemagasinet nr 1 2012*, p. 2.

Jernbanemagasinet, 2012. *Jernbanemagasinet nr. 1*, Oslo: Jernbaneverket.

Jernbaneverket, 2008. *Detaljplan, vestfoldbanen*, s.l.: JBV.

Jernbaneverket, 2010. *Jernbaneverket informerer: Oslo-Ski*. [Internett]  
Available at: <http://www.jernbaneverket.no/follobanen>  
[Funnet 25 Januar 2012].

Jernbaneverket, 2011. [Internett]  
Available at: <http://www.jernbaneverket.no/no/Prosjekter/Prosjekter/Oslo-S---Ski/Bakgrunn/Historien-om-Oslo-Ski/>  
[Funnet 20 februar 2012].

Jernbaneverket, 2011. *Slik fungerer jernbanen*, s.l.: Jernbaneverket.

Jernbaneverket, 2012b. *UPB- Prosessen*, Oslo: Jernbaneverket .

Konsernoppdrag, 2011. *Utvikling og forvaltning av generisk gjennomføringsmetode for integrerte tilbud og oppdrag*, Oslo: Multiconsult.

Kunnskapssenteret , 2012. *Hva er et forskningsdesign?*. [Internett]  
Available at: <http://www.kunnskapssenteret.com/articles/2510/1/Hva-er-et-forskningsdesign/Hva-er-et-forskningsdesign.html>  
[Funnet 21 Februar 2012].

- Kunz, J. & Fischer, M., 2011. *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*, s.l.: CIFE, Stanford University.
- Kvale, S., 2006. *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendahl Norsk Forlag.
- Meland, Ø., 2000. *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen*. Trondheim: NTNU, Fakultet for bygg- og miljøteknikk, BAT.
- Mogstad, J. I., 2012. *Hvordan gjennomføres prosjekter i Jernbaneverket* [Intervju] (15 Februar 2012).
- Multiconsult, 2010. *Ski stasjon*. [Internett]  
Available at: [http://multiconsult.no/Referanser/Referanser\\_Samferdsel/Ski\\_Stasjon11/](http://multiconsult.no/Referanser/Referanser_Samferdsel/Ski_Stasjon11/)  
[Funnet 24 Februar 2012].
- Multiconsult, 2011b. *DAK-manual*, Oslo: Multiconsult.
- Multiconsult, 2012. *Prosjektstyringsbasis, rev. 5. januar 2012*, Oslo: Multiconsult.
- Nordstoga, L. O., 2011. *Beskrivelse gjennomføringsmetode S&I*, Oslo: Multiconsult.
- Pedersen, S. & Nilsen, R., 2010. *Masteroppgave: "Suksessfaktorer innenfor prosjektstyring"*, s.l.: Universitetet i Agder.
- Rolstadås, A., 2001. *Praktisk prosjektstyring*. Trondheim: Tapir akademiske forlag.
- Samferdselsdepartementet, 2012. *Styring av store samferdselsprosjekt*. [Internett]  
Available at: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/sd/dok/regpubl/prop/2011-2012/prop-1-s-20112012/7/2.html?id=657690>  
[Funnet 28 Februar 2012].
- Samset, K., 2007. *Concept rapport nr. 17: tilnærminger og utfordringer i prosjekters tidlige fase*, Trondheim: CONCEPT, NTNU.
- Samset, K., 2007. *Generelt om prosjekter og utfordringer i tidligfasen*, Trondheim: Concept-programmet, BAT, NTNU.
- Samset, K., 2008. *Prosjekt i tidligfasen*. Trondheim: Tapir Akademiske Forlag.
- Sekne, I., 2008. *Hundre års oppfinnsomhet*, Oslo: s.n.
- Solheim, G. H. et al., 2005. *Konseptutvikling og evaluering i store statlige investeringsprosjekter*, Trondheim: Concept, NTNU.
- Standard Norge, 2008. *NS 5814*, Oslo: Standard Norge.
- Statens Vegvesen, 2002. *Alminnelige kontraktsbestemmelser for prosjekteringsoppdra*, s.l.: Statens Vegvesen.
- Statens Vegvesen, 2007. *Håndbok 139 - tegningsgrunnlag*, s.l.: SVV.

Statens Vegvesen, 2012. *Håndbok 138*, s.l.: SVV.

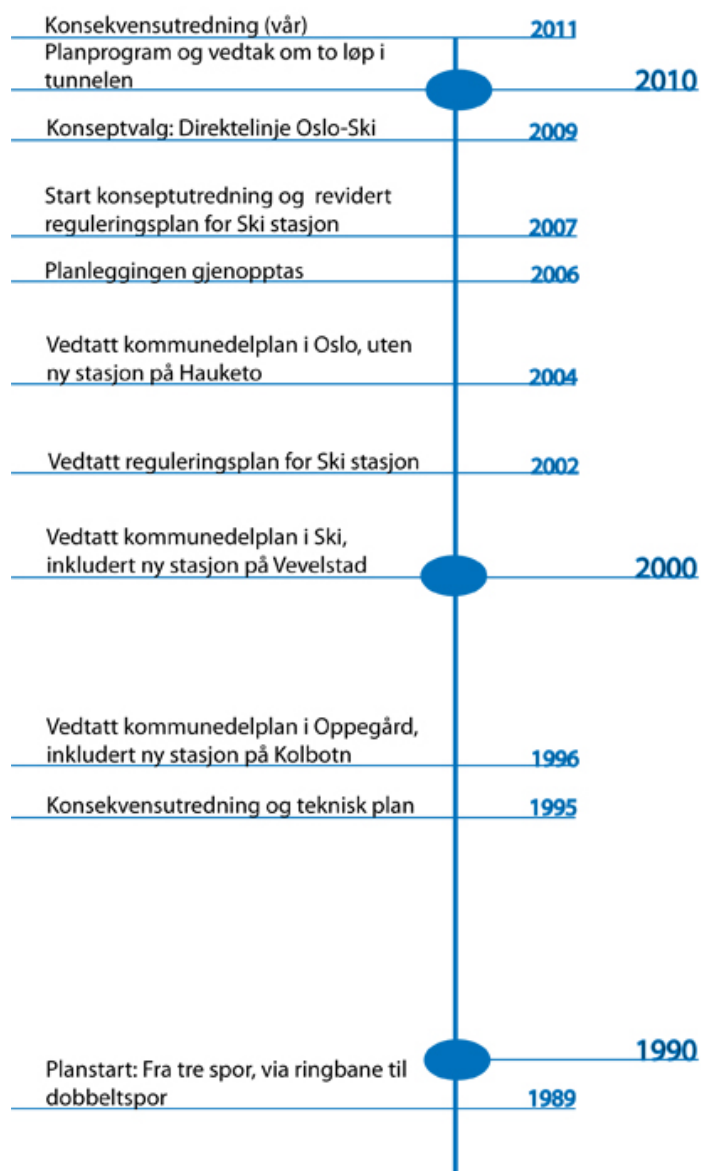
Statsbygg, 2009. *BIM-manual*, Oslo: Statsbygg.

Wetterhus, T., 2011. *Visjon og Mål Ski stasjon november 2011*, Oslo: Multiconsult.

Wik, K. H., 2012. *Level of detail*. Oslo: UMB - Universitetet for Miljø- og biovitenskap.

# VEDLEGG

## Vedlegg 1 - Planhistorikk Follobanen



## Vedlegg 2 - Detaljert informasjon Ski stasjon

### Prosjektstyringsbasis

«Prosjektstyringsbasis (PSB) oppdateres halvårlig for å sikre at forutsetninger for prosjektet gjenspeiles best mulig i prosjekteringsplan/ dokumentplan og et omforent time- og Kostnadsbudsjett for oppdraget. Dette som et grunnlag for planlegging, styring og oppfølging av framdrift.»

Dette er beskrivelsen av en PSB for Multiconsults pågående prosjekter. For Ski stasjon måtte PSB á januar 2012 revideres grunnet at den ikke var godkjent hos JBV. Ny revidert versjon forelå 28. februar. Denne består av en del punkter som er viktige for oppfølgingen av prosjektet Ski stasjon (Multiconsult, 2012).

Tabell 21 PSB- innhold

<b>Endringsoversikt</b>	Dette er utvidelse av kontraktens ramme, nye aktiviteter fra Multiconsult og JBV og utgiftsdekning.
<b>Hovedtidsplan</b>	Planen er revidert slik at den nå tilfredstiller JBV's krav til prosjektstyring. Denne viser alle viktige milepæler inkl. byggherrebeslutninger og budsjettert timeforbruk for hver enkelt disiplin for reguleringsplan og detaljplan.
<b>Dokumentliste</b>	Dokumentplanen for prosjektet er revidert i forhold til tegningsomfang og fagnotater. Graden av detaljeringsnivå er gjennomgått for å oppfylle krav om leveranse.

Dokumentet inneholder også bemanningsplan, fremdrifts- og kostnadskurver, roller og kostnadsrapporter.

JBV ønsket spesielt å se på Multiconsult planlegging av perioden 28.11.2011 – 27.5.2012 i forhold til hvordan de har kvalitetssikret prognosen og brukt referansetall fra liknende prosjekter. Multiconsult mangler referansetall fra jernbanestasjon prosjekter, da disse er meget unike. De har da brukt referansetall fra Bybanen i Bergen og andre store vegprosjekter for å sikre en tilstrekkelig prognose for byggeplan.

Hovedleveransene fra Multiconsult er gitt av PSB om omfatter regulering, detaljplan og kostnadsestimat som skal leveres JBV.



Tabell 22 Leveranser PSB

Leveranse	Frist	Beskrivelse
<b>Regulering</b>	16.04.12	Silingsnotat som beskriver anbefalt arealbruk og trafikksystem når stasjonen. Denne utredningen brukes for underlag for reguleringsplan. Utkast reguleringsplan som består av planbeskrivelse, reguleringskart og reguleringsbestemmelser. Reguleringsplan illustrasjon.
<b>Detaljplan</b>	01.06.12	Planen inneholder tegningshefte, fagrapporter og planbeskrivelse.
<b>Kostnadsestimat</b>	15.08.12	Sannsynlig kostnad for prosjektet.

I PSB datert 5. januar er det nevnt en del forutsetninger for å kunne levere reguleringsplan og detaljplan i tide:

- Reguleringssplan leveres to måneder før Detaljplan foreligger. Dette innebærer en fremdriftsplan uten noe fleksibilitet eller slakk. Dette genererer utfordringer som krever dyktig PS for å nå datoene for leveranse, henholdsvis 1.5 og 1.6. Her er det særegent viktig at 3. parter, som Ski kommune, SVV og Telenor, blir koordinert av JBV og følger planen til punkt og prikke for å ikke skape flaskehalseffekt. En eventuell forsinkelse av reguleringsplan vil forsinke detaljplan tilsvarende.
- Multiconsult har utført en usikkerhetsvurdering som dokumenterer den store risikoen som stram fremdrift kommer til å innebære. Dette er lagt til grunn for PS.
- Multiconsult har gjort noen vurderinger for å effektivisere prosjekteringen:
  - Godt samarbeid mellom alle aktørene i prosjektet
  - Være obs på gjenbruk av byggeplan og tegninger
  - Omforent gjennomføringsmetodikk hvor løsningene modnes fra overordnet nivå i detaljplan til detaljer i byggeplan.
  - JBT bør prosjekteres i 3D
  - Fremme tiltak for å levere til avtalt tidspunkt
  - God endringsledelse og -håndtering

I følge Multiconsult er det ufravikelig at reguleringsplan og detaljplan for hovedarbeider på Ski stasjon skal være ferdig hhv. 1. april og 1. juni 2012. Dette har Multiconsult påpekt ovenfor JBV at gir svært kort prosjekteringstid, og at det ikke er rom for omfattende alternativsvurderinger. JBV har koordineringsansvar mot jernbanetekniske arbeider, så siden det nå er stram fremdrift er det viktig at JBV bidrar aktivt i planleggingen og har ressurser på plass dersom det oppstår uforutsette hendelser. Like viktig er det at de varsler endringer og overholder gjeldende fremdriftsplan. Dette arbeidet på kort frist krever et meget godt og smidig samarbeid mellom alle aktører. Prosjektet består av:

## Hovedarbeider

JBV har et mål om byggestart 2013 og senest å ferdigstille Follobanen 2018. Første spadetak på Ski stasjon ble gjort 7.mai 2010. Hovedarbeidene ved Ski stasjon er alt som har med stasjonsområdet å gjøre, sett bort ifra hensettingsspor. Hovedarbeidene består av nytt stasjonsområde, konstruksjoner og nybygg.

## Nytt stasjonsområde

Ski stasjon skal utvides fra dagens tre til seks spor. Dette medfører tre nye midtplattformer. Gjennom dette arbeidet må spor arrangementet legges om i henhold til prinsippene i den nyeste reviderte sporplanen. Dette innebærer avpasning av underbygningen for sporområdet. Det nye stasjonsområdet krever etablering av drenering, omlegginger av eksisterende VA-rør og prosjektering av nye.

Det skal i forbindelse med stasjonsområdet anlegges et nytt og sentralt torg mellom stasjonen og Ski storsenter, kalt Østre torg. Nye adkomster til stasjonen må lages og bussterminalen og taxiholdeplass flyttes lenger sør på østsiden av sporområdet. Videre er det planlagt:

- Ny gang og sykkelveg på vestsiden av sporområdet.
- Oppgradering og utvidelse av parkeringsplassen på vestsiden.
- Utvidelser og rehabilitering av sykkelparkeringer på både øst- og vestsiden av jernbanen.
- Etablering av parkbelter på stasjonsområdet.

## Konstruksjoner

Stasjonsområdet vil bestå av en rekke nye konstruksjoner som vil prege det nye stasjonsområdet. De nye planlagte konstruksjonene er:

- Ny personundergang på tvers av sporområdet med tilhørende trapper, ramper og heis.
- Ny gangbru i nord, den nye gangbrua skal erstatte den eksisterende og tilknyttes den nye midtplattformen.
- Mur langs Skeidarbygget.
- Ny Nordbyvegen bru med tilhørende påkobling til vegnettet på begge sider av brua.
- Støttemurer / støttekonstruksjoner på både øst- og vestsiden av jernbanetrasé nord for Nordbyvegen bru.

## Bygg

Ombyggingen av Ski stasjon vil berøre nærliggende næringsarealer samtidig som nye bygg må oppføres:

- Plattformtak og ventesoner på plattform.
- Et nytt servicebygg for betjening av alle kollektivoperatørene antatt plasseres ved østre oppgang av personundergangen.
- Skeidarbygget. Ny sporplan kommer i konflikt med bygget. Ombygging/riving må utredes og planer for dette må inngå i planleggingen.

- Telenorbygget kan bli påvirket av ny sporplan. Konsekvenser må utredes og innarbeides i plangrunnlag.

### Hensetting

Dette prosjektet er en omlegging av spor slik at togtrafikken kan foregå tilnærmet normalt mens utbyggingsarbeidene pågår ved Ski stasjon. Dette delprosjektet består av:

- Omlegging av 2 gjennomgående spor på Østfoldbanens vestre linje
- 4 nye hensettingsspor, med plattformer med togvarme, vaskeboder og vannuttak
- Teknisk Bygg Syd (TBS) med adkomstvei
- Masseutskifting og ny underbygning i sporområdet mellom km. 24.650 og km. 25.050.
- Nytt drens- og overvannsystem inkl. fordrøyningsbasseng
- Nye fundamenter og føringsveier for JBT- installasjoner

Byggeplan for hensetting leveres før sommeren 2012.

## Vedlegg 3 - Intervjuguide ”Gjennomføringsmodell Ski stasjon”

---

### Introduksjon

Mitt navn er Carl Otto Høifors og jeg går siste året på Bygg- og miljøteknikk i Trondheim. Jeg sitter deltid i Oslo og skriver masteroppgave innen ”Effektivisering av BIM- basert jernbaneprosjektering”. I denne oppgaven skal jeg bistå i utviklingen av en gjennomføringsmodell for Ski stasjon *fase byggeplan*, som senere kan resultere i en generisk modell for jernbaneprosjekteringsoppdrag.

---

### Bakgrunnsinformasjon

---

En gjennomføringsmodell kan sies å være et mønster eller en veileder for hvordan et oppdrag skal gjennomføres i Multiconsult. En slik modell har et formål om en bedre og mer standardisert planleggingsfase for prosjektene, som er essensielt for et vellykket oppdrag. En slik modell vil gi alle prosjektdeltagere en tydelig oversikt over hvor man er i prosjektgangen og hvor man til enhver tid skal være. En definisjon på en slik modell kan være slik:

En oppfatning av:  
**HVEM** som **GJØR HVA**  
i **HVILKEN REKKEFØLGE**  
til **HVILKET NIVÅ** i  
**HVILKEN FASE**  
og på **HVILKEN MÅTE!**

Det skal utvikles en slik modell for *byggeplan* ved Ski stasjon. Modellen består av flere nivåer av planlegging.

- Nivå 1 – Fase- og stegformål inkludert start- og sluttprodukter for prosjektering og styring
- Nivå 2 – Milepælssjekk/status kontrollobjekter
- Nivå 3 – Sjekkliste for hvert enkelt kontrollobjekt
- Fagvis beskrivelse av innhold i steg

I forbindelse med dette intervjuet vil det fokuseres på den **fagvise beskrivelsen** av den enkelte disiplin og **kontrollobjekter** i forhold til byggeplan med oppstart høst 2012.

## Faglig beskrivelse og kontrollobjekter

### Fagvis beskrivelse

Formålet med denne beskrivelsen er å få en oversikt over hva den enkelte disiplin skal utføre og levere som sluttprodukt i hvert av stegene. Stegene i byggeplan Ski stasjon er definert slik:

1. Grunnlagsdata
2. Optimalisering
3. Koordinering mot JBT og alternativsstudier
4. Foreløpig byggeplan (80 %)
5. Endelig konkurransegrunnlag
6. Arbeidstegninger
7. As- built

Et eksempel utarbeidet i en tidligere utarbeidet gjennomføringsmodellen for vegprosjekter ser slik ut:

6.1 Grunnlagsdata	6.2 Optimalisering	6.3 Byggeplan 1. utkast	6.4 Byggeplan 2. utkast	6.5 Endelig byggeplan
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Ser på vegtraseen</li> <li>&gt; Innhenter all tilgjengelig grunnlagsdata</li> <li>&gt; Ikke tenkt mye på prosjektering</li> <li>&gt; Gjør oss kjent med reguleringsplan, gjeldende normaler, dimensjoneringsforutsetninger</li> <li>&gt; Identifiserer mangler i grunnlag i forhold til hva vi trenger av suppleringer og når vi trenger det.</li> <li>&gt; Utarbeider rapport grunnlagsdata og oversender til oppdragsgiver.</li> <li>&gt; Etablerer terrengmodell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Sjekke geometri opp mot krav</li> <li>&gt; Sjekke om det som ligger fra tidligere planfaser overholder gjeldende krav i håndbøkene.</li> <li>&gt; Avklare behov for fraviksbehandling. Lage premissnotat.</li> <li>&gt; Kommer med anbefaling til endelig geometri på hovedveggeometri ut til kjørebaneant.</li> <li>&gt;Kontrollere på et overordnet nivå alternativer i samråd med andre fag.</li> <li>&gt; Får tilbakemelding fra SVV på anbefalt geometri slik at hovedveggeometri ut til kjørebaneant låses i dette steget.</li> <li>&gt; Geometri sekunderveg ut til</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;Går videre med hovedveggeometri utenfor kjørebaneant og sekunderveger ut til kjørebaneant.</li> <li>&gt; Utarbeider premisser for faseplaner.</li> <li>&gt; Utarbeider pilot for beskrivelse.</li> <li>&gt;Jobber frem et første utkast for alle avtalte tegninger.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Innarbeider kommentarer fra leveranse første utkast.</li> <li>&gt; Detaljerer hovedveggeometri ut til kjørebaneant med eksempelvis overbygning, midtdeler etc.</li> <li>&gt; Geometri sekunderveger ut til kjørebaneant låses tidlig i denne fasen.</li> <li>&gt; Geometri utenfor kjørebaneant for hovedveg og sekunderveger detaljeres.</li> <li>&gt; Utarbeider komplett beskrivelse.</li> <li>&gt;Utarbeider komplette faseplaner.</li> <li>&gt;Jobber frem andre utkast for alle tegninger.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Innarbeider kommentarer fra leveranse andre utkast.</li> <li>&gt; Myndighetsgodkjenning for skilt og oppmerking.</li> </ul>

### Kontrollobjekt

Et kontrollobjekt er en logisk del av prosjektet som bør inndeles i forhold til hva som kommer ut ”i andre enden”. Kontrollobjektene for samme disiplin ser slik ut:

Veg	Hovedveggeometri ut til kjørebaneant
Veg	Hovedveggeometri utenfor kjørebaneant
Veg	Sekunderveg ut til kjørebaneant
Veg	Sekunderveg utenfor kjørebaneant
Veg	Rundkjøringer/Kryss
Veg	Gang- og sykkelveg

Veg	Skilt og oppmerkning
Veg	Beskrivelse Veg
Veg	Faseplaner
Veg	Sideanlegg / Rasteplass / Parkeringsplass

Hvert av kontrollobjektene deles ytterligere opp i sjekkpunkter/deloppgaver som skal sjekkes ut før kontrollobjektet kan sjekkes ut.

---

## Intervjuprosessen

---

- Presentasjon av masteroppgaven og bakgrunnen for oppgaven
- Presentasjon av bakgrunnsinformasjon og undersøkelsen
- Forespørsel om diktafon
- Det vil bli stilt spørsmål om:
  - Disiplinens oppgaver
  - Aktuelle kontrollobjekter
- Intervjuet vil vare 30-60 min.

---

## Spørsmål

---

Intervjuet vil fungere som en samtale der vi sammen kommer fram til enighet, og bygger på følgende spørsmål:

1. Hva kan sies å ha vært ineffektivt med prosjekt Ski stasjon hittil?
  - a. Hva mener du kunne ha vært gjort bedre?
  - b. Hvordan tror du dette kan tilskrives en gjennomføringsmodell?
2. Benytter din disiplin en form for sjekklister?
  - a. Hvordan kan dette gjøre prosessen mer effektiv?
3. Hvilke oppgaver har respektive disiplin tilknyttet de ulike stegene i prosjekt Ski stasjon?
4. Hva skal disiplinen levere i utgang av steg?
5. Hvilken spesiell informasjon trenger disiplinen fra andre disipliner for å klare leveransen? Grensesnittsplan.
6. Formålet til kontrollobjektene er å danne et direkte grunnlag for å utarbeide fremdriftsplanen, altså hvilke direkte oppgaver som utføres av de ulike disipliner. Hvilke kontrollobjekter skal din disiplin utføre i byggeplan Ski stasjon? Se eksempel over.
7. Hvordan har BIM påvirket prosjekteringen i din disiplin?

### *Til slutt*

Jeg benytter anledningen til på forhånd takke deg for engasjement og deltagelse i arbeidet mitt. Jeg kommer til å renskrive intervjuet på grunnlag av tape og notater. Om ønskelig kan du få tilsendt intervjuutskriften i løpet av påfølgende dag, for gjennomlesning, redigering og evt. spørsmål.

---

## Vedlegg 4 - Jernbaneprosjektering

Her presenteres i detalj de jernbanetekniske elementene som inngår i et jernbaneprosjekt. Dette var nødvendig å se på for å få kontroll på helheten av et jernbaneprosjekteringsoppdrag. Dette er en oversikt over de tekniske fagene som faktisk jernbanen består av.

### Jernbaneverkets tekniske regelverk

Jernbaneverkets tekniske regelverk forelå som revidert versjon 6. januar 2012. Dette er et regelverk som omfatter tekniske krav til prosjektering, bygging og vedlikehold av infrastrukturanleggene på det offentlige jernbanenettet i Norge. Regelverket fungerer som et styringsverktøy ved utvikling av jernbaneanlegg.

Regelverket definerer et jernbaneanlegg ut i fra følgende elementer (Jernbaneverket, 2011):

- Overbygning
- Underbygning
- Bruer
- Elkraft
- Signal
- Tele
- Felles elektro
- Skilt
- Rullende materiell

### Overbygning

Overbygningen er den delen av jernbanesporet som ligger over formasjonsplanet, dvs. ballast, sviller, befestigelse og skinner. Overbygningen omfatter også sporets trasé, sporveksler, skjøter, og planoverganger. Dette tekniske elementet kategoriseres i *hovedspor* og *øvrige spor*, der hovedsporet består av spor på fri linje, togspor på stasjoner og andre sterkt trafikkerte spor og øvrige befatter resten. Her følger noen definisjoner på de forskjellige sportypene:

- *Hovedspor: spor på linjen som forbinder to stasjoner med hverandre*
- *Sidespor: alle andre spor på linjen enn hovedspor og som er beregnet på skifting.*
- *Hovedtogspor: spor på en stasjon som tog kjører på når sporvekslene ligger i normalstilling (vanligvis i rettsporet og ikke i avvik.)*
- *Togspor: spor på en stasjon som er beregnet for inn- og utkjøring av tog.*
- *Øvrige spor: alle andre spor på en stasjon*

Overbygningen inndeles i overbygningsklasser. Klassen angir sporets konstruksjon i forhold til skinneprofil og svilleavstand. Overbygningsklassen er igjen bestemmende for tillatt aksellast og hastighet både for person- og godstog på strekningen. Parametere er her aksellast og hastighet for person- og godstog.



### *Underbygning og omliggende anlegg*

Sporets overbygning hviler på underbygningen, alt under formasjonsplanet. Underbygningen omfatter alle byggverk som er nødvendig for å bære og sikre overbygningen et jevnt og stabilt leie. Dette er skjæringer, fyllinger, tunneler, bruer, stikkrenner, grøfter, rasforbygninger, snøoverbygg, støyskjermer, snøskjermer m.m. Planleggingen bør på et tidlig tidspunkt gjennomføre geotekniske og geologiske undersøkelser. Underbygningen vil også avhenge av topografi, grunnforhold, klima med mer. Dette elementet består av å beregne og bestemme byggematerialene for banelegemet som sporet skal hvile på og ha kjennskap til egenskapene og oppførsel ved klimaendringer. Følgende aspekter er viktige å undersøke: setninger, stabilitet, frost, snø, drenering, støyskjermer og tunnel.

### *Bruer*

Jernbanebruer er dimensjonert for å motstå meget store horisontale krefter uten å forskyves i stor grad. Tillat nedbøyning er derfor liten. Under- og overbygning må være meget stive.

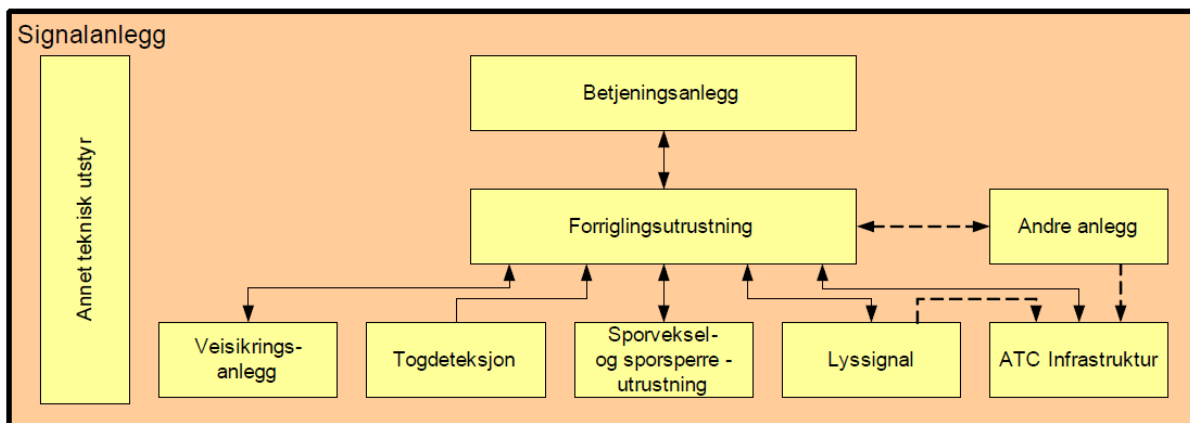
### *Elkraft*

Elkraft består av banestrømforsyning, kontakledningsanlegg (KL-anlegg) og lavspenningsanlegg. Banestrømforsyningen er strømforsyning til jernbanenettet og består av matestasjoner, kontakledningsanlegg og elkraftscentralene som drives og eies av eierne av jernbanenettet. Strømmen som forsynes jernbanenettet tilføres av master med trådføring. KL-anlegget består av master, åk på stasjoner, utliggere, kontakttråd og bæreline, returledning m.m. Dimensjonering av til KL-anlegg bestemmes av vind- og snølast, men også av hastigheten togene skal kjøres med; strekk i kontakttråd, strøvtagertrykk, sikksakk o.l. Lavspenningsanlegg tilfører strømmen som ikke går til akselerering av togsettet. Dette er tekniske installasjoner i form av togvarme, sporvekselvarme og belysning. Grunnet mye kulde er det viktig at varme sikrer funksjonen til sporvekslerne ved at de ikke fryser. Togvarme sørger for at parkert togsett blir tilført varme, mens belysning er viktig for sikkerheten på perronger og plattformer.

### *Signal*

Jernbanens signalanlegg er en samlebetegnelse for sikringsanlegg, linjeblokk, vegsikringsanlegg, fjernstyringsanlegg, skiftestillverk m.m. som omfatter all digital kommunikasjon som skal til for at togene skal kunne ferdes sikkert i jernbanenettet. I likhet med KL-anlegget må dette systemet dimensjoneres for å tåle norsk klima med tanke på snø og is, regn, vind, sol, vibrasjon og støt, temperatur, trykk og forurensning.

Figur 34 viser hvilke komponenter signalanlegget består av



Figur 34 Signal (Jernbaneverket, 2008)

### Tele

Her har JBV ansvar for at alle nødvendige kommunikasjonsløsninger er til stede for å sikre fremføringen av tog. Dette går på menneskelig kommunikasjon mellom tog og kontrollenheter. Mens signal tar for seg kommunikasjon som deteksjon av tog og viktige lyssignaler, omfatter tele all telekommunikasjon. Dette inkluderer kabelanlegg, tekniske bygninger, radioanlegg, kunde- og trafikkinformasjon, transmisjonsanlegg og telefon- og datakommunikasjon for togframføring. Konkrete eksempler på dette er høyttalere, togviseranlegg til informasjon på stasjoner, mobildekning langs linja og nødtelefoner i tunneller (Jernbaneverket, 2008).

### Felles elektro

Dette er felles strømforsyning for alle installasjoner innen signal, tele og lavspenning. Alt av elektriske systemer og utstyr skal fungere med sikkerhet og tilfredsstillende funksjonelle krav.

### Skilt

I jernbanesammenheng finnes det to typer skilting; signalskilt for kjørende personale, vedlikeholdspersonell og tredje person, og beskrivende skilt for reisende på stasjoner. For signalskilt gjelder kravene under *signal* mens beskrivende skilt har egne krav. Det eksisterer krav til utførelse, plassering, behandling, refleksjon og avstander. JBV Trafikk har ansvaret for skiltplanlegging.

### Rullende materiell

Dette er alt som skal transporteres på jernbanesporet. Dette omfatter trekkraftmateriell/lokomotiver, motorvogner, personvogner, godsvogner og alt av materiell for JBV's interne bruk. Internt bruk omfatter redningsmateriell, vedlikeholdsmaskiner (sporjusteringsmaskiner, ballastfordelere, renseverk, lastetraktorer osv.), snørydding (roterende snøploger, sporsensere o.l.) etc. Alt materiellet må godkjennes av Statens Jernbanetilsyn før bruk.

## Vedlegg 5 - Nivå 1

Tidsintervall	01.10.2012 - 31.10.2012	01.11.2012 - 21.12.2012	02.01.2013 - 10.04.2013
Steg	Grunnlagsdata (5%)	Optimalisering (10%)	Koordinering mot JBT og alternativsvurderinger (25%)
Startprodukter	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontraktsdokumenter rådgiver</li> <li>- Avklart omfang og premisser for offentlige veier, plasser og bussterminal</li> <li>- Sporplan, strekningsplan KL, plan for signal, føringsveikonsept</li> <li>- Faseplan / Produksjonsplan anleggsfase</li> <li>- Reguleringsplaner med bestemmelser og planbeskrivelse</li> <li>- Dokument med input om alt som skal inn i prosjektet, til JBV</li> <li>- Teknisk detaljplan inkl. 3D-modell og godkjent endringslogg</li> <li>- Formingsveileder</li> <li>- Kartdata (inkl informasjon om eksisterende infrastruktur)</li> <li>- Digitale veg- og terrengmodeller (Ortofoto)</li> <li>- Geotekniske rapporter (grunnundersøkelser),</li> <li>- Støyrapporter</li> <li>- Gjeldende krav/regelverk /normaler sjekklister etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport som beskriver hva vi har og hva som må suppleres til hvilket tidspunkt.</li> <li>- Avklart leveranse innenfor alle steg</li> <li>- Prosjekteringstyringsbasis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport "Optimalisering" inkludert mulige konsekvenser for kontrakten.</li> <li>- Aksepterte premissnotater alle fag.</li> <li>- M2 "JBT-koordinert hos JBT"</li> <li>- Endelig koordinert sporplan hos JBT</li> <li>- Entreprisestrategi</li> <li>- Rapport grunnlagsdata, premissnotater og rapport optimalisering.</li> </ul>
Formål Prosjektstyring og Ledelse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablere prosjektstyringsbasis, kvalitetsstyringssystem, SHA- og YM-aktivitetsplan og oppdragsgjennomgang.</li> <li>- Funksjonsbeskrivelser</li> <li>- Omforene gjennomføringsstragi/-modell med JBV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifisere oppdragsstyringssystem og kvalitetsstyringssystem med kunde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oppdatere prosjektstyringsbasis ved behov.</li> <li>- Vurdere konsekvenser av optimalisering for plansystem.</li> <li>- Oppfølging av SHA &amp; YM aktivitetsplan.</li> <li>- Sikre at SHA blir ivarettatt i konstruksjons- og tverrfaglige gjennomganger.</li> <li>- Gjennomgang med kunde</li> <li>- Overordnet risikovurdering for anleggs- og driftsfase (SHA &amp; YM).</li> </ul>
Prosjektering	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sørgje for at all nødvendig (tilgjengelig) grunnlagsdata foreligger og er gjennomgått før prosjekteringen starter.</li> <li>- Fagvis forventningavklaring for alle leveranser, inkludert arbeidstegninger og format for stikningsdata.</li> <li>- Bli kjent med område gjennom befaringer.</li> <li>- MC kartlegge behov for alternativsstudier</li> <li>- JBV melde inn behov/ønsker for alternativsstudier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tverrfaglig gjennomgang av sporgeometri.</li> <li>- Avklare grensesnitt og løsninger med tredjepart (Kabeleiere, naboer, kommune etc)</li> <li>- Etablere (fagvise) premissnotat (design basis)</li> <li>- Utarbeide alternativsstudier basert på omforent program for optimaliseringen</li> <li>- Beslutte bussterminalløsninger</li> <li>- Beslutte G/S-konsept</li> <li>- Beslutte konsept uteareal/plasser</li> <li>- Avklare konsept for Universell Utforming</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Starte prosjektering i fagvise 3D-modeller</li> <li>- Koordinering JBT mot Underbygning i 3D-modeller</li> <li>- Startet utarbeidelse av 1.utkast av alle avtalte tegninger</li> <li>- Etablere sammenstillingsmodell inkl rutine for kollisjons- og siktkontroll</li> <li>- Utarbeidelse av fagrapporter/notat</li> <li>- Plassering av med start og stopp for prioriterte konstruksjoner.</li> <li>- Tverrfaglig koordinering</li> <li>- Oppnå M3 "JBT-koordinert mot underbygning"</li> </ul>
Sluttprodukter	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport som beskriver hva vi har og hva som må suppleres til hvilket tidspunkt.</li> <li>- Etablert prosjektstyringsbasis.</li> <li>- Avklart leveranser innenfor alle steg inkludert forventningsavklaring med kunde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport "Optimalisering" inkludert mulige konsekvenser for kontrakten.</li> <li>- Design basis / Premissnotater alle fag.</li> <li>- Oppnå M2 "JBT-koordinert hos JBT"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fagrapporter</li> <li>- Tekstdele til byggeplan</li> <li>- 3D modell</li> <li>- YM-plan første utkast (?)</li> </ul>

Tidsintervall	10.04.2013 - 28.03.2014	31.03.2014 - 29.08.2014	31.03.2014 - 29.08.2014	01.09.2014 - 30.09.2014
Steg	Foreløpig byggeplan (25%)	Endelig byggeplan (15%)	Tilbudsgrunnlag (15%)	Armeringstegninger og stikningsdata (5%)
<b>Startprodukter</b>	-- Valgte alternativer basert på alternativstudier Byggeplan 1. utkast med kommentarer og tilbakemeldinger fra oppdrags giver.	-- Valgte alternativer basert på alternativstudier Byggeplan 1. utkast med kommentarer og tilbakemeldinger fra oppdrags giver.	Byggeplan 2. utkast og konkurransegrunnlag med tilbakemeldinger og kommentarer.	- Planhefter med ferdige byggeplantegninger - 3D-modell
<b>Formål Prosjektstyring og Ledelse</b>	- Oppdatere prosjektstyringsbasis ved behov. - Vurdere konsekvenser av optimalisering for plansystem. - Oppfølging av SHA & YM aktivitetsplan. - Sikre at SHA blir ivare tatt i konstruksjons- og tverrfaglige gjennomganger. - 2. gjennomgang med kunde  - Overordnet risikovurdering for anleggs- og driftsfase (SHA & YM).	- Oppdatere prosjektstyringsbasis ved behov. - Vurdere konsekvenser av optimalisering for plansystem. - Oppfølging av SHA & YM aktivitetsplan. - Sikre at SHA blir ivare tatt i konstruksjons- og tverrfaglige gjennomganger. - 2. gjennomgang med kunde  - Overordnet risikovurdering for anleggs- og driftsfase (SHA & YM).	- Oppdatere prosjektstyringsbasis ved behov - Verifisere at relevante krav gitt i BHF er med tatt i konkurransegrunnlag.	- Oppdatere prosjektstyringsbasis ved behov
<b>Prosjektering</b>	- Utarbeide 1. utkast av alle tegninger - Tegningsgrunnlag /3D-modell inkl, fagrapporter - Utarbeide grunnlag for teknisk delgodkjenning Nordbyveien bro - Utarbeide 1. utkast tekst del til Byggeplan	- Utarbeide 2. utkast av alle tegninger endelig byggeplan - Tegningsgrunnlag /3D-modell inkl. fagrapporter - Utarbeide tekst del til Byggeplan	- Utarbeide ferdige byggeplantegninger ihht. - Tegningsgrunnlag/ 3D-modell inkl. Konkurransegrunnlag.	- Utarbeide arbeidstegninger og stikningsdata
<b>Sluttprodukter</b>	- Norbyveien bro til teknisk delgodkjenning - Leveranse 1. utkast av alle avtale tegninger - 3D modell  - YM-plan andre utkast (?)		- Konkurransegrunnlag inkludert planhefter i henhold til - Øvrig sluttprodukter - 3D modell  - YM-plan	- Planhefter av arbeidstegninger og stikningsdata - Teknisk godkjenning av konstruksjoner

## Vedlegg 6 - Nivå 2: Stegvis beskrivelse fag

Steg	Grunngagsdata	Optimalisering	Koordinering mot JBT og offentlige myndigheter	Foreløpig byggeplan (80%)	Endelig konkurransegrunnlag	Arbeidstegninger
<b>Beskrivelse Støy og Vibrasjoner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Låst spørreplan med spørreklarene</li> <li>&gt; Avklarte krav fra JBV i forhold til støy</li> <li>&gt; normer og regelverk med forklaring og JBV's ambisjonsnivå i tilknytning til miljøforhold</li> <li>&gt; Anbefalte vibrasjonsnivåer for bolig</li> <li>&gt; Trakk tall (Type tog, Trekvens, enkle/doble togsett, godstog, hastighet gjennom stasjonsområde)</li> <li>&gt; Plan på hva som skjer av støyproduserende arbeid i ulike faser, som spurning/sprenning/boing etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Støkke enkelte eiendommer for støy</li> <li>&gt; Vurdering av lokale tiltak</li> <li>&gt; Bygg og anleggsaktiviteter støyberegnes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Sjekk om det er noe som påvirker hvor det skal bygges støvskjermer</li> <li>&gt; Støvskjerm mot felt eid av Block</li> <li>Wahne</li> <li>&gt; Vurdere kost/nytte av støvskjerm mot vest i stasjonsområdet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Utarbeide løsninger etter kommentarer fra det som er avtalt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Beskrivelse og anbudsgrunnlag</li> </ul>	
<b>Beskrivelse Elektro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Kabelunderlag fra 3. part (Telenor, Canal Digital etc.)</li> <li>&gt; Ajourført grunnlag fra ski 2A for ny omlegging, grunnnetendringer fra JBV</li> <li>&gt; Låst spørreplan</li> <li>&gt; RAMS-analyser</li> <li>&gt; Teknisk regelverk fra JBV</li> <li>&gt; Rapport utarbeidet for sikkerhet, arbeid ved høyspent, krav til kabelpåvisning etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Alternativsvurdering av føringsveier</li> <li>&gt; Alternativsvurdering i forhold til Nordbyvegen/bu</li> <li>&gt; Felles gjennomgang av Teknisk regelverk med konstruksjon og HMS/RAWS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Valg av Alternativer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Fastsette alternativer etter kommentarer fra JBV, kabelstatene og involverede id-pilner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Endelig støvsonekart, valgte løsninger og støvskjermer</li> <li>&gt; hvis behov for lokale tiltak, beskrivelse av hva som nå gjelder i skyemning av uteplasser og fasadetiltak</li> </ul>	
<b>Beskrivelse LARK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Detaljplan</li> <li>&gt; Innmålinger</li> <li>&gt; Formingsveileder</li> <li>&gt; Dimensjoneringsforsøtninger (forskifter, veiledere)</li> <li>&gt; Tilstandsvurdering av treer</li> <li>&gt; Grunnundersøkelser</li> <li>&gt; Støyløpninger og konsekvenser av disse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Bearbeide skisseprosjekt for bussterminal til detaljplan, som godkjernes av JBV, SVV, Akerhus fylkeskommune og sekundært Ski kommune.</li> <li>&gt; Få godkjent alle utendørs funksjonsprogram</li> <li>&gt; Avgjøre om det skal utarbeides formingsveileder</li> <li>&gt; Faseplaner (?)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Føre løpige byggeplaner mot objekter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Sluttprodukt:</b></li> <li>&gt; Byggeplaner mot objekter</li> <li>&gt; 3D-modell</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Sluttprodukt:</b></li> <li>&gt; Innsjill til rapport om endringer i teknisk regelverk</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Sluttprodukt:</b></li> <li>&gt; Endelige planer</li> <li>&gt; Lørdingskoordinater/ lister</li> </ul>	

Steg	Grunnleggsdata	Optimalisering	Koordinering mot JB og offentlige myndigheter	Foreløpig byggeplan (80%)	Endelig konkurransegrunnlag	Arbeids tegninger
<p>Beskrivelse Veg</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Ser på vegtraseen</li> <li>&gt; Innhenter all tilgjengelig grunnleggsdata</li> <li>&gt; Ikke tenkt mye på prosjektering</li> <li>&gt; Gjør oss kjent med reguleringsplan, gjeldende normaler, dimensjoneringsforsatninger</li> <li>&gt; Identifiserer mangler i grunnlag i forhold til hva vi trenger av suppleringer og når vi trenger det.</li> <li>&gt; Utarbeider rapport grunnleggsdata og oversender til oppdragsgirer.</li> <li>&gt; Terrenngmodell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Sjekke geometri opp mot krav</li> <li>&gt; Komme med anbefaling til endelig geometri på hovedveggeometri ut til kjørebane kant.</li> <li>&gt; Kontrollere på et overordnet nivå alternativer i samråd med andre fag.</li> <li>&gt; Får tilbakemelding fra SVV på anbefalt geometri slik at hovedveggeometri ut til kjørebane kant å sees i dette steget.</li> <li>&gt; Geometri sekunderveg ut til</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; <b>Så</b> videre med hovedveggeometri utenfor kjørebane kant og sekunderveger ut til kjørebane kant.</li> <li>&gt; Utarbeider premisser for fase planer.</li> <li>&gt; Utarbeider pilot for beskrivelse.</li> <li>&gt; Jobber frem et første utkast for alle avtalte tegninger.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Innarbeider kommentarer fra leveranse første utkast.</li> <li>&gt; Detaljerer hovedveggeometri ut til kjørebane kant med eksempelvis overbygning, midtdeler etc.</li> <li>&gt; Geometri sekunderveger ut til kjørebane kant å sees stidlig i denne fasen.</li> <li>&gt; Geometri utenfor kjørebane kant for hovedveg og sekunderveger detaljeres.</li> <li>&gt; Utarbeider komplett beskrivelse.</li> <li>&gt; Utarbeider komplette fase planer.</li> <li>&gt; Jobber frem andre utkast for alle tegninger.</li> <li>&gt; Innarbeider kommentarer fra leveranse andre utkast.</li> <li>&gt; Myndighetssgodkjenning for skilt og oppmerking.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Fareidentifikasjoner/riskoverdein ger overleveres BH for implementering SHA-planen for anleggsfasen.</li> <li>&gt; Innarbeidede kommentarer fra JBV fra andre 80%-leveransen.</li> <li>&gt; Sjekket liste for relevante krav gitt i BHF til konkurransegrunnlaget.</li> <li>&gt; Oppfølging miljøbudsjett</li> </ul>	
<p>Beskrivelse SHA og VM</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Aktivitetsplan for SHA &amp; VM.</li> <li>&gt; Skal identifisere konkret hvilke miljøaktiviteter og tiltak som skal gjøres nå og av hvem, og hvordan aktivitetene er dokumentert.</li> <li>&gt; Oppfølging miljøbudsjett</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Oppfølging fra forrige fase.</li> <li>&gt; Alle krav frammyndigheter og prosjektsjefs sikringskrav innenfor relevante miljøspesifikasjoner.</li> <li>&gt; Krav fra MOP (Miljøoppfølgingsplan) utarbeidet av byggherren.</li> <li>&gt; Oppfølging miljøbudsjett</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Gjennomføre koordinerende møter mhp. fareidentifikasjoner mhp. SHA/VM i anleggs- og drifts fase.</li> <li>&gt; Gjennomføre spesielle risikoenalysar mhp. SHA.</li> <li>&gt; Oppfølging miljøbudsjett</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Oppdaterer fareidentifikasjoner mhp. SHA/VM i anleggs- og drifts fase.</li> <li>&gt; Gjennomføre spesielle risikoenalysar mhp. SHA.</li> <li>&gt; Gjennomføre verifikasjoner/utsjekk: &gt; Universell utforming (iht. håndbok Z78, NS 11005, NS 11001)</li> <li>&gt; Konstruksjonsgjennomgang</li> <li>&gt; MOP (Miljøoppfølgingsprogram)</li> <li>&gt; Tverrfaglig gjennomgang</li> <li>&gt; Sikre at alle krav mhp. SHA &amp; VM blir innarbeidet i beskrivelsen og på tegninger.</li> <li>&gt; Oppfølging miljøbudsjett</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Fareidentifikasjoner/riskoverdein ger overleveres BH for implementering SHA-planen for anleggsfasen.</li> <li>&gt; Innarbeidede kommentarer fra JBV fra andre 80%-leveransen.</li> <li>&gt; Sjekket liste for relevante krav gitt i BHF til konkurransegrunnlaget.</li> <li>&gt; Oppfølging miljøbudsjett</li> </ul>	
<p>Beskrivelse RAMS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Etablere RAMS plan med aktivitetsplan og arbeidsbeskrivelser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Oppfølging av fare- og RAM-identifikasjoner fra forrige fase.</li> <li>&gt; Oppfølging og implementering av RAMS-kravspesifikasjonen.</li> <li>&gt; RAMS-analyser (f.eks. type FMEA-analyse)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Relevant personell fra JB og deklart på MGS RAMS-analyser og omvendt.</li> <li>&gt; Koordinering av farelogg og RAMS-krav.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; RAMS-analyser.</li> <li>&gt; Oppfølging av fare- og RAM-identifikasjon samt farelogg.</li> <li>&gt; Implementering av krav fra RAMS-kravspesifikasjonen i design og prosjektering.</li> <li>&gt; Verifikasjon av at alle arbeidsprosesser har foregått iht. arbeidsbeskrivelser.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Sikre at alle RAMS-krav er oppfylt og implementert i tegninger og dokumenter.</li> <li>&gt; Utarbeide Sikkerhetsbevis.</li> </ul>	

Steg	Grundleggsdata	Optimalisering	Koordinering mot JBT og offentlige myndigheter	Foreløpig byggeplan (80%)	Endelig konkurransegrunnlag	Arbeids tegninger
<b>Bestrielse Konstruksjon og JBT</b> Bestrielse Konstruksjon og JBT	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Godkjent reguleringsplan</li> <li>&gt; Kommentert detaljplan</li> <li>&gt; Endringer etter regulering må være godkjent av JBV</li> <li>&gt; Fått tilbakemelding fra SVV og JBV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Intern koordinering som fører til detaljering og tilpassning av konstruksjoner</li> <li>&gt; Dokumentrapporter</li> <li>&gt; Utføre premissnotat</li> <li>&gt; Intern koordinering i 3D- modell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; koordinering av føringsveier</li> <li>&gt; Tilpassning av KL-anlegg</li> <li>&gt; Utføre 3D- kontroll</li> <li>&gt; Koordinering mot dagsoner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Beregningsrapporter alle konstruksjoner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Svar og kommentarer fra JBV etter den foreløpige byggeplanen må besvares, og alle endringer implementeres</li> <li>&gt; Tverrfaglig kontroll med 3D modell før leveranse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Der som det ikke er endringer i det endelige konkurransegrunnlaget, blir byggeplante tegninger arbeidstegninger</li> <li>&gt; Produksjon av øvrige arbeidstegninger, som eksempel armeringstegninger og bøyelister</li> </ul>
<b>Bestrielse VA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Input på eksisterende anlegg</li> <li>&gt; Kartgrunnlag</li> <li>&gt; Eksisterende infrastruktur bakken</li> <li>&gt; Informasjon fra geoteknikk om spesielle grunnforhold/fjell</li> <li>&gt; Spesielle konstruksjoner i bakken?</li> <li>&gt; Detaljplan</li> <li>&gt; Krav fra JBV</li> <li>&gt; Myndighetsskrav</li> <li>&gt; Dimensjoneringskriterier</li> <li>&gt; Konsept/Pre-design</li> <li>&gt; Sporplan låst</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Optimalisere konsept</li> <li>&gt; Koordinere mot kunde</li> <li>&gt; Interne koordineringssmøter</li> <li>&gt; Være på samme sted i samme tid, med avhengige grensesnitt</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Foreløpige tegninger</li> <li>&gt; Tekniske beskrivelser</li> <li>&gt; mengdebeskrivelser</li> <li>&gt; Input til byggeplandokument tekst del</li> <li>&gt; Tekniske notater beregningsrapport</li> <li>&gt; konstruksjonsgjennomgang</li> <li>&gt; Kollisjonskontroll</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Endelige tegninger</li> <li>&gt; Tekniske beskrivelser</li> <li>&gt; mengdebeskrivelser</li> <li>&gt; Input til byggeplandokument tekst del</li> <li>&gt; Tekniske notater beregningsrapport</li> <li>&gt; konstruksjonsgjennomgang</li> <li>&gt; Kollisjonskontroll</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 3D- modell</li> <li>&gt; Tegninger</li> <li>&gt; Detaljer</li> </ul>
<b>Bestrielse Underbygning og Geoteknikk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Grunnundersøkelser</li> <li>&gt; Modeller fjell</li> <li>&gt; Oppdatert terrenngdata</li> <li>&gt; Kartkontroll</li> <li>&gt; Informasjon om hvordan konstruksjonene er fundamentert</li> <li>&gt; Status og plassering av konstruksjoner i AST</li> <li>&gt; Låst sporplan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Låst løsning av oppbygging underbygning aktares med JBV</li> <li>&gt; grensesnitt mot Norconsult</li> <li>&gt; Låste faseplaner</li> <li>&gt; Grensesnitt mot bru og veg</li> <li>&gt; bistå byggeutøver for sporområde, samt løsninger mot LAR/Byutvikling.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Legge inn fundamentert for overbygning</li> <li>&gt; Faseplaner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 3D- modeller for berørte områder med utgravingsnivåer og tilbakefyllinger, spunt, hva man må ta hensyn til</li> <li>&gt; Tegningene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 3D- modeller for berørte områder med utgravingsnivåer og tilbakefyllinger, spunt, hva man må ta hensyn til</li> <li>&gt; Tegningene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Mer detaljerte tegninger enn byggeplante tegninger med materialvalg/etc, så det ikke er tvil om hva som skal gjøres</li> </ul>



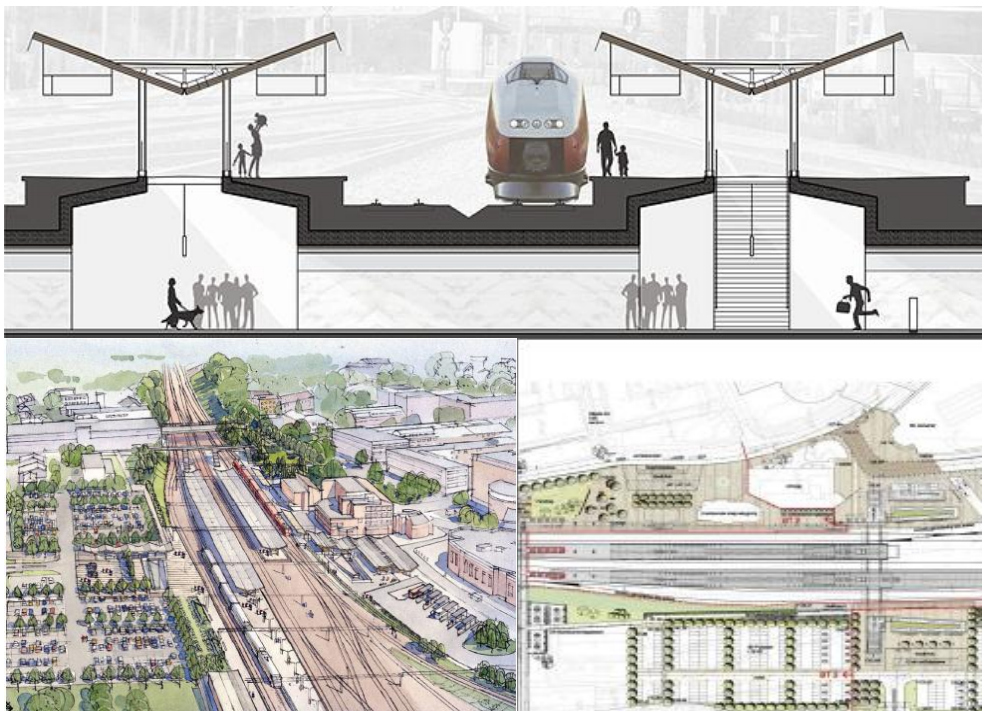
# «Effektivisering av BIM- basert jernbaneprosjektering»

- Med utgangspunkt i Ski stasjon

Multiconsult

## Prosjektbeskrivelse

Masteroppgave i samarbeid med Multiconsult



01	20.03.2012		11	COH	LON, MLH	LON, MLH
<b>Utg.</b>	<b>Dato</b>	<b>Tekst</b>	<b>Ant.sider</b>	<b>Utarb.av</b>	<b>Kontr.av</b>	<b>Godkj.av</b>



## Introduksjon

*Dette dokumentet er en plan for gjennomføringen av masteroppgaven med arbeidstittel "Effektivisering av BIM-basert jernbaneprosjektering", som skrives i samarbeid med Multiconsult. I likhet med et virkelig prosjekt er det utslagsgivende med en god planleggingsfase for å nå de valgte målene og suksesskriteriene. Dette kapittelet beskriver bakgrunnen for masteroppgaven, formål og hvordan den er planlagt utført. Dette oppsummeres med et POS.*

## Bakgrunn

Samferdsel og infrastruktur er svært viktig for framveksten av Norges moderne samfunn. Dette gjelder planlegging og prosjektering av veger, jernbane, flyplasser, etc. Det vil i mange år framover bli satset store ressurser på samferdsel og infrastruktur i Norge da store deler av infrastrukturen har behov for omfattende oppgraderinger, samtidig som økt mobilitet krever nye utbyggingsprosjekter.

Samtidig har det vært en trend i norsk byggenæring de siste 10 årene at de store byggherrene setter ut stadig større prosjekteringskontrakter. I motsetning til tidligere hvor de ulike fagene ofte ble kontrahert atskilt, og gjerne fra flere forskjellige rådgivere, ønsker de nå at de store rådgiverne skal ta et totalansvar for hele den prosjekterte løsningen.

Dette krever mer profesjonell styring og ledelse av store prosjekteringsorganisasjoner hvor tverrfaglig forståelse er fundamentalt. De rådgiverne som klarer å utvikle effektive gjennomføringsmodeller og systemer for tverrfaglig samhandling vil ha konkurransefortrinn i forhold til sine konkurrenter.

Multiconsult legger nå mye ressurser i denne typen utvikling. I dette prosjektet skal jeg studere det pågående oppdraget knyttet til «Ski Stasjon», en del av utviklingen av den nye Follobanen. Prosjektet Ski stasjon er i seg selv noe spesielt da det er både et byutviklings- og jernbaneprosjekt. Multiconsults oppdrag inneholder både forprosjekt/regulering og detaljprosjektering av ulike bygg, veger, parkeringsplasser og jernbane tilknyttet Ski stasjon.

Parallelt pågår det i dag et internt utviklingsprosjekt i Multiconsult som går på å utvikle en generisk gjennomføringsmodell for prosjekteringsoppdrag for veg. Et liknende arbeid ønskes utført for jernbane, og skal etter planen gjennomføres i 2012.

## Formål

- Masteroppgaven skrives for Multiconsult som for tiden satser på utvikling innen veg og jernbane. En viktig hensikt er følgelig at oppgaven tilfører Multiconsult verdi i form av resultater som oppdrives undervegs i arbeidet.
- Likestilt med ovennevnte formål er at jeg tilegner meg spisskompetanse innen prosjektering av samferdselsprosjekter, både veg og jernbane, og skaper meg formeninger om hva Multiconsult bør og ikke bør satse på når det gjelder FoU-prosjekter.

## Planlagt metode

Masteroppgaven er tenkt bygget opp på grunnlag av følgende tre faser:

1. Litteraturstudium
2. Casestudie/praksis, «Ski Stasjon»
3. Produksjon/leveranse

Her skal teoretisk kunnskap bindes sammen med erfaring fra nøkkelpersoner og egne erfaringer gjennom empiri, slik at jeg kan svare på oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål.

### *Litteraturstudium*

Et Litteraturstudium er et redskap som brukes for å løse en problemstilling eller et sett spørsmål som ønskes besvart. Dette resulterer i et solid stykke teori som skal benyttes for å underbygge diskusjonen rundt problemstillingen og eventuelle resultater. Det er viktig med kritisk vurdering av litteraturen for å styrke masteroppgavens troverdighet og hjelpe leseren med å bedømme innholdet.

Et litteraturstudium er hensiktsmessig fordi mengden av litteratur hjelper til med å (Dalland, 1993):

- Avklare og definere grunnleggende prinsipper
- Klargjøre eget utgangspunkt
- Presisere problemstilling

Litteraturstudiet legges opp slik at jeg kan gjøre store deler av dette under min tid i Trondheim, da jeg kommer til å tilbringe ca. 50 % av tiden der.

### *Case/praksis*

Gjennom arbeidet med masteroppgaven har jeg fått muligheten for å følge 2 forskjellige case.

*Ski stasjon:* Dette er et unikt og innviklet prosjekt med statlig byggherre, JBV. En casestudie som Ski stasjon vil gi et solid stykke empiri til oppgaven. Jeg får da sjansen til å innhente relevant informasjon fra nøkkelpersoner i dette prosjektet for å gi svar på oppgavens mål, som er å begynne på utviklingen av en generisk gjennomføringsmodell for jernbaneoppdrag.

*Utviklingsprosjekt:* Dette er arbeidet med utviklingen av en gjennomføringsmodell for jernbaneprosjektering. Dette arbeidet bygger på det som i dag gjøres for vegprosjekter. Det foregår også et arbeid med å utvikle en 3D-verktøystrategi for samferdsel og infrastruktur. Denne skal sees i sammenheng med jernbaneprosjektering.

Et viktig aspekt med dette arbeidet er å utvikle en eller flere forståelig intervjuguider. Dette kan gi nyttige resultater i form av matnyttig empiri til besvarelsen av problemstillingen.

### Leveranse

Leveransen er produktet av masteroppgaven. Teori og empiri settes her sammen med egen fornuft for å utvikle resultater som kan svare til problemstillingen. Leveransen i denne masteroppgaven er todelt.

Masteroppgavens hoved leveranser er:

1. En analyse av Ski stasjon som planlagt *skal resultere i en generisk gjennomføringsmodell for jernbaneprosjektering*. Denne skal kunne brukes og tilpasses alle oppdrag innen jernbaneprosjektering. Dette er en del av Multiconsults planlagte utviklingsoppgaver for 2012. Dette arbeidet tar for seg fasen *byggeplan*, altså prosjekteringsfasen av oppdraget. Jeg skal herunder også se på hvordan man bruker gjennomføringsmodellen for å etablere effektive framdriftsplaner for denne typen prosjekteringsoppdrag.
2. En verktøystrategi som viser hvordan Multiconsult kan bruke 3D verktøy på en effektiv måte for å støtte opp under gjennomføringsmodellen.

Sekundærleveransen er også delt i to. Alt ettersom hvor mye tid som går med til hoved leveransen, skal disse aspektene kommenteres:

3. **Prosjektstyring:**

Vurdere hvilke prinsipper som skal legges til grunn for beregning av Earn Value.

4. **Database:**

Utvikle et forslag til hvordan gjennomføringsmodellen kan transformeres til en database som kan fungere som et operativt verktøy for styringen og gjennomføringen av prosjekteringsprosessen. Her presenteres det hvorfor det kan være fordelaktig med en slik løsning.

### Problemstilling

TEMA	Styring av BIM- basert jernbaneprosjektering
<b>Problemstilling</b>	På hvilken måte kan det utvikles og implementeres en gjennomføringsmodell som forbedrer Multiconsults effektivitet i prosjekteringen av jernbaneoppdrag?

<b>Aktuelle forskningsspørsmål</b>	<p>Hvordan foregår et typisk oppdrag innen jernbaneprosjektering, og hvilke fagdisipliner inngår?</p> <p>Hvordan kan gjennomføringsmodellen, gjennom en brukervennlig database, implementeres i kommende jernbaneoppdrag?</p> <p>Hvordan kan en verktøystrategi bedre effektiviteten i jernbaneoppdrag?</p>
------------------------------------	---

### Gjennomføringsmodell

En generisk gjennomføringsmodell er en mal på hvordan et oppdrag skal gjennomføres i Multiconsult. Hovedhensikten med modellen er bedre og mer standardisert planlegging av oppdragene, noe som er essensielt for et vellykket oppdrag. En slik modell vil gi alle prosjektdeltagere et tydeligere bilde av hvem som skal gjøre hva, i hvilken rekkefølge, til hvilket nivå og i hvilken fase. Gjennomføringsmodellen er et viktig verktøy for å avstemme gjennomføringen med kunden.

Et hvert prosjekt er unikt, noe som gjør at den generiske gjennomføringsmodellen alltid må tilpasses det aktuelle oppdraget i større eller mindre grad. Samtidig har mange kunder også sine egne gjennomføringsmodeller, disse må også tas hensyn til i hvert enkelt oppdrag. Likefullt tilstrebes en kontinuerlig utvikling og forbedring av den generiske gjennomføringsmodellen ettersom flere prosjekter gjennomføres. Dette skjer ved erfaringstilbakeføring ”Best Practice”-prinsippet.

## Project Overview Statement

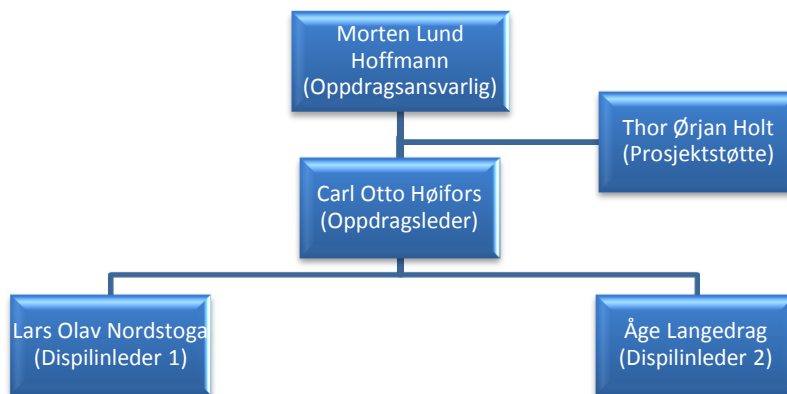
<b>POS</b>	<i>Effektivisering av BIM- basert jernbaneprosjektering - Med utgangspunkt i Ski stasjon</i>	<b>Dato:</b>  <b>20.02.12</b>
<p><b>Problem:</b></p> <p>De store byggherrene setter ut stadig større prosjekteringskontrakter. I motsetning til tidligere da de ulike fagene ofte ble kontrahert atskilt, og gjerne fra flere forskjellige rådgivere, ønsker de nå at de store rådgiverne skal ta et totalansvar for hele den prosjekterte løsningen.</p> <p>Dette krever mer profesjonell styring og ledelse av store prosjekteringsorganisasjoner der tverrfaglig forståelse er fundamentalt. De rådgiverne som klarer å utvikle effektive gjennomføringsmodeller og systemer for tverrfaglig samhandling vil ha konkurransefortrinn i forhold til sine konkurrenter.</p> <p>Multiconsult legger ressurser i utviklingen av gjennomføringsmodeller innen samferdsel. I dette prosjektet skal jeg studere det pågående oppdraget Ski stasjon, og bidra til utviklingen av en gjennomføringsmodell for byggeplan.</p>		
<p><b>Hovedmål:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Bidra til utviklingen av en gjennomføringsmodell for Ski stasjon byggeplan og jernbaneoppdrag</i></li> </ul>		
<p><b>Delmål:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tilegne meg kunnskap om organisasjonskulturen, rutinene og prosjektgjennomføringen slik den foregår i Multiconsult</li> <li>2. Tilegne erfaringsbasert kunnskap om styring av Ski Stasjon</li> <li>3. Se på dagens begrensninger samt det fremtidige potensialet knyttet til 3D-moddelingsverktøy (BIM) for Ski stasjon og jernbaneprosjektering generelt.</li> </ol>		
<p><b>Suksessfaktorer:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tilstrekkelig tid til å bli kjent med Multiconsult og Ski stasjon</li> <li>2. Involvering av nøkkelpersoner</li> <li>3. Utvikle tilfredsstillende målformulering som gir hensiktsmessig leveranse</li> <li>4. God oppfølging fra Multiconsult</li> </ol>		
<p>Forutsetninger (F), risiko (R), hindringer (H):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. God innsikt i Multiconsults arbeid og prosjektstyring (F)</li> <li>2. Grundig teoretisk søk innenfor relevante emner (F)</li> <li>3. Sitter ikke permanent i Oslo (R/H)</li> <li>4. Produkt ikke brukervennlig nok (R)</li> </ol>		

## Styringspunkter

En god planleggingsfase kan vise seg å være livsnerven til et prosjekts suksess. Det er derfor essensielt å legge vekt og ressurser i planleggingen. I dette kapittelet presenteres prosjektets deltagere, tids- og møteplan, risiko og hvordan prosjektet skal foregå.

### Organisasjonsbeskrivelse

Organiseringen av masteroppgaven er forsøkt gjennomført lik et virkelig prosjekt som føres i Multiconsult. Dette for å skape kjennskap til bedriften, fremgangsmåter, rutiner, etc.



L.O.N: - Utvikling av gjennomføringsmodell og databaseløsning (prosess)

Å.L: - Teknologiutvikling, 3D- verktøy/BIM

I første omgang skal jeg se på begge aspektene, *både teknisk og prosess*. Hvorvidt det skal legges lik vekt på de to aspektene utredes i løpet av litteratursøkperioden som løper ut mars.

### Sammenheng

En del av gjennomføringsmodellen er en beskrivelse av hvilke objekter og tilhørende modningsnivå på objektene som skal inn i 3D-modellen. Det skal også beskrives når objektene skal inn fra de ulike disiplinene. Dette gjør at sammenhengen mellom BIM og gjennomføringsmodell spiller en stor rolle i målet om en operativ gjennomføringsmetode i S&I.

## Tidsplan/milepælsplan

Det er blitt laget en slik plan i ISY plan. Den er lagt åpen slik at veiledere kan gå inn og følge med på fremdriften av masteroppgaven.

## Møteplan

Det må gjennom arbeidet med masteroppgaven foreligge faste oppfølgingsmøter med en fast møtестruktur. Dette er viktig for å sikre at jeg når mine mål og klarer å oppdrive gode resultater.

### Statusmøte/oppfølgingsmøte

Deltagere: Lars Olav Nordstoga, Morten Lund Hoffmann, Carl Otto Høifors, Åge Langedrag, Thor Ørjan Holt

Tidspunkt: Første dagen i hver Oslo periode

Dette møtet blir spesielt viktig i denne oppgaven da jeg kommer til å pendle regelmessig mellom Trondheim og Oslo. Dette medfører kontinuerlig oppfølging av oppgaven og spørsmål/vanskeligheter som måtte dukke opp.

### Oppklaringsmøter

Utenom statusmøtene har jeg ikke lagt opp til andre kategorier av faste møter. Jeg kommer til å innkalle til møter og intervjuer når jeg mener det bør foreligge, en form for oppklaringsmøter. Denne type møter kommer hovedsakelig til å ta sted i mars/april.

### Diverse møter

I tillegg kommer jeg til å få muligheten til å bli med på møter som kan være relevante for min masteroppgave. Min rolle her vil være flue på veggen, men jeg vil forsøke å involvere meg dersom det er noe jeg lurer på eller hvis jeg har innspill.

### Møtereferat

Etter samtlige av møtene, uansett kategori og involvering, vil det føres møtereferat som arkivers for eventuelt senere bruk.

## Risikovurdering/-analyse

En generell risikoanalyse er en prosess som i stor grad handler om å planlegge et arbeid, gjennomføre risikoanalyse og en risikoevaluering. Kort sagt kan dette sies å være arbeidet med å identifisere uønskede hendelser, analysere og evaluere risiko, for så å utvikle risikoreduserende tiltak (Standard Norge, 2008). I denne masteroppgave ser jeg følgende potensiell risiko:

Risiko	Hva kan gå galt?	Sannsynlighet	Konsekvenser	Tiltak
Halve tiden i Oslo og halve tiden i Trondheim.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kan miste dyrebar tid i caseprosjektet</li> <li>Mister kontinuitet i personlige forhold i prosjekt</li> <li>Får ikke umiddelbar</li> </ul>	Stor	Dårligere resultat enn om jeg hadde vært permanent i Oslo.	Bruke tiden godt under oppholdene i Oslo. Være forberedt til møter og aktiv.

	veiledning når det oppstår behov			
<i>Vanskelig å oppdrive teori om jernbane-prosjektering</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Finner ikke nok teori for å skape troverdighet</li> </ul>	Middels	Ikke tilstrekkelig kunnskap om jernbane-prosjektering	Bruke nøkkelpersoner i Multiconsult og hos JBV.

## Teoriplan

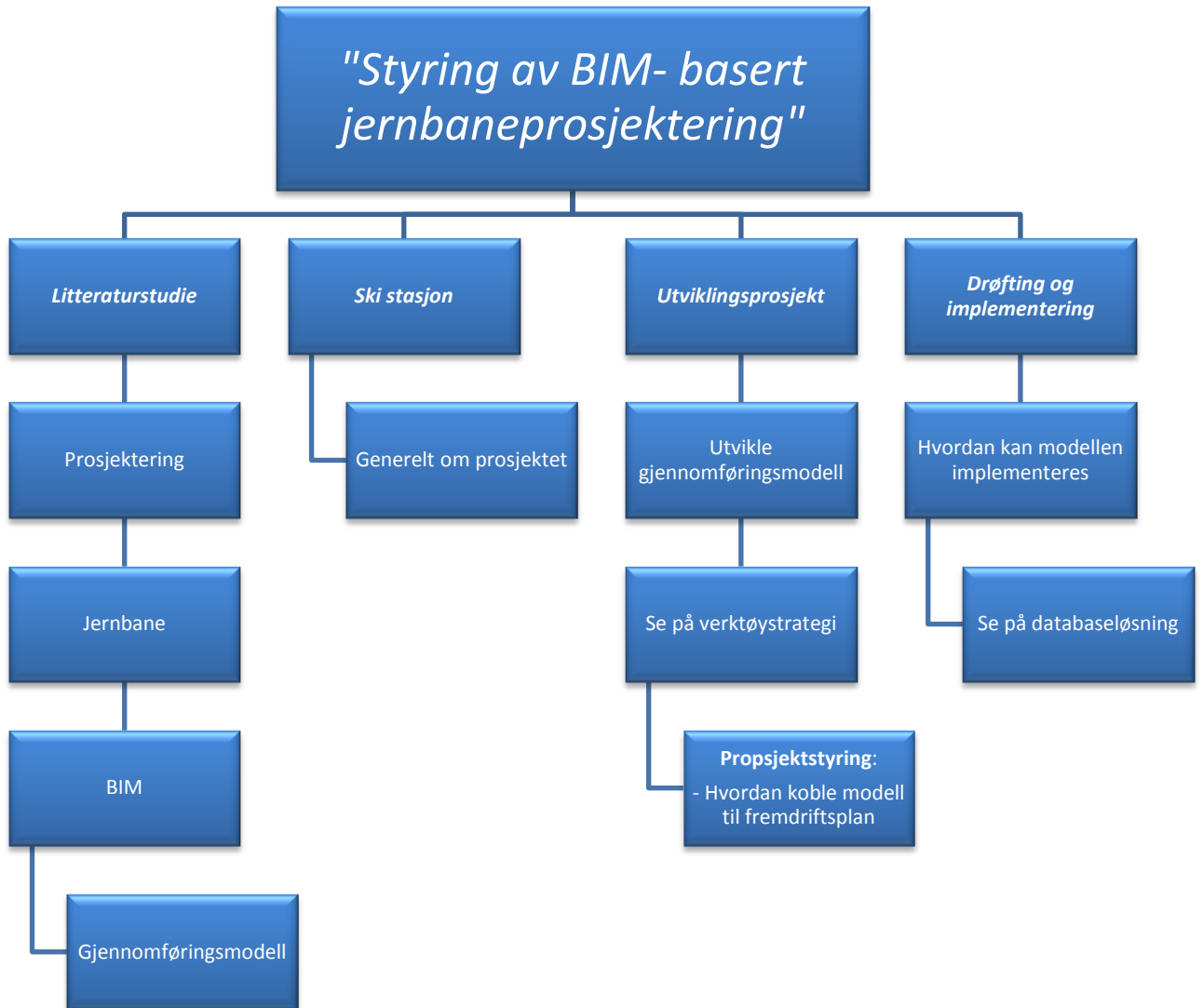
En strukturert teoridel er en viktig del av en masteroppgave. Denne resulterer i et solid stykke teori som skal benyttes for å underbygge diskusjonen rundt problemstillingen og eventuelle resultater. Det forventes i en slik oppgave at det benyttes teori i tilknytning til problemstillingen, men også noe annen litteratur. Teori som ikke benyttes til å diskutere resultatene er kandidater til å fjernes i sluttredigeringen.

I denne masteroppgaven er hoved leveransen en gjennomføringsmodell for jernbaneoppdrag samt en verktøystrategi for 3D-modellering. Jeg ønsker en ryddig struktur på litteraturgjennomgangen. Jeg har forespeilet meg en struktur for teoridelen med utgangspunkt i denne sammensetningen:

1. Prosjektering
  - a. Prosjektering generelt
  - b. Prosjektering i Multiconsult
2. Jernbane
  - a. Generelt om jernbaneprosjekter: prosessen
  - b. Jernbaneprosjektering
    - i. Beskrivelse fagdisipliner
      1. Hos Jernbaneverket
      2. Hos Multiconsult
  - c. Jernbaneprosjektering i Multiconsult
3. BIM
  - a. BIM generelt
  - b. Viktigheten av BIM i bransjen, sett mot samferdsel
  - c. BIM i jernbaneprosjektering
  - d. BIM i Multiconsult
4. Gjennomføringsmodell
  - a. Generelt
  - b. Gjennomføringsmodell veg (Dette kanskje inn under CASE om utviklingsprosjekt)
  - c. Gjennomføringsmodell jernbane



## Work Breakdown Structure



## Vedlegg 8 - Håndbøker

### Håndbok 138- Modellgrunnlag

Denne håndboka er nødvendig å ha kjennskap til da hele, eller deler, av denne legges til grunn for prosjekter som utføres for SVV og eventuelt JBV.

#### Generelt

Håndbok 138 i SVV's håndbokserie stiller krav til hvordan grunnlagsdata og 3D-modeller skal utarbeides, bestilles og leveres. Denne gjelder for *vegprosjekter* og er relevant for Ski stasjon da deler av prosjektet er vegplanlegging.

Formålet med HB138 er (Statens Vegvesen, 2012):

- 3D prosjektering for alle fag
- Forståelig kvalitetskrav til grunnlagsdata
- Standardisering av modeller
- Standardisering av objekter
- Åpne formater
- Bidra til at modeller blir brukt som grunnlag i byggefase
- Standardisere sluttdokumentasjon til fasene

#### Grunnlagsdata

Grunnlagsdata omfatter all dokumentasjon som skaper utgangspunkt for planlegging, prosjektering og bygging av et vegprosjekt. Dagens situasjon skal beskrives tilstrekkelig ved å anskueliggjøre objekter under og over bakkeplan. Denne dataen skal beskrive fysiske, miljøfaglige, juridiske og infrastrukturmessige forhold. Fysisk kan være en rørledning mens juridisk er reguleringsplaner og eiendommer.

#### Modelldata

I et modellbasert prosjekt utarbeides digitale 3D-modeller for planlegging-, prosjektering- og byggefase. HB138 gjelder da i sin helhet. Det er i denne håndboka definert 2 modelltyper; grunnlagsmodeller og fagmodeller. Grunnlagsmodellene er bygget på grunnlagsdata, mens fagmodellene er en sammenstilling av objekter fra et fagområde. Disse typene settes sammen til 5 forskjellige modellkategorier som skal utarbeides underveis i et prosjekt, se Tabell 23.

Tabell 23 Modellkategorier

Modellkategori	Beskrivelse
<b>Virkelighetsmodell</b>	Modellen skal beskrive situasjonen slik den er før inngrep gjøres, med utgangspunkt i grunnlagsdata. Denne er en sammensetning av grunnlagsmodellene Terrengflate-, Grunnforholdsmodell og Eksisterende objekter.
<b>Planmodell</b>	Dette er en beskrivelse av det som skal bygges nytt. Alle de forskjellige fagene setter sammen sine delmodeller til en felles planmodell.
<b>Fremtidsmodell</b>	Denne modellen er en sammenstilling av plan- og

	virkelighetsmodellen. Dette gjør at man kan gjøre kollisjonskontroll mellom fagene og eksisterende objekter, undersøke om arealet og grunnforholdene passer til det prosjekterte materiellet osv.
<b>Presentasjonsmodell</b>	En slik modell vil være viktig for å visualisere et prosjekt for kunden eller brukergrupper. Den presenterer området slik det vil bli etter ferdigstillelse. Filmer og animasjoner har visuelle effekter som bevegelse, lyssetting, årstid og lyd som gir et realistisk bilde av slik det faktisk kommer til å bli.
<b>As-built-modell</b>	Modellen presenterer prosjektet slik det faktisk er blitt bygget, oppdatert med endringer, og vil danne grunnlag for FDV-planene.

### *Håndbok 139- Tegningsgrunnlag*

Denne håndboken er utarbeidet for planlegging og prosjektering av stam-, riks- og fylkesveger. Den benyttes for utarbeidelse av vegenes tekniske planer. De tekniske tegningene består av oversikts- og reguleringsplaner, prosjektering, bygging og as-built-tegninger. Fokuset er tegningsoppbyggingen med et bevisst bruk av farger og symboler og en ryddig presentasjon.

Før HB138 var ferdig var det HB139 som var gjeldende. For tegningsbaserte prosjekter vil kun krav til grunnlagsdata være gjeldende fra HB138. Håndboken består av to deler; generell- og tegningsdel. Den generelle tar for seg formelle krav til tekniske planer, presentasjon av tegninger og prosjektering, mens tegningsdelen består av krav og anbefalinger til hva de ulike tegningstypene bør bestå av (Statens Vegvesen, 2007).