

Fornebubanen

Gjennomføringsmodell og kontraktstrategi

Martin Reiten

Magnus Svare

Bygg- og miljøteknikk (2-årig)

Innlevert: juni 2016

Hovedveileder: Amund Bruland, BAT

Medveileder: Ola Lædre, BAT
Pål Drevland Jakobsen, BAT

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



Oppgavens tittel: Fornebubanen – gjennomføringsmodell og kontraktstrategi	Dato: 08.06.2016 Antall sider (inkl. bilag): 107
	Masteroppgave <input checked="" type="checkbox"/> Prosjektoppgave <input type="checkbox"/>
Navn: Martin Reiten og Magnus Svare	
Faglærer/veileder: Amund Bruland	
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Ola Lædre og Pål Drevland Jakobsen	

<p>Ekstrakt:</p> <p>Hensikten med masteroppgaven er å utarbeide aktuelle gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier for Fornebubanen. Det har blitt utarbeidet og besvart to problemstillinger; hvilke faktorer er avgjørende for valg av gjennomføringsmodell og kontraktstrategi på Fornebubanen og hvem bør bestemme drivemetode.</p> <p>Metodene som er benyttet for å besvare disse problemstillingene er et generelt litteraturstudium og fire case der det er benyttet kvalitative intervju og dokumentstudium for å undersøke disse.</p> <p>Resultatene viser at prosjektspesifikke faktorer er avgjørende for disse valgene. Prosjektets risiko, kompleksitet, omgivelser, mål og rammebetingelser er alle avgjørende faktorer. Jo tidligere disse faktorene er fastsatte, jo enklere vil det bli å plassere risikoen i prosjektet.</p> <p>Rapporten konkluderer med at for Fornebubanen er det viktig å involvere entreprenøren på et tidlig tidspunkt i prosessen. Aktørene skal jobbe tett sammen i utviklingsfasen, for å utnytte all kompetanse. Valg av drivemetode bør komme naturlig i løpet av utviklingsfasen, ut fra prosjektets funksjonsbeskrivelser og rammebetingelser.</p>

Stikkord:

1. Fornebubanen
2. Kontraktstrategi
3. Gjennomføringsmodell
4. Drivemetode

Martin Reiten

Magnus Svare

Forord

Masteroppgaven er utarbeidet våren 2016 av Martin Reiten og Magnus Svare ved institutt for bygg, anlegg og transport ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).

Masteroppgaven er en delvis videreføring av arbeidet som ble gjort i prosjektoppgaven høsten 2015. I prosjektoppgaven ble det sett på muligheten for tunnelboremaskin som drivemetode på Fornebubanen. Masteroppgaven tar for seg gjennomføringsmodell og kontraktstrategi, samt hvilken aktør som bør bestemme drivemetoden på Fornebubanen.

Valg av tema ble gjort på bakgrunn av egne interesser og NTNUs forslag om å skrive en oppgave om Fornebubanen. Gjennom arbeidet med oppgaven har undertegnende fått innsikt i hvordan store og kompliserte samferdselsprosjekter gjennomføres. Å jobbe med et dagsaktuelt prosjekt har til tider vært utfordrende. En uklar byggherresituasjon, svært mange interessenter og et teknisk utfordrende prosjekt har sørget for at det har vært mye å sette seg inn i.

Det har blitt gjennomført tolv intervjuer for å besvare problemstillingene. Det rettes en stor takk til Pål Egil Rønn (AF Gruppen), Ståle Rød (Skanska), Håkon Tjomsland (NCC), Jørn Gjennestad (Veidekke) og et femte firma som stilte med to personer som ønsket å være anonyme. Vi vil også rette en stor takk til Erik Smith, Anne Kathrine Kalager, Stian Ekornaas og Brede Nerموen fra Jernbaneverket og Ingeborg Krigsvoll fra Sporveien. Det rettes og en stor takk til Eivind Grøv (SINTEF) og Anders Beitnes (WSP Norge).

Våre veiledere, Amund Bruland, Ola Lædre og Pål Drevland Jakobsen fortjener en spesiell takk for gjennomført veiledning, nyttige faglige diskusjoner og innspill gjennom prosessen. Ola Lædre fortjener også en ekstra takk for samarbeidet med artikkelen som ble publisert i Byggeindustrien.

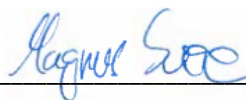
Vi ønsker å takke Mari S. Graven og Martin Steffensen (GPT) for korrekturlesing.

Forfatterne ser frem til å følge utviklingen i bransjen og håper at det blir et økende fokus på å hente inn riktig kompetanse i prosjekters kritiske faser.

Martin Reiten



Magnus Svare



Trondheim 8. juni 2016

Sammendrag

Rapportens formål er å se på hvilken gjennomføringsmodell og kontraktstrategi som er mest gunstig, samt hvilken aktør som bør bestemme drivemetode på Fornebubanen. Det har blitt utarbeidet og besvart to problemstillinger, «Hvilke faktorer er avgjørende for valg av gjennomføringsmodell og kontraktstrategi på Fornebubanen» og «Hvem bør ta valget om drivemetode på Fornebubanen».

Metodene som er benyttet for å besvare problemstillingene er et generelt litteraturstudium og fire case der det er benyttet kvalitative intervju og dokumentstudium for å undersøke disse. Det er foretatt totalt tolv intervjuer. Fem av intervjuene er utført med lederrepresentanter fra riksentreprenørene Veidekke, NCC, Skanska, AF og et femte firma som ønsker å være anonym. Fra byggherresiden er det gjennomført fem intervjuer med representanter fra henholdsvis Jernbaneverket og Sporveien. Intervjuobjektene fra Jernbaneverket er representanter fra referanseprosjektene, som er Gevingåsen jernbanetunnel, Bærumstunnelen, Ulriken og Follobanen. I tillegg er det foretatt to intervjuer med fagpersoner fra henholdsvis SINTEF og WSP Norge.

Det er valgt å se på fire referanseprosjekter, der samtlige er jernbanetunnelprosjekter. Dette skyldes at det ikke finnes noen relevante T-banetunnelprosjekter i Norge som er sammenlignbare med Fornebubanen. Intervjuobjektene er valgt for å få belyst synspunktene til både byggherrer og entreprenører.

Resultatene viser at prosjektspesifikke faktorer er avgjørende for valg av gjennomføringsmodell og kontraktstrategi. Avgjørende faktorer er prosjektets risiko, prosjektets kompleksitet og omgivelser, prosjektets mål og rammebetingelser og prosjektets byggherre. Desto bedre en klarer å avdekke og tegne opp disse faktorene, større blir sannsynligheten for å finne den riktige gjennomføringsmodellen og kontraktstrategien for det enkelte prosjekt.

Fordeling av risiko og ansvar er en avgjørende faktor for valg av kontraktstrategi. Prosjekter med tilbud langt over beregnet budsjettestimat skyldes i mange tilfeller feil plassering av risiko. For å unngå store risikopremier må derfor risikoen plasseres på den aktøren som best kan påvirke risikoen. For eksempel må byggherren bære risikoen for geologien. Risiko for optimal driving av tunnelen skal derimot plasseres på entreprenøren.

For enkle «rett-frem-prosjekter» er det mest hensiktsmessig å involvere entreprenøren i utførelsesfasen. I dagens marked blir ofte entreprenørkunnskapen for dårlig utnyttet. For komplekse prosjekter, som

Fornebubanen, er derimot hensiktsmessig med mer utradisjonelle gjennomføringsmodeller der entreprenørene blir involvert i utviklingsfasen. Dette for å utnytte riktig kompetanse til riktig tid.

Man bør vente til etter utviklingsfasen med å bestemme kontraktstype, da man ikke kjenner til de avgjørende faktorene for valg av kontraktstype før slutten av denne fasen. Det er fullt mulig å kombinere de ulike gjennomføringsmodellene og kontraktstypene.

Rapporten konkluderer med at for Fornebubanen er det viktig med tidlig involvering av entreprenøren. Prosjektets aktører skal jobbe tett sammen i utviklingsfasen. Valg av drivemetode bør komme naturlig i løpet av utviklingsfasen, ut fra prosjektets funksjonsbeskrivelser og rammebetingelser.

Ved å involvere de riktige aktørene til riktig tid vil man ha større forutsetninger for å avdekke risikoen i prosjektet, finne de optimale løsningene og den mest hensiktsmessige utførelsesmetoden. Slik vil en ha større forutsetninger for å innfri prosjektets målsetninger innenfor rammebetingelsene.

Summary

There are two purposes of this report. The first is to explore which implementation model and which contract strategy that is the most beneficial. The second is to consider which operator that should be responsible for the choice of excavation method at the Fornebu Line. Thus, the following two problems have been addressed: «Which factors are decisive for the choice of implementation model and contract strategy at the Fornebu Line?» and «Who should be responsible for the choice of excavation method at the Fornebu Line?»

To address these problems there has been conducted a literature review as well as analyses of four reference projects. To analyse the projects, the methods employed are document analysis and interviews. In total, there have been conducted twelve interviews, five of which with leading representatives from national contracting firms (Veidekke, NCC, Skanska, AF and one which has requested to remain anonymous), five of which with representatives from two contracting clients (Norwegian National Rail Administration and Sporveien Oslo AS) and two of which with researchers from SINTEF and WSP Norway. The interviewees from the Norwegian National Rail Administration are representatives from the four reference projects, which are the Gevingåsen Tunnel, the Bærum Tunnel, the New Ulriken Tunnel and the Follo Line.

Four reference projects have been investigated, of which all are railway tunnel projects. The reason behind this decision is that there are no subway tunnel projects in Norway comparable to the Fornebu Line. The interviewees have been selected in order to ascertain views from both builders and contracting firms.

The results show that project-specific factors are decisive for the choice of implementation model and contract strategy. These factors are the risk of the project, its complexity, its surroundings, its goals, its framework conditions and its contracting client. The better one calculates these factors, the more the probability of discovering the appropriate implementation model and contract strategy increases.

Distribution of risks and responsibilities are decisive factors for choice of contract strategy. When the bids are exceeding the estimated budget of a project, this is in many cases caused by incorrect distribution of risk. Therefore, in order to avoid big risk premiums, one must distribute the risks to each operator's area of influence. For example, the contracting client must be distributed the risks related to geology, whereas the risks related to the excavation of the tunnel must be distributed to the contracting firm.

For plain «straightforward projects» it is most appropriate to involve the contracting firm in the implementation phase. In the current market, the knowledge of the contractors is often poorly employed. For complex projects, such as the Fornebu Line, it is appropriate with less traditional implementation models with involvement from the contractors also in the development phase of the project. One must employ the appropriate competence at the right time.

One should delay until after the development phase with deciding on contract strategy, as one does not have sufficient knowledge about the decisive factors for choice of contract strategy prior to this. It is possible to combine the different implementation models and contract strategies.

The report concludes that for the Fornebu Line project it is important with early involvement of the contracting firm. The operators should work closely together in the development phase. Choice of excavation method should come as a natural result of the development phase, based on the project's functional description and framework conditions.

By involving the right operators at the right times, the probability of identifying the project's risks, discovering its optimal solutions and its appropriate excavation method increases. Consequently, the chances of fulfilling the objectives of the project within its framework conditions will also increase.

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Formål.....	1
1.3	Problemstilling.....	2
1.4	Avgrensing	2
1.5	Oppgavens oppbygning	3
2	Fornebubanen.....	5
2.1	Om prosjektet	5
2.2	Trasévalg	5
2.3	Geologi	6
2.4	Foreløpige tekniske bestemmelser.....	7
2.5	Byggherreorganisasjon	7
3	Metode	9
3.1	Generelt.....	9
3.2	Litteratursøk	10
3.3	Casestudie	13
3.4	Dokumentstudie	18
3.5	Intervjuer	19
4	Drivemetoder	25
4.1	Bakgrunn	25
4.2	TBM.....	25
4.3	Konvensjonell drift	30
4.4	Oppsummering drivemetoder	34
5	Gjennomføringsmodell og kontraktstrategi	39
5.1	Definisjoner	39
5.2	Gjennomføringsmodell.....	39
5.3	Kontraktstrategi	42
6	Resultat og diskusjon	53
6.1	Gjennomføringsmodell og kontraktstrategi.....	53
6.2	Hvem bør bestemme drivemetode.....	65
7	Konklusjon	71
7.1	Gjennomføringsmodell og kontraktstrategi.....	71
7.2	Hvem bør bestemme drivemetode.....	72
7.3	Avslutning	73
8	Videre arbeid.....	75
	Referanser	77
	Publikasjoner	83
	Vedlegg.....	87

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

De siste årene har det vært en klar tendens med større kontrakter innen samferdselsprosjektene i Norge. Fremtidsutsiktene er at utviklingene vil fortsette og kontraktene vil bli enda større og mer kompliserte (Brekhus, 2016). Dagens anleggsbransje er veldig tradisjonell og preges i stor grad av utførelsesentrepriser, der entreprenøren involveres etter utviklingsfasen. Spørsmålet er om dette er riktig gjennomføringsmodell for fremtidens store og komplekse prosjekter. Det er derfor nødvendig med en vurdering av aktuelle gjennomføringsmodeller for å være bedre rustet til å gjennomføre fremtidens samferdselsprosjekter.

Fornebubanen er en planlagt T-banestrekning mellom Fornebu og Majorstuen, der hele banens lengde, i overkant av 8 km, er planlagt lagt i tunnel. I forkant av denne rapporten ble det av undertegnede skrevet en prosjektoppgave som omhandlet bruken av tunnelboremaskin (TBM) på Fornebubanen. Funnene i prosjektoppgaven viste at TBM kan være et alternativ til konvensjonell drift. Det ble derfor anbefalt å gjennomføre grundige utredninger før et endelig valg av drivemetode kan fattes.

Det ble i masteroppgaven besluttet å bruke funnene fra prosjektoppgaven til å gå videre og se på hvilke gjennomføringsmodeller som er mest egnet for å kunne bestemme riktig drivemetode på Fornebubanen. Dette spørsmålet har stor samfunnsøkonomisk betydning. De tradisjonelle modellene som benyttes i dag legger i liten grad opp til at entreprenørene skal få være med å ta de kritiske avgjørelsene i prosjektets tidlige faser. Det å velge riktig gjennomføringsmodell og kontraktstrategi for de enkelte prosjekt vil være av stor samfunnsøkonomisk nytte.

1.2 Formål

Formålet med rapporten er å se på hvilken gjennomføringsmodell og kontraktstrategi som er mest gunstig, samt hvilken aktør som bør bestemme drivemetode på Fornebubanen. Det er ønskelig at rapportens konklusjon skal være overførbare til andre komplekse samferdselsprosjekter.

1.3 Problemstilling

Problemstillingen for prosjektoppgaven var følgende; «Er TBM et alternativ for Fornebubanen?». Dette er besvart i prosjektoppgaven og det oppfordres til en ytterlig vurdering av drivemetoder (Svare og Reiten, 2015a). Det var arbeidet med prosjektoppgaven som utviklet to problemstillinger som denne rapporten tar utgangspunkt i. Bakgrunnen for valg av problemstillinger var en mistanke om at hvis feil aktør tar de kritiske valgene i komplekse samferdselsprosjekter, kan dette føre til feil valg og feil plassering av risiko. Problemstillingene som ble valgt er følgende:

1. Hvilke faktorer er avgjørende for valg av gjennomføringsmodell og kontraktstrategi på Fornebubanen
2. Hvem bør ta valget om drivemethode på Fornebubanen.

Problemstillingene henger tett sammen. Problemstilling 1 tar for seg det store bildet av prosjektet, altså fra idéfasen til bruksfasen. Det er disse faktorene som styrer hvordan prosjektet bør gjennomføres. Ved å velge riktig gjennomføringsmodell og kontraktstrategi vil man ha større forutsetninger for å oppnå et vellykket prosjekt. Svaret på denne problemstillingen er ment som en anbefaling til gjennomføringsmodell og kontraktstrategi på Fornebubanen.

Problemstilling 2 tar for seg en mindre del av prosjektet, nemlig valg av drivemethode. Valget av drivemethode har mye å si for om et tunnelprosjekt skal bli vellykket, og med en oppblomstring av TBM-prosjekter i Norge er dette en høyst aktuell problemstilling. Problemstillingen er ment for å besvare hvilken aktør som skal bestemme drivemetoden og hvordan denne prosessen bør gjennomføres. Dette henger som nevnt tett sammen med problemstilling 1 som avgjør når i prosjektet de ulike aktørene skal bli engasjert.

1.4 Avgrensning

Mye av avgrensingen ble gjort allerede under arbeidet med prosjektoppgaven, da det her ble besluttet å skrive om Fornebubanen. Dette prosjektet er en sjelden stor utbygging av T-banesystemet i Oslo, og det finnes derfor ingen relevante referanseprosjekt i Norge. Det ble derfor valgt å fokusere på jernbaneprosjekter ettersom dette er mer sammenlignbart enn veiprosjekter. Til tross for at oppgaven omfatter Fornebubanen, mener forfatterne at resultatene er overførbare til andre prosjekter, og spesielt komplekse samferdselsprosjekter. Selv om problemstilling 2 omhandler valg av drivemethode, kan dette overføres til valg av øvrige utførelsesmetoder.

Det ble valgt fire referanseprosjekt på bakgrunn av tunnelens lengde, tverrsnitt, drivemetode, kostnadsnivå og tidsperiode for driving. Det ble etter samtale med veileder anslått at fire prosjekter var et fornuftig antall å forholde seg til med tanke på oppgavens omfang. Det ble valgt to prosjekter som ble drevet ved hjelp av konvensjonell drift og to prosjekter drevet med TBM. Alle prosjektene er av nyere dato. To ble ferdigstilt i 2011 og to er per mai 2016 i drift. Det er stor differanse i prosjektenes kostnadsnivå. Det billigste hadde en kostnadsramme på overkant av 600 mill. kr. og det dyreste på rundt 25 mrd. kr. Fornebubanen hadde i 2012 et kostnadsestimert på 10 mrd. kr.

Det settes som forutsetning at aktuelle drivemetoder er konvensjonell drift og TBM. Dette er de to mest brukte drivemetodene, og anses som mest aktuelle også på Fornebubanen. Det er likevel flere usikkerheter som må hensyntas når det endelige valget skal tas. Det må bestemmes om det skal bygges med ett eller to løp ettersom dette er faktorer som avgjør hvor mange tverrslag tunnelen må ha. Hvis det velges TBM må det tas stilling til maskinvalg, altså hvilken type TBM en skal benytte. Det finnes i hovedsak tre grupper; enkeltskjoldet, dobbeltskjoldet og åpen TBM. Hvis det velges konvensjonell drift må det utredes hvordan en kan sikre mest mulig effektiv driving der både oppmåling, boring, sprenging, lasting, ventilasjon og utkjøring er vesentlige faktorer.

1.5 Oppgavens oppbygning

I kapittel 2 gis leseren en introduksjon til prosjektet Fornebubanen. Her blir banens trasé, lengde, tidsperspektiv og den foreløpige organiseringen av prosjektet beskrevet.

I metodekapitlet er det en beskrivelse av metodene som er benyttet i rapporten. Det er beskrevet i detalj hvordan de ulike metodene er benyttet, i tillegg til en vurdering av deres validitet og reliabilitet.

Rapporten har to teorikapitler. I den første delen, «Drivemetoder», beskrives hvilke drivemetoder som kan benyttes på prosjektet. I teoriens andre del «Gjennomføringsmodell og kontraktstrategi» beskrives aktuelle gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier.

Rapportens resultat- og diskusjonskapittel er slått sammen der resultatene presenteres og diskuteres fortløpende. Problemstilling 1 består av fem temaer som diskuteres for å danne en konklusjon. Problemstilling 2 består av én del. Videre følger konklusjonskapittelet, som også er delt etter problemstillingene. Etter konklusjonen er det et kapittel om videre arbeid, som tar for seg hvordan

tematikken i rapporten kan videreføres. Avslutningsvis er et kapittel viet til publikasjoner undertegnende har utarbeidet i forbindelse med masteroppgaven.

2 Fornebubanen

2.1 Om prosjektet

Fornebubanen er en planlagt T-banetrase mellom Fornebu i Bærum og Majorstuen i Oslo. Prosjektet er et ledd i kollektivtrafikkens satsingen for å møte den forventede befolkningsveksten i Osloområdet, avlastning av E18 vestover og sørge for tilstrekkelig tilbud til det forholdsvis nye industri- og boligområdet på Fornebu. Det er av stor samfunnsmessig betydning at økningen i trafikken som oppstår som følge av befolkningsveksten tas kollektivt. Fornebubanen er således et viktig prosjekt for å sikre at disse målene innfris.

Fornebubanen er delt inn i to parseller. Parsell 1 ligger i Bærum kommune, fra Fornebu senter til Lysaker. Parsell 2 ligger i Oslo kommune og fortsetter fra Lysaker til Majorstuen. Total trasélengde er rundt 8150 m, fordelt på ca. 3100 m i Bærum og 5050 m i Oslo. Banen vil i sin helhet bli lagt under bakken og planlegges med totalt 7 stasjoner inkludert Fornebu senter og Majorstuen. De øvrige stasjonene er Flytårnet stasjon, Arena stasjon, Lysaker stasjon, Vækerø stasjon og Skøyen stasjon (Norconsult, 2015).

Per februar 2016 er år 2021 blitt satt som frist for ferdigstillelse av Fornebubanen. For at dette skal være realistisk må byggestart starte i løpet av 2017, alternativt er byggestart i 2018 og ferdigstillelse i løpet av 2022 (Ruter 2015). Akershus Fylkeskommune er sammen med Oslo kommune ansvarlig for finansieringen av Fornebubanen som per 2012 var estimert til rundt 10 mrd. kr. Det er blitt uttalt at staten skal dekke 50% av finansieringen, noe Solberg-regjeringen bekreftet høsten 2014 og i statsbudsjettet for 2015 var det satt av 25 mill. kr. i planleggingsmidler for Fornebubanen (Byggeindustrien, 2014).

2.2 Trasévalg

Traséen som presenteres i rapporten er samsvarende med den Norconsult og Ruter har kommet frem til og det antas at denne blir gjeldene i det endelige forslaget.

Det som i reguleringsplanen utarbeidet av Norconsult (2014a) kalles for parsell 1 er den delen av traséen som går fra Fornebu Senter til Lysaker. Parsellene er delt opp etter kommune, og parsell 1 ligger i Bærum. Denne parsellen er ca. 3150 m lang og inneholder fire stasjoner. Banen starter ved Fornebu Senter, hvor det også skal etableres lagrings-, verksteds- og vaskehaller for T-banene. Disse konstruksjonene er planlagt utført som en betongkulvert som skal bygges i åpen byggegrop. Tunnelen går videre via kulvert og fjelltunnel til Flytårnet stasjon som blir liggende i fjell ca. 25 m under bakken. Herfra går tunnelen som en

fjelltunnel opp til Arena stasjon som også er en dyp stasjon hovedsakelig sprengt ut i fjell (Norconsult, 2014a). Tunnelen går så videre under Lysakerelven til parsellens siste stopp som blir Lysaker stasjon. Denne skal bygges nord for eksisterende jernbanestasjon.

Parsell 2 er den delen av traséen som ligger i Oslo kommune. Denne starter på Lysaker stasjon og følger E18 til Vækerø stasjon. Her svinger traséen litt nordover og følger parsellen til jernbanen som går mellom Skøyen stasjon og Lysaker stasjon. Fra Skøyen stasjon går traséen nord-øst mot Majorstuen stasjon. Her vil banen gå direkte under Frognerparken før den kommer inn på Majorstuens eksisterende T-banenett.

Figur 1 er et kartutsnitt som viser tenkt trasévalg for Fornebubanen, inkludert plassering av stasjoner.



Figur 1 – Oversikt over Fornebubanen (Byplan Oslo, 2014).

2.3 Geologi

I prosjektoppgaven til Svare og Reiten (2015a) blir det presentert en geologisk modell av traséen til Fornebubanen. Den geologiske modellen viser at det i hovedsak er løsmasser over berg. Mektigheten på løsmassene varierer fra nærmest 0 m til over 10 m. Løsmassene består av marine avsetninger og

forvitret materiale som sand, silt og leire, i tillegg til menneskelig tilførte masser som grus og pukk. Opptredende bergarter er i hovedsak kalkstein, skifer og leirskifer. Prosjektoppgaven konkluderer med at geologien ikke utelukker noen aktuelle drivemetoder.

2.4 Foreløpige tekniske bestemmelser

Per 1. mai 2016 er det ingenting som er vedtatt når det kommer til verken trasévalg, stasjonsplassering, drivemethode eller gjennomføringsmodell og kontraktstrategi. Norconsult har på oppdrag fra Ruter utarbeidet et forslag til løsninger for parsell 1 som denne rapporten i stor grad tar utgangspunkt i.

I Norconsult (2014c) Fagrapport 1-4,5,6-1 fremgår valgt drivemethode ikke i klartekst. Rapporten går likevel langt i å hevde at drivemethode allerede er bestemt da det skrives om sikringsmetoder som benyttes for konvensjonell drift i tillegg til bruk av uttrykk som salvelengde og sprengningstverrsnitt. Rapporten nevner ingenting om å drive tunnelen(e) med TBM, selv om det ikke fremgår av undersøkelser og analyser som slår fast at konvensjonell drift er å foretrekke. Rapporten er ment som et grunnlag for å bestemme plassering av stasjoner, trasévalg og utbyggingsmuligheter. Reguleringsplanen for traséen slår ikke fast om traséen skal føres som ett- eller toløpstunnel, og dette er noe som må hensyntas når drivemetoden skal bestemmes.

Denne rapporten tar utgangspunkt i dokumenter som inngår i reguleringsplanleggingen for parsell 1. Undertegnende anser det som troverdig at det er disse trasévalg og stasjonsplasseringer som blir gjeldene i de endelige bestemmelsene, og den geologiske modellen som er utarbeidet i denne rapporten tar utgangspunkt i eksisterende trasévalg.

2.5 Byggherreorganisasjon

T-banen i Oslo drives av Oslo T-banedrift, et datterselskap av Sporveien Oslo AS, på oppdrag fra Ruter AS (Sporveien, 2016). Sporveien ble foreslått og ønsket selv å være byggherre og utvikler for Fornebubanen, og dette hadde nok blitt utfallet om Fornebubanen i sin helhet lå innfor kommunegrensen til Oslo (Krigsvoll, 2016). Akershus fylkeskommune krevde derimot å eie skinnegangen i Bærum. Da Sporveien er eid av Oslo kommune, medførte kravet at Sporveien ikke kunne være byggherre uten at det kom i konflikt med anskaffelsesreglementet (Krigsvoll, 2016). Våren 2016 ble det derfor besluttet at det vil bli opprettet en egen etat i Oslo kommune som vil være byggherre for Fornebubanen (Svenningsen, 2016).

3 Metode

3.1 Generelt

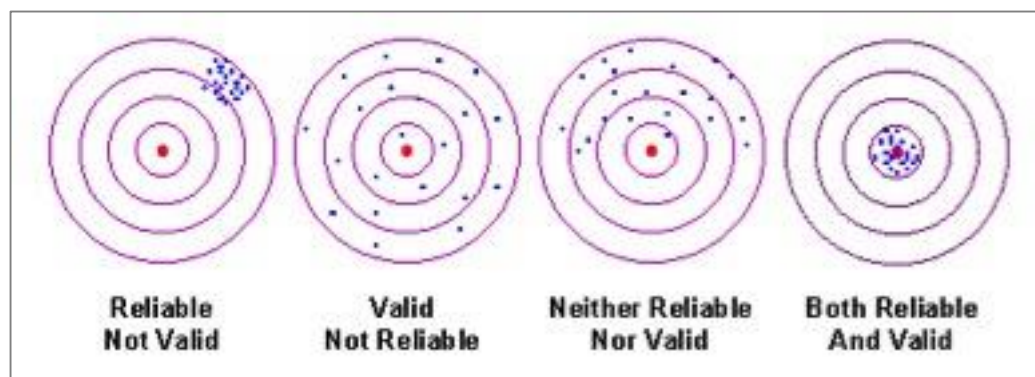
En metode er ifølge Vilhelm Aubert som siteres i Dalland (2012) definert som «en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap». Det benyttes ulike metoder for å finne frem til konklusjoner i forskjellige fagfelt. Det er ikke nødvendigvis gitt at én bestemt metode innen et forskningstema fungerer på et annet, og metoden må derfor i størst mulig grad tilpasses hvert tema. Noen av disse metodene er overlappende der man for eksempel kan benytte kvalitative intervjuer og dokumentstudier for å se på ulike case. Følgende metoder er aktuelle for vitenskapelige oppgaver:

- Kvalitativ og kvantitativ metode
- Litteraturstudier
- Dokumentstudier
- Casespesifikke studier
- Observasjon

I denne rapporten er det benyttet flere metoder, noe som kalles for metodetriangulering (Johannessen et al., 2004). Det finnes mange ulike måter å benytte metodetriangulering på, og i denne rapporten er det benyttet et generelt litteraturstudium for å finne teori om de ulike temaene. Deretter ble det benyttet dokumentstudium og kvalitative intervjuer. Disse metodene blir nærmere forklart i de påfølgende delkapitlene.

Bruk av ulike metoder har gjort at oppgaven ses på fra forskjellige vinkler og en får dermed en mer nyansert tilnærming til konklusjonene. Røykenes (2008) påpeker likevel at metodetriangulering kan være utfordrende, ved at hver metode har en unik forskningstradisjon. Et eksempel på dette kan være at dokumentstudier er veldig konkrete og bygget på klare strukturer, mens kvalitative intervjuer er bygget på subjektivitet og er mer fleksible. De ulike metodene som har blitt benyttet i rapporten blir i dette kapitlet nærmere forklart.

Metodene har blitt vurdert etter validitet og reliabilitet. God validitet og reliabilitet på innsamlet data er ifølge Dalland (2012) et grunnleggende krav for at dataen skal være belysende for problemstillingen. Figur 2 viser sammenhengen mellom validitet og reliabilitet.



Figur 2 - Validitet og relabilitet (Koretz, 2008).

Det vil alltid være resultatet i figuren lengst til høyre som strebes etter når en samler inn data. Det er av liten hensikt å samle inn troverdig data fra anerkjente forskere om dataene ikke er relevant for problemstillingen. På samme måte kan det være usikkert å benytte lite troverdige kilder, selv om det gir konkrete svar på problemstillingen.

Kvantitative studier ble utelukket da forfatterne mener det er for få personer som har tilstrekkelig bakgrunn for å besvare problemstillingene. Personene begrenset seg til de som er i ledelsen til de ulike entreprenørene og byggherrer som har deltatt på prosjekter som er sammenlignbare med Fornebubanen. Observasjon ble også utelukket ettersom to av referanseprosjektene allerede er ferdigstilt, og de to andre er i gang. Grunnet rapportens tidsperiode, som er 20 uker, er det heller ikke mulig å gjennomføre et tilstrekkelig observasjonsstudium av referanseprosjektene.

3.2 Litteratursøk

Dette kapittelet bygger på rapporten til litteratursøket som ble levert inn som spesialtema i fagene TBA4151 Anleggsteknikk VK og TBA4128 Prosjektledelse VK høsten 2015 (Svare og Reiten, 2015b).

3.2.1 Valg av metode

Litteratursøket hadde som hensikt å finne relevant litteratur rundt tematikken TBM og Fornebubanen. Det ble søkt etter publikasjoner fra ulike forfattere og fagmiljøer. Hovedmålet for søket var å finne kilder som inneholdt informasjon om TBM, ingeniørgeologi og tunneldriving i løse masser. I tillegg til dette ble det funnet generell informasjon om tunneldrift, samt informasjon om Fornebubanen.

Ettersom problemstillingen ble omformulert fra prosjektoppgaven til masteroppgaven ble det nødvendig å foreta nye litteratursøk. I arbeidet med masteroppgaven ble det i tillegg til tunneltekniske søk, også søkt etter kilder som omhandlet gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier. Dette ble gjort for å øke kunnskapen om de forskjellige strategiene som finnes og som blir benyttet i

samferdselsprosjekter. Fokusområdet var strategier som er brukt i Norge. Internasjonale strategier er også belyst slik at den norske anleggsbransjen kan implementere disse for å optimalisere modellene som benyttes i Norge.

3.2.2 Gjennomføring

I litteratursøkene ble det benyttet elektroniske søk ved hjelp av ulike søkemotorer og databaser. Det ble i hovedsak benyttet tre ulike søkemotorer, BIBSYS ASK/ORIA, Google Scholar og Scopus. I tillegg ble noe litteratur gitt av våre veiledere, Amund Bruland og Pål Drevland Jakobsen. Flere av kildene ble funnet på hjemmesiden til Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk (NFF). NFF er med sine 1180 personlige medlemmer og 90 bedriftsmedlemmer en sentral og høyt respektert forening i fagmiljøet.

Det ble satt opp en liste over søkeord som ble benyttet i litteraturstudiet for prosjektoppgaven. Denne inneholdt blant annet ord som omhandlet og var direkte tilknyttet temaet. I tillegg ble det søkt på utgivere og forfattere som forfatterne på forhånd visste var relevante for temaet. Søkeordene ble valgt på bakgrunn av informasjon undertegnede allerede hadde opparbeidet seg, og listen ble utvidet underveis i søket etter hvert som informasjon om tema ble mer tilgjengelig. Søkeordene som ble benyttet vises i tabell 1.

Tabell 1 - Søkeord til litteratursøk drivemetoder.

Tunnelboremaskin	Drill and blast	NTNU
TBM	Betongelement	Drevland Jakobsen
Fullprofilboring	Fullprofil	Maidel
Løsmasser	Avløpssystem	Bruland
Fornebubanen	Undergrunnsbane	Frenzel
Soils	Subway	Burton
Tunneling	Fornebubanen	Colorado
Tunnel	Reguleringsplan	Veas

Søkeresultatene ble deretter gjennomgått og alle kildene ble vurdert etter to kriterier, validitet og reliabilitet. For alle kildene ble det foretatt en kort gjengivelse av innholdet for å gi leseren av rapporten et innblikk i hva kilden handler om, samt en mulighet til selv å bedømme validiteten.

Litteratursøket som omhandlet gjennomføringsmodell og kontraktstrategi ble i større grad gjennomført underveis i prosessen. Det ble satt opp en oversikt over hvilke entreprisformer, kontraktsformer og gjennomføringsmodeller som er vanlige, for deretter å innhente litteratur om disse. Søkene ble vurdert etter de samme kriteriene som i det første søket og søkeordene finnes i tabell 2.

Tabell 2 - Søkeord til litteratursøk gjennomføringsmodell og kontraktstrategi.

Entrepriseform	Gjennomføringsmodell	Kontraktstrategi
Ola Lædre	Best value procurement	Early contractor involvement
Kontrakt	Kashiwagi	Entreprenør
Byggherre	Tidlig involvering	Utførelsesentreprise
Totalentreprise	Samspillsentreprise	Ansvarsfordeling
Contract management	Contractor involvement	Contractor
Civil	Public procurement	Eikeland
Samset	Rijkswaterstaat	State Departments of Transportation

3.2.3 Styrker og svakheter

Det er både styrker og svakheter ved å benytte litteratursøk som en metode i en vitenskapelig rapport. Tilgangen til databaser gjennom NTNUs universitetsbibliotek gjør det enkelt å finne mye og relevant stoff fra ulike utgivere fra hele verden. Databasene er forholdsvis enkle å benytte, og en kan søke på både forfattere, tema, publiseringer, siteringer med mer. En annen styrke er at det er publisert mye stoff om det aktuelle tema rapporten omhandler. Bruk av TBM som drivemetode er en metode som benyttes i stadig større grad over hele verden, og det finnes utallige forskningsartikler på temaet. Dette har gjort at litteratursøket ble svært nyttig for forfatterne del. Det var et forholdsvis ukjent tema, men gode kildefunn har sørget for at forfatterne har fått en god faglig dybde i temaet.

I Norge har TBM fått en oppblomstring de siste årene, etter en pause siden 80-tallet, og noen av de norske kildene er derfor ganske gamle. Det virker likevel ikke som de er foreldet, da mye av forskningen går på hvordan geologien påvirker driften, noe som ikke har endret seg stort siden sist TBM ble benyttet i Norge. Dette anses derfor ikke som en svakhet.

En svakhet er at det kan ha blitt oversett gode kilder i søket. Det fantes som nevnt en stor mengde forskning og søket begrenset seg til rundt 30 kilder.

Ved søk etter kilder som omfavnet problemstilling 1 var det én kilde som fremsto som spesiell relevant; doktoravhandlingen til Lædre (2006) som tar for seg valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt. I rapporten er det i all hovedsak sett på norske gjennomføringsmodeller, da det er dette som vil være mest relevant for Fornebu-banen. Mye av teorien knyttet til gjennomføringsmodeller i Norge er basert på Lædres avhandling, og det er en svakhet. Undertegnede anser likevel kilden som valid og reliabel, og det ses ikke grunnlag til å stille spørsmålstegn ved teorien.

At kildene har høy relabilitet er svært viktig når kildene skal benyttes i vitenskapelige rapporter. Validiteten og relabiliteten har blitt målt fra følgende fem kriterier; forfatter, utgiver, database, antall siteringer og eventuelle andre kommentarer. Dette har blitt gjort systematisk på samtlige kilder og undertegnende har på denne måten ekskludert kilder som ikke har høy relabilitet. Den første kvalitetssikringen som ble gjort var å benytte anerkjente søkemotorer, troverdige utgivere og anerkjente forfattere.

Oria er en søkemotor hvor kvaliteten på kildene er av gjennomgående høy kvalitet, ettersom innholdet er kvalitetssikret av bibliotekets eget organ. Likevel er det nødvendig å foreta en egen kvalitetssikring for å vurdere relabilitet, objektivitet, forfatter etc. av materialet en finner (Storleer, 2015). Forfatterne ble vurdert etter blant annet antall utgivelser og siteringer i de ulike søkemotorene. På denne måten har forfatterne forsikret seg om at også andre vitenskapelige forfattere setter sin lit til kildene.

3.3 Casestudie

I følge Olsson (2011) har et casestudie som mål å gi innsikt og forståelse i en organisasjon eller en prosess. Yin (2013) definerer et case-studie som en undersøkelse av empirisk art der en går i dybden på et reelt fenomen. For casestudier benyttes det i all hovedsak kvalitative data, noe som også er tilfellet i denne rapporten. I følge Olsson (2011) skal ikke enkelte casestudier være representative og generaliserbare da casestudier er knyttet til ett bestemt sted og en bestemt tidsperiode. Flyvbjerg (2006) har i motsetning til Olsson (2011) en annen tilnærming til casestudier. Han sier at en i større grad kan generalisere og la én enkelt case være representativ, og at et casestudie kan være en sentral del av en rapport. Flyvbjerg (2006) påpeker videre at formell generalisering er overvurdert som en kilde til utvikling og at eksempelets eller casets kraft er undervurdert. I rapporten er det Flyvbjergs syn som er tatt til etterretning.

3.3.1 Valg av metode

Før arbeidet med rapporten ble det undersøkt om det fantes lignende prosjekter til casestudiet av Fornebubanen. Det ble valgt å se på fire referanseprosjekter, der to av prosjektene var eller blir drevet med TBM og to med konvensjonell drift. Prosjektene ble valgt på bakgrunn av type tunnel, tunnelens lengde og tverrsnitt, tidspunkt for prosjektgjennomføring og prosjektets størrelse og kontraktsum. Det var ønskelig å ha alle disse parameterne så nært Fornebubanen som mulig, og det ble i hovedsak sett på de største jernbaneprosjektene som er gjennomført i Norge de siste ti årene. Det ble valgt å kun se på jernbanetunneler, ettersom T-banetunneler er mer sammenlignbar med jernbanetunneler enn veitunneler. De fire utvalgte referanseprosjektene er

Follobanen, Bærumstunnelen, Gevingåsen jernbanetunnel og Ulriken. De fire referanseprosjektene blir nærmere beskrevet videre i kapitlet.

I rapporten blir det gått nærmere inn på gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier for de ulike prosjektene. I rapporten diskuteres hvilke valg som ble tatt for de ulike referanseprosjektene og hva disse valgene førte til. Disse svarene gir et godt grunnlag for å komme med et forslag til gjennomføring og kontraktstrategi for Fornebubanen. For å belyse spørsmål som litteraturstudiene og dokumentstudiene ikke ga svar på er det gjennomført intervju med prosjektledelsen på byggherresiden for alle referanseprosjektene. Intervjuene er nærmere beskrevet i kapittel 3.3.

Follobanen

Follobaneprojektet er Norges hittil største samferdselsprosjektet og får landets lengste jernbanetunnel på omtrent 20 km. Prosjektet omfatter nytt dobbeltspor mellom Oslo S og kollektivknutepunktet Ski. I tillegg til tunnelen omfatter Follobaneprojektet bygging av nye Ski stasjon, omfattende arbeider på Oslo S og nødvendig omlegging av jernbanespor i forbindelse med den nye jernbanetraséen. Det er flere store kontrakter på prosjektet og i rapporten er det hovedsakelig sett på TBM-kontrakten. I tabell 3 vises nøkkeldata for Fornebubanen.

Tabell 3 - Nøkkeldata Follobanen.

Byggherre	Jernbaneverket
Entreprenør TBM-kontrakt	Acciona-Ghella
Kontraktstørrelse TBM-kontrakt	Ca. 8,7 mrd. kr.
Entrepriseform	EPC-kontrakt
Tunnellengde	Ca. 20 km
Drivemetode	TBM

Byggherre er Jernbaneverket på oppdrag fra Samferdselsdepartementet. Jernbaneverket (2015a) omtaler selv Follobaneprojektet som et pilotprosjekt blant annet for en ny kontraktsmodell og for bruk av ny drivemetode innen tunnelbygging her til lands. Blant annet benyttes NTK 07 (Norsk totalkontrakt 2007), i stedet for de tradisjonelle NS-kontraktene som oftest er benyttet i norsk bygg- og anleggsbransje. NTK 07-modellen er vanlig innen offshore, men er ikke utbredt i bygg- og anleggsbransjen (Smith, 2015a). Follobaneprojektet har en kostnadsramme på omtrent 25 mrd. kr., med et samlet kontraktvolum på ca. 18 mrd. kr. Rundt 90% av disse 18 mrd. var opprinnelig fordelt på fire store totalentrepriser, mens ca. 5% utgjør signal kontrakter og resterende 5% på forberedende arbeider. De opprinnelige fire store totalentreprisene var henholdsvis EPC Oslo S, EPC Ski, EPC D&B og EPC TBM (Smith, 2015a).

Follobanen blir den første jernbanetunnelen i Norge med to atskilte løp og er designet for hastigheter opp til 250 km/t. Valgt hoveddrivemetode er TBM, som utgjør 18,5 km av tunnelen. De resterende 1,5 km skal drives ved konvensjonell drift og drill & split, som innebærer å bryte fjellet mekanisk. TBM-drivingen skal foregå med fire TBMer samtidig.

Gevingåsen jernbanetunnel

Gevingåsen jernbanetunnel er en jernbanetunnel som ligger mellom Værnes og Trondheim. Strekningen tilhører den sørlige delen av Nordlandsbanen, og var før utbyggingen av Gevingåsen jernbanetunnel en flaskehals på Nordlandsbanen. I tillegg var strekningen før utbyggingen veldig rasutsatt. Tunnelen førte til at kapasiteten økte fra 5,4 opp til 8 tog i timen. Bespart reisetid for den samme strekningen ble på opptil fem minutter. Byggestart for prosjektet av våren 2009 og høsten 2011 var prosjektet ferdigstilt (Jernbaneverket, 2009). Prosjektet hadde en kostnad på 585 mill. kr. i 2008-kostnadsnivå. Tunnelens lengde er 4 400 m og det ble tatt ut omtrent 350 000 m² masse. I tabell 4 vises nøkkeldata for Gevingåsen jernbanetunnel

Tabell 4 – Nøkkeldata Gevingåsen jernbanetunnel.

Byggherre	Jernbaneverket
Entreprenør	Mika
Kontraktstørrelse (tunnel)	Ca. 400 mill. kr.
Entrepriseform	Hovedentreprise
Tunnellengde	4,4 km
Drivemetode	Konvensjonell drift

Det var tre ulike kontrakter på prosjektet, en for tunneldrivingen, en for overdekning og spor og den tredje på signal (Nermoen, 2016). Det ble benyttet hovedentrepriser med enhetspriser på alle tre kontraktene.

Den største entreprisen var tunneldrivingen. Denne entreprisen hadde en kontraktssum i overkant av 382 mill. kr., som utgjorde omtrent 66% av prosjektets total kostnad.

Gevingåsen jernbanetunnel ble drevet med konvensjonell drift. Ifølge Jernbaneverket (2009) ble det gjort grundige utredelser av drivemetode i prosjektets planfase. Her vurderte man mulighetene for å benytte TBM i stedet for konvensjonell drift. Utredningene viste derimot at TBM i dette tilfellet ville medføre betydelig høyere kostander og lengre byggetid enn ved bruk av konvensjonell drift. Bergartene i Gevingåsen består hovedsakelig av «grønnskifer». Dette er en bergart som er forutsigbar og lett å jobbe med i forbindelse med tunneldriving. I tillegg til egne geologiske undersøkelser hentet

Jernbaneverket informasjon og erfaringer fra Statens Vegvesens Helltunnel (Jernbaneverket, 2008).

Bærumstunnelen

Bærumstunnelen er en dobbeltsporet jernbanetunnel som går mellom Sandvika og Lysaker på Askerbanen i Bærum kommune. Strekningen er en del av Askerbanen som ble åpnet i 2005 og fungerer som avlastning for Drammensbanen. Den aktuelle tunnelen er ca. 5 500 m lang og ble åpnet for trafikk 26. august 2011, to måneder etter siste salve med sprengstoff ble avfyrt, 26. juni. Tunnelen sørget for en stor kapasitetsøkning for inn- og utfart med jernbane på vestsiden av Oslo. I tabell 5 vises nøkkeldata for Bærumstunnelen.

Tabell 5 - Nøkkeldata Bærumstunnelen.

Byggherre	Jernbaneverket
Entreprenør	Skanska, Veidekke og NCC
Kontraktstørrelse	Ca. 400 mill. kr. per kontrakt (fire stk.)
Entrepriseform	Hovedentreprise
Tunnellengde	5,5 km
Drivemetode	Konvensjonell drift

Selve tunneldrivingen ble delt opp i fire omtrent like store entrepriser, på rundt 400 mill. kr. (Kalager, 2016). Tunnelen skulle drives fra begge ender i tillegg til to tverrslag. Tunnelen ble drevet med til sammen seks stuffer noe som gjorde at arbeidet med tunnelen gikk veldig effektivt (Kalager, 2016). Dette åpnet også for å la flere entreprenører utføre arbeidene i tunnelen. Entreprisene ble delt opp etter antall meter drevet, og det var derfor ingen direkte kontakt mellom de ulike entreprenørene utenom ved gjennomslag. Kontraktene ble fordelt mellom NCC, Skanska og Veidekke.

Før tunnelen ble det gjennomført en faglig vurdering av begge drivemetoder. I tillegg til Jernbaneverkets egne vurderinger ble SINTEF engasjert for å vurdere drivemetodene og konkluderte med at konvensjonell drift var det beste alternativet. Det ble både dyrere og det ville gå lengre tid om man skulle gå for TBM som drivemetode. Rapporten til SINTEF viste riktignok at det fantes flere fordeler med TBM, blant annet ville de nærliggende områdene spares betraktelig. Disse fordelene kunne ifølge Kalager (2016) likevel ikke veie opp for en økning i pris på ca. 1 mrd. kr. som tilsvarer over 50 %. Tunnelen ville også blitt utsatt med ca. ett år dersom man hadde valgt TBM-drift. Dette ble også bekreftet i regjeringens KS2, som ble utført av Dovre International AS på vegne av Samferdselsdepartementet. Her skrives det blant annet at det ikke finnes grunnlag for å revurdere drivemetode og at det ikke virker hensiktsmessig å bruke anbud for å velge mellom drivemetode i tunnelen (Berntsen, 2006).

Ulriken

Ulrikentunnelen er en utvidelse av en allerede eksisterende jernbanetrasé mellom Arna og Bergen. Den eksisterende tunnelen går gjennom fjellet Ulriken og den nye tunnelen skal drives parallelt med denne. Tunnelen er viktig for å eliminere flaskehalsen inn mot Bergen, der det stort sett er døgnkontinuerlig trafikk. Tunnelen er ca. 7800 m lang og driveperioden er fra våren 2016 til 2018. I tabell 6 vises nøkkeldata for Ulriken.

Tabell 6 - Nøkkeldata Ulriken.

Byggherre	Jernbaneverket
Entreprenør	JV Skanska Strabag
Kontraktstørrelse	Ca. 1 300 mill. kr.
Entrepriseform	Hovedentreprise
Tunnellengde	7,8 km
Drivemetode	TBM

Tunnelkontrakten ble lyst ut som en hovedentreprise, begrunnet med at dette er en tradisjonell og god strategi som jernbaneverket har benyttet seg av tidligere. Jernbaneverket har god erfaring med denne strategien fra både tidligere og pågående prosjekter (Horgen et al., 2012). Kontrakten mellom Jernbaneverket og Skanska Strabag JV er på ca. 1,3 mrd. kr., og inkluderer byggingen av tunnelen, sikring og forbedrende arbeid i begge ender av tunnelen.

Konsekvensutredningen for strekningen konkluderer med at alternativet med dobbeltsporet jernbane er å foretrekke. Utviding av eksisterende tunnel ville krevd stenging på opp mot seks måneder, noe som i praksis ville vært umulig å legge til rette for. Jernbaneverket la til rette for at tilbyderne selv kunne bestemme drivemetode. Det var stor interesse for kontrakten, og flere entreprenører leverte tilbud på både konvensjonell drift og TBM. Det er riktignok ikke kun TBM som blir benyttet, da det må sprenges en del for å blant annet lage diagonaltunneler slik at tog kan bytte spor.

3.3.2 Styrker og svakheter

De fire referanseprosjektene er alle sammenlignbare med Fornebubanen. Alle de nevnte kriteriene for utvelgelse er i mer eller mindre grad oppfylt, noe som gjør at tilnærmingen blir god. Ved å studere prosjekter som allerede er gjennomført og er i gjennomføringsfasen er det mye tilgjengelig informasjon. Gjennom intervjuer med personer tilknyttet til prosjektene er det blitt gjort flere interessante funn som er overførbare til Fornebubanen.

Den største svakheten med referanseprosjektene er at det kun er sett på byggherresiden av prosjektene. Dette medfører at kun byggherrenes syn på

gjennomføringsmodellen og kontraktstrategien i referanseprosjektene er belyst i rapporten. Det hadde vært hensiktsmessig å intervjuet representanter fra entreprenørfirmaene og eventuelt eksterne konsulenter som var tilknyttet referanseprosjektene. Slik kunne en dannet seg et bedre bilde om valgte gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier for de enkelte referanseprosjektene var vellykket.

Selv om referanseprosjektene har vært sammenlignbare er det store forskjeller fra prosjekt til prosjekt. Det er utallige faktorer som styrer disse valgene, og hvert prosjekt er unikt. Selv om enkelte funn er direkte overførbare må man ta dette i betraktning i diskusjonen.

Som nevnt innledningsvis ble det valgt relevante prosjekter å sammenligne Fornebubanen med. Dette har sørget for at validiteten på de ulike referanseprosjektene har vært god. Likevel er det nødvendig å ta hensyn til at hvert prosjekt er unikt, og at det ikke finnes noen standardiserte gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier som fungerer på alle samferdselsprosjekter.

Relabiliteten på referanseprosjektene anses som god da det finnes mye informasjon om prosjektene. At det kun ble intervjuet aktører fra byggherresiden svekker relabiliteten noe, da dette kan gi subjektive svar. Det kunne med fordel blitt intervjuet entreprenører fra referanseprosjektene for å få belyst begge sider.

3.4 Dokumentstudie

3.4.1 Valg av metode

En dokumentstudie er ofte viktig når en har et casestudie og det benyttes for å beskrive rammene casen skal ligge innenfor. Det ble tidlig klart fra veileder at det var nødvendig å skaffe informasjon om trasévalg, geologi og kartlegge hvilke undersøkelser som allerede var gjennomført for Fornebubanen. I følge Yin (2013) er den viktigste bruken av dokumentanalyse å bekrefte og forsterke funn som allerede er gjort av andre instanser og utgivere. Likevel er det mulig at dokumentanalysen gir funn som motsier tidligere funn og som kan avsløre områder som trenger ekstra fokus og videre undersøkelser.

3.4.2 Gjennomføring

Det første som ble gjort var å opprette et kontaktnettverk med sentrale aktører tilknyttet prosjektet. Her ble både kommune, privatpersoner, offentlige- og private aktører kontaktet. Det ble innhentet rapporter, reguleringsplaner, undersøkelser og dokumenter som var av interesse for oppgaven.

I prosjektoppgaven ble det ved å analysere ulike kart med informasjon, utarbeidet en egen geologisk modell for traséen, fra Fornebu til Lysaker (Svare og Reiten, 2015a). Den geologiske modellen tok utgangspunkt i trasévalget som foreligger av reguleringsplanen (Norconsult, 2014a) og NGUs karttjenester. Dette sørget for å gi en klar indikasjon på hvilke berg- og løsmasser som lå langs traséen.

3.4.3 Styrker og svakheter

Dokumentstudiet ble brukt til å sette premissene for oppgaven. Det var nødvendig å innhente dokumentasjon om hvilke gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier som ble benyttet på de ulike referanseprosjektene. For Fornebubanen ble dokumentstudie brukt til å innhente reguleringsplaner, oversikt over byggherreorganisasjon etc. Dokumentstudiet blir derfor svært relevant og fungerer veldig godt som informasjonsgrunnlag til oppgaven da dokumentene som blir benyttet baserer seg på fakta, undersøkelser og objektive vurderinger.

Validiteten på dokumentstudiet anser forfatterne som høy, da dokumentene som ble hentet inn og analysert var direkte rettet mot problemstillingen for oppgaven. Enkelte rapporter og planer har vist seg å være foreldet og ikke relevant, men disse er det ikke lagt vekt på i rapporten.

All dokumentasjon som er gjort tilgjengelig av kommune og offentlige instanser anses å ha høy validitet og relabilitet som en vesentlig del av både arbeidet med reguleringsplan og det som etter hvert skal bli en kontraktstrategi. Rapporter skrevet av anerkjente konsulenter anses også som troverdige, selv om disse til en viss grad kan være subjektive.

3.5 Intervjuer

Kvalitative intervjuer er metoden som i størst grad er benyttet for å belyse oppgavens problemstillinger. Videre følger en detaljert beskrivelse av hvilke valg som ble tatt og hvorfor.

3.5.1 Valg av metode

Yin (2013) mener at et intervju er blant de viktigste metodene når det kommer til å innhente informasjon om et casestudie. Blant annet Yins resonnementer i grunn, ble intervjuer ansett som den best egnende metoden til å samle inn tilstrekkelig informasjon for å kunne besvare problemstillingene. Intervju er en metode som benyttes for å si noe om hva intervjuobjektene tenker og deres erfaringer knyttet til temaet. Det er svært mange interessenter til temaene som diskuteres i denne rapporten, og det var nyttig å høre deres mening. Utvelgelsen av de fire referanseprosjektene bidro også til at det var nødvendig å gjennomføre

intervju. Det var ikke all informasjon om prosjektene som var tilgjengelig, og det å få førstehåndsinformasjon fra prosjektledelsen ble svært informativt.

3.5.2 Valg av intervjuobjekt

I utgangspunktet ble det valgt å intervju sentrale personer fra byggherreorganisasjonen til de fire referanseprosjektene vi valgte ut. Etter samråd med veileder ble det besluttet også å intervju andre aktører for å få et mer nyansert bilde av situasjonen, der begge parters syn ble belyst. Det ble derfor bestemt å intervju representanter fra noen av de ledende riksentreprenørene. I tillegg ble det intervjuet to fagpersoner fra forsker- og rådgiversiden som ikke er tilknyttet entreprenør eller byggherre for å få et uavhengig syn på problemstillingene. Et annet valg som ble tatt var å ikke inkludere rådgivende ingeniører grunnet rapportens omfang. Det ble ansett som mest aktuelt å intervju byggherre- og entreprenørrepresentanter, selv om også representanter fra rådgiverbransjen ville vært aktuelle.

Intervjuobjektene er kategorisert i tre grupper, entreprenører, byggherrer og to uavhengige fagpersoner. Det var svært god respons fra samtlige som ble forespurt om å stille til intervju, og det er tydelig at bransjen ser problemstillingene som svært aktuelle.

Fra entreprenørene er det intervjuet to administrerende direktører fra henholdsvis NCC og Skanska, i tillegg til en som inntil nylig var administrerende direktør i AF Gruppen og nå styreleder. Disse omtales som direktører senere i rapporten. Fra Veidekke og et firma som ønsker å være anonym ble det intervjuet avdelingsledere for henholdsvis avdeling for Samferdsel under jord og Tunnel. Disse omtales som avdelingsledere senere i rapporten. I tabell 7 presenteres intervjuobjektene fra entreprenørbransjen, deres firma og tilknytning til prosjekt og tema.

Tabell 7 - Intervjuobjekt entreprenører.

Navn	Firma	Stilling
Pål Egil Rønn	AF Gruppen	Tidligere administrerende direktør og nåværende styreleder i AF Gruppen.
Ståle Rød	Skanska	Administrerende direktør i Skanska Norge
Håkon Tjomsland	NCC	Administrerende direktør i NCC Norge
Jørn Audun Gjennestad	Veidekke	Avdelingsleder for samferdsel under jord
Anonym	Anonym	NK Avdeling for tunnel og prosjektsjef tunnel

Fra byggherresiden ble det intervjuet prosjektledere fra de ulike prosjektene, i tillegg til personer som var ansvarlig for kontrakt og prosjektledelse i tidligfasen. Representanten fra Sporveien ble intervjuet på et tidspunkt der Sporveien fortsatt var aktuell byggherre for Fornebubanen, noe svarene i resultatdelen bærer preg av. I tabell 8 presenterer intervjuobjektene fra byggherren, deres firma og tilknytning til prosjekt og tema.

Tabell 8 - Intervjuobjekt byggherrer.

Navn	Firma	Stilling
Brede Nermoen	Jernbaneverket	Prosjektleder for igangsetting av Gevingåstunnelen
Erik Smith	Jernbaneverket	Prosjektdirektør for Follobanen
Anne Kathrine Kalager	Jernbaneverket	Prosjektleder for Bærumstunnelen og sjef for TBM på Follobanen
Stian Ekornaas	Jernbaneverket	Leder strategi og kontrakt på Ulriken
Ingeborg Krigsvoll	Sporveien	Prosjektleder i Sporveien. Tidligere potensiell byggherre for Fornebubanen

For å finne aktuelle intervjuobjekter som ikke var tilknyttet entreprenør- eller byggherresiden ble vi gjennom veileder satt i kontakt med andre aktører. Her ble det valgt ut to personer hvor begge hadde stor kompetanse innen prosjektledelse og samferdselsprosjekter under jord, og som refereres til som uavhengige fagpersoner i rapporten. I tabell 9 presenteres de uavhengige fagpersonene, deres firma og tilknytning til prosjekt og tema.

Tabell 9 - Intervjuobjekt uavhengige fagpersoner.

Navn	Firma	Stilling
Anders Beitnes	WSP Norge	Prosjektleder i WSP. Var innleid som byggeleder på dagsone vest på Strindheimstunnelen
Eivind Grøv	SINTEF	Sjef forsker for SINTEF innen samferdsel

3.5.3 Utarbeidelse av intervjuguide

Intervjuguiden tok utgangspunkt i de to problemstillingene, og under hver problemstilling ble det satt opp punktvis spørsmål som skulle være til hjelp for å besvare disse. Det ble utarbeidet to forskjellige intervjuguides, hvor den ene ble brukt til byggherrene og den andre ble brukt hos entreprenørene og de to uavhengige intervjuobjektene. De to intervjuguidene tar opp de samme temaene, men spørsmålstillingen er noe forskjellig.

Intervjuguiden til byggherrene tok utgangspunkt i de fire referanseprosjektene. Spørsmålene gikk i stor grad på de aktuelle prosjektene som de ulike intervjuobjektene var tilknyttet, og hvilke valg som allerede var tatt. For entreprenørene ble spørsmålene mer generelle, da det ikke ble intervjuet personer direkte tilknyttet referanseprosjektene.

3.5.4 Gjennomføring

Gjennomføringen av intervjuene var ulik fra gang til gang. I det første intervjuet ble intervjuguiden fulgt slavisk der intervjuobjektet svarte på samtlige spørsmål. Dette fungerte bra til å få svar på spørsmålene, men det førte til at diskusjoner og oppfølgingsspørsmål uteble. Det ble derfor bestemt å endre litt på strukturen til de påfølgende intervjuene. I resterende intervju med byggherrene ble det i større grad en samtale, der intervjuobjektet tok utgangspunkt i de to problemstillingene og forklarte hvordan prosjektet var gjennomført. Det ble i tillegg stilt oppfølgingsspørsmål underveis for å få fullstendige svar på alle spørsmålene i intervjuguiden.

I intervjuene med entreprenørrepresentantene og de to uavhengige fagpersonene ble intervjuobjektene i likhet med de tre siste byggherreintervjuene mer fristilt fra intervjuguiden. Også her ble oppfølgingsspørsmål stilt underveis for å få klarhet i svarene. Ettersom det her ikke var prosjektspesifikke intervju hadde intervjuobjektene mulighet til å svare det de mente var den beste måten å gjennomføre samferdselsprosjekter på.

Intervjuene med entreprenørrepresentantene fortonet seg noe forskjellig fra hverandre. Direktørene valgte å fokusere på det store bildet med alt fra initieringsfase via kontraktinngåelse til et sluttprodukt. Avdelingslederne var i større grad opptatt av tekniske detaljer. Noe av grunnen til dette kan være at toppledelsen prater i større grad på vegne av firmaet, mens avdelingslederne nevner hva som er mest hensiktsmessig for deres avdeling.

3.5.5 Styrker og svakheter

Dalen (2011) påpeker en vesentlig styrke ved intervjuer, at man gjennom intervjuer med gode intervjuobjekter kommer dypt inn i temaet. Ved å intervju byggherrerepresentanter for de ulike referanseprosjektene dannes et oversiktlig bilde over hvilke valg som ble tatt og hvorfor disse ble tatt. Å intervju de øverste lederne på prosjektene sørget for at intervjuobjektene hadde god innsikt i hva de snakket om og de hadde selv vært med og tatt avgjørelsene.

At det kun ble intervjuet én aktør på referanseprosjektene, altså byggherren, sørget for at det ikke kom frem hva entreprenørene synes om gjennomføringsmodellen og kontraktstrategien. Dette er en vesentlig svakhet da

begge sidene av saken bør være belyst. Ved å intervjuere entreprenørrepresentanter fra de ulike referanseprosjektene kunne det i større grad vært dannet et nøyaktig bilde av hvor godt strategiene fungerte. Denne svakheten ble kompensert ved å intervjuere entreprenører på et mer generelt grunnlag.

At det ble utarbeidet to forskjellige intervjuguider har også noe å si for resultatet. Byggherrene pratet i mye større grad om sine respektive prosjekter, mens entreprenørene pratet mer om det store bildet. Entreprenørene ble riktignok ikke spurt om de spesifikke prosjektene, men ga likevel klare uttrykk for hvordan de mener gjennomføringsmodeller og kontraktstrategiene bør være.

Den hierarkiske forskjellen på intervjuobjektene sørget for noen forskjeller i resultatene. Alternativt kunne en intervjuere personer på samme nivå på byggherresiden for å få mer generelle svar på spørsmålene.

Validiteten til intervjuobjektene varierer i stor grad. Bransjen er preget av mange subjektive meninger om hva som er best. En må ta høyde for at intervjuene består av subjektive meninger om temaet, og det er viktig at påstander og uttalelser som kommer fra intervjuobjektene blir basert på fakta.

Relabiliteten til intervjuobjektene anses som svært god. Alle intervjuobjektene er erfarne personer som har vært i bransjen i lengre tid. Dette sørger for at alle intervjuobjektene har god faglig innsikt i de temaene som blir belyst, og fremstår som svært opplyste innen temaene.

4 Drivemetoder

4.1 Bakgrunn

I dette kapitlet beskrives de to drivemetodene, TBM og konvensjonell drift. Drivemetodene blir presentert for å gi leseren et innblikk i hva som kjennetegner de ulike metodene, da dette kan være tema som er ukjent for leseren. De to drivemetodene har mange forskjellige egenskaper, noe som er viktig å være kjent med før man kan velge drivemetode.

4.2 TBM

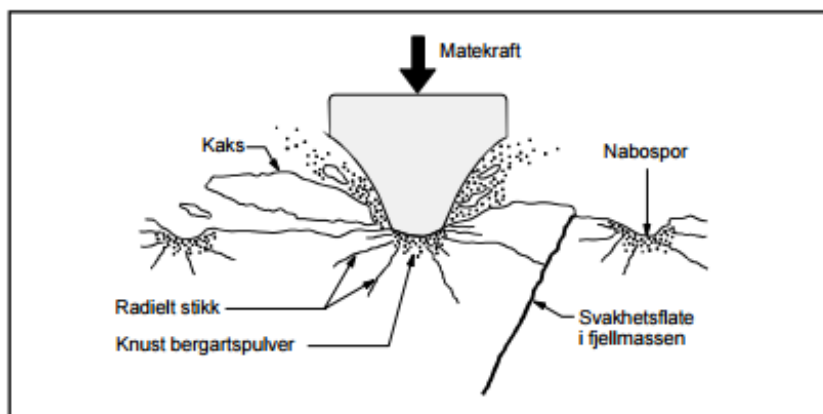
Bruken av TBM hadde sin spede start tidlig på 1800-tallet. Siden den gang har det vært en stor utvikling i TBM-teknologien. Per dags dato er det bygget ca. 260 kilometer tunnel ved bruk av TBM i Norge. Storparten av dette er vannkrafttunneler som ble bygget på 70- og 80-tallet. Det ble også boret tre vegtunneler på 80-tallet. Til tross for at selve boringen var en suksess ved disse tre tunnelene, førte valg av utstrossing til at totalkostnadene ble høye. Følgene førte til stor skepsis til fullprofilboring av vegtunneler i Norge. Etter mange år med stillstand er bruk av TBM igjen aktuelt, både til vannkraftverk, og større infrastrukturprosjekter. Ulriken og Follobanen er eksempler på store samferdselsprosjekter der TBM er valgt som den primære drivemetoden (Jakobsen et al., 2015). På verdensbasis benyttes TBMer i stor grad på prosjekter med lengde over 2 km (Hassanpour et al., 2011).

Det skilles mellom TBM for hardt berg og TBM for løsmasser. Selv om prinsippet er det samme ved de to metodene er det vesentlige forskjeller i utføringen og valg av type maskiner. Det blir i denne rapporten gitt en kort redegjørelse for prinsippet bak de to metodene og valg av type TBM avhengig av grunnforholdene. Det blir derimot ikke foretatt noen konklusjon av hvilke type TBM som eventuelt vil være mest egnet for driving av Fornebubanen. Det finnes heller ingen særlig redegjørelse for sikring og hvordan dette utføres ved TBM-drift i rapporten.

4.2.1 TBM i hardt berg

Ved fullprofilboring av tunneler bores hele tunnelverrsnittet. Til sammenligningen borer en ved konvensjonell drift omkring 2-10 % av fjellet for plassering av sprengstoff, som utgjør resten av arbeidet med løsbryting og knusing av fjellet. Inndrift og kostnader knyttet til boring er derfor betydelig mer følsomme for fjellforholdene ved fullprofilboring enn ved konvensjonell drift. Prinsippet bak fullprofilboring i hardt berg er at borhodet presses med stor kraft mot fjellet, samtidig som det roterer. Slik blir berget gradvis knust i

kontaktsonen mellom kuttereggen og fjellet. Det blir så dannet riss ut til sidene, og fjellet skaller av mellom kuttersporene som borkaks, som vist i figur 3.

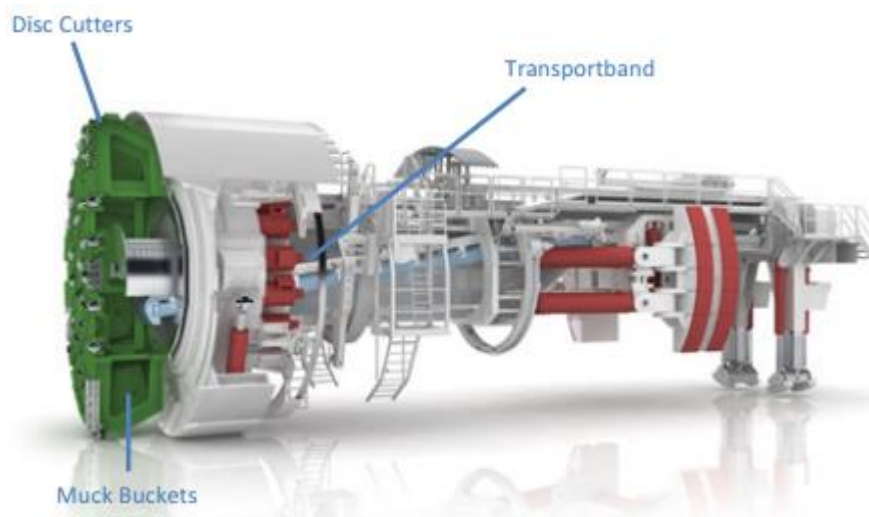


Figur 3 - Prinsippskisse for løsbryting av borkaks ved fullprofilboring (Bruland, 2013).

Den knuste bergmassen løftes opp i skoper i borhodet, og transporteres videre ut fra borhodet og over på TBMens transportbelte, se figur 4 og 5. For videre transport av bergmassen ut i dagen benyttes enten kontinuerlig transportbelte, sporbunden transport eller hjulgående kjøretøy (Jakobsen et al., 2015).



Figur 4 - Kutterhode på TBM som viser diskcuttere som bryter berget, og skoper som transporterer berget gjennom kutterhodet og ut til transportbånd (The Robinson Company, 2015).



Figur 5 - Prinsippbilde av en TBM med borhode og transportbånd (Herrenknecht, 2015).

4.2.2 TBM i løsmasser

Det er i hovedsak to typer TBMer som blir benyttet i løsmasser og svakt berg, Earth Pressure Balance (EPB) TBM og Slurry Shield TBM. Disse TBMer blir også benyttet i tilfeller med kombinasjon av berg og løsmasser (Jakobsen et al., 2015). Ved bruk av TBM i løsmasser er hovedfokuset på å stabilisere stuff og fjerne massen kontrollert. Dette gjøres for å unngå setninger på overflaten og at massene rundt tunnelen kollapser. For å løse dette genereres et mottrykk tilsvarende det jordtrykket som blir fjernet (Festa et al., 2013).

EPM-maskiner egner seg i utgangspunktet best i tilfeller hvor en har løsmasser med lav permeabilitet, som for eksempel siltholdig leire, mens Slurry Shield-TBMer er bedre egnet i permeable løsmasser. Utvikling og bruk av additiver for å endre permeabilitet og reologi (transportbarheten) i løsmasser under driving har gjort det mulig å bruke EPB-TBM i de fleste typer løsmasser. Slurry Shield-TBM er beregnet og utviklet for driving i utfordrende geologiske forhold under grunnvannstand. Tidligere var Slurry shield-TBM den mest brukte teknologien ved fullprofilboring i løsmasser, men som nevnt har EPB-TBM teknologien utviklet seg og blitt mer brukt de siste årene. Generelt er EPB et billigere valg enn Slurry Shield-TBM (Jakobsen et al., 2015).

4.2.3 TBM ved varierende grunnforhold

Det har tidligere vært en utfordring og til dels umulig å benytte TBM på prosjekter med dårlige geologiske forhold. Spesielt problematisk har det vært for tunneler der det varierer mellom løsmasser og hardt berg. De siste årene har det skjedd en utvikling av TBMer som takler disse utfordringene. Denne typen tunnelboremaskiner kalles kombinasjonsmaskiner, og kan ved relativt små tilpasninger takle ulike geologiske forhold. De vanligste versjonene av kombinasjonsmaskiner er Slurry/Hard rock TBM og EPB/Hard rock TBM. En

kort forklaring av disse versjonene er at begge består av et kutterhode hvor en kan bytte ut løsmasseverktøyene med diskcuttere. Generelt kan man benytte løsmasseverktøy i masser med en trykkfasthet opp til omtrentlig 20 MPa. Der deler av tverrsnittet består av materiell hardere enn dette, må diskcuttere installeres på deler eller hele kutterhodet (Jakobsen et al., 2015).

4.2.4 Produksjon og kostnader

Generelt sett er fullprofilboring mer avhengig av geologiske parametere enn konvensjonell drift med tanke på produksjon og kostnader (Macias og Bruland, 2014). Det medfører at kostnader og byggetid ved fullprofilboring kan øke betraktelig hvis geologien viser seg å være mer krevende enn antatt. En anbefaler derfor å foreta mer omfattende geologiske grunnundersøkelser ved fullprofilboring sammenlignet med konvensjonell drift (Jakobsen et al., 2015).

Som nevnt er resultatet ved fullprofilboring sterkt avhengig av geologiske faktorer. I tillegg spiller egenskapene til TBMen en sentral rolle for hvor vellykket og lønnsomt bruk av fullprofilboring vil være. Bruland (2013) sier at inndrift ved fullprofilboring er avhengige av følgende parametere:

Tabell 10 – Fjell- og maskinparametre som påvirker inndriften ved fullprofilboring.

Fjellmassens egenskaper	Maskinparametre
Oppsprekking; frekvens og orientering	Matekraft
Borsynkindeks, DRI	Borhodets omdreiningstall
Porøsitet	Midlere kuttersporavstand
	Kutterstørrelse og - form
	Installert effekt

En av enkeltfaktorene som har stor innvirkning på resultatet til fullprofilboring er kutterslitasjen. Som tidligere beskrevet er det i kontaktsonene mellom kuttereggene og berget brytningen skjer og fremdriften skapes (Bruland, 2013). I et tunnelprosjekt med fullprofilboring som drivemetode vil boretiden utgjøre omkring 30-50 % av totaltiden i prosjektet med bruk av åpen TBM. Ved gunstige geologiske forhold og effektiv drift har TBMe generelt sett et stort potensiale for høy produksjon. Dette er illustrert i tabell 11.

Tabell 11 – Produksjonsrekorder for åpne TBMer (Jakobsen et al., 2015).

Diameter tunnel (m)	Beste dag (m)	Beste uke (m)	Beste mnd. (m)	Beste gjennomsnittlig månedsproduksjon (m/mnd)
3-4	172	703	2 066	1 189
7-8	116	428	1 482	770
10-11	49	235	892	715

Da kostnadene ved TBM-drift er særdeles avhengige av prosjektspesifikke parametere som geologi, entreprenør, logistikk etc. er det vanskelig å gi noen detaljerte kostnadsoverslag. (Jakobsen et al., 2015) lister opp følgende kostnadsdrivende parametere:

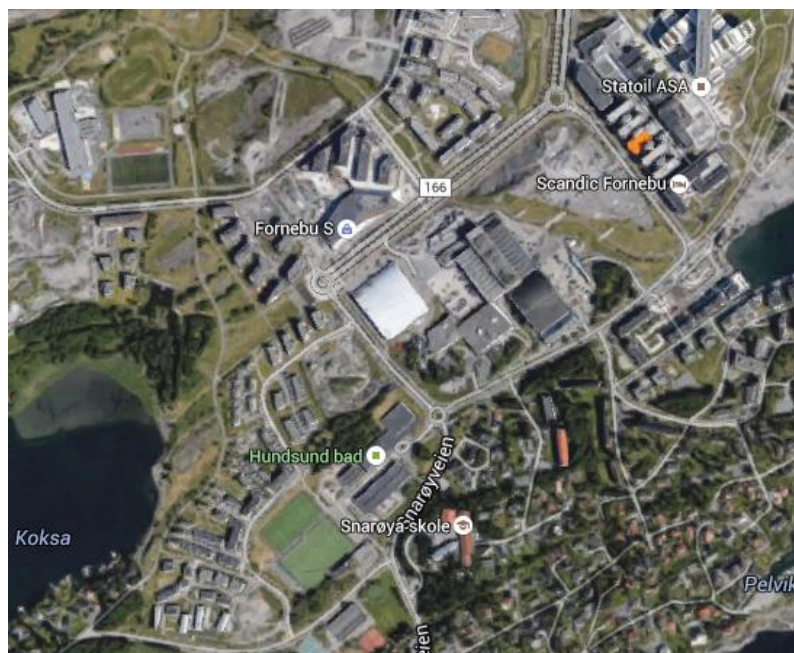
- Byggetid (avskrivning, arbeidskraft)
- Avskrivning på maskiner og utstyr
- Kuttere
- Reservedeler
- Logistikk
- Strømforbruk
- Rigg og drift
- Bergsikring

Da avskrivning på TBMen er en av de viktigste kostnadsbærerne vil byggetiden, som er direkte avhengig av tunnallengden, ha stor betydning for kostnaden.

En av grunnene til den store investeringskostnaden og den lange leveringstiden på TBM er at den ofte må monteres to ganger. TBMen bygges og testes på fabrikk før den så demonteres og fraktes til riggen. Deretter blir den montert sammen igjen før den er klar til bruk. Grunnen til dette er den massive størrelsen på TBMer. TBMen som benyttes på Ulriken har et tverrsnitt på 9,3 m, en lengde på 155 m og en totalvekt på 1800 tonn (Bentzrød, 2015). Det sier seg selv at denne ikke er mulig å frakte direkte til riggen for de fleste prosjekter.

For Fornebubanen vil påslaget være på Fornebu, rett ved sjøen innerst i Oslofjorden. Leverandør og entreprenør får da mulighet til å levere og motta TBMen i mye større deler sammenlignet med biltransport. På Ulriken i Bergen er det ifølge Bentzrød (2015) satt av hele 3 måneder til montering på rigg i tillegg til tiden med demontering av maskinen på fabrikk. Hvis denne tiden kan innskrenkes ved å frakte TBMen i vesentlig større deler enn normalt vil det sørge for store økonomiske fordeler for prosjektet. Selve monteringen på fabrikk vil kunne utnyttes godt med å for eksempel etablere kaianlegg som muliggjør landsetting og klargjøre påslaget til traséen.

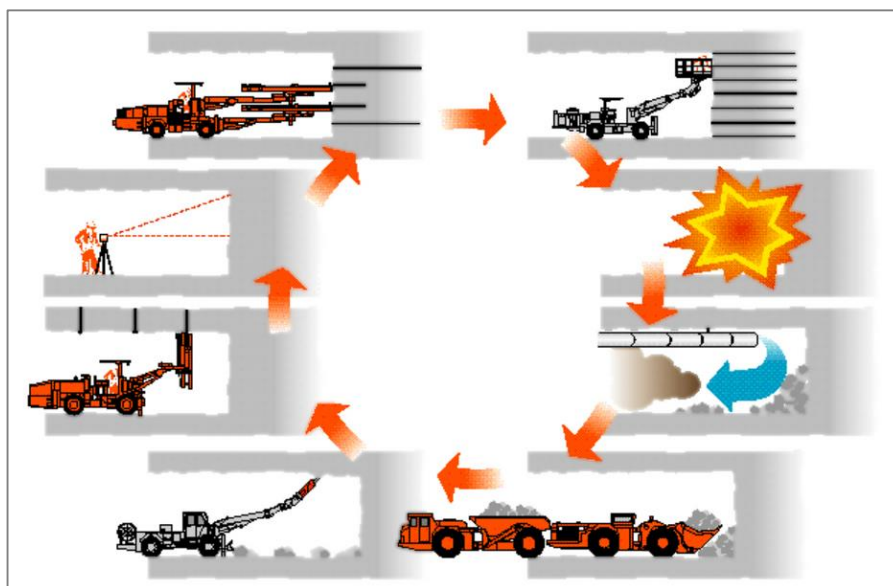
På figur 6 kan man se aktuelle plasser for landsetting av TBMen. Det ene alternativet er å landsette rett fra Koksabukten ned til venstre på bildet på en provisorisk kai. Et annet alternativ vil være den allerede eksisterende kaien sørøst for Statoil ASAs administrasjonsbygg.



Figur 6 – Oversiktsbilde over Fornebu, mulige landsetninger av TBM (Google, 2015).

4.3 Konvensjonell drift

Konvensjonell drift med boring og sprengning har vært den dominerende drivemetoden for driving av tunneler i Norge. Den norske anleggsbransjen er ledende i verden på å benytte denne drivemetoden i hardt fjell (Nermoen, 2016). Konvensjonell drift er en meget driftssikker og fleksibel drivemetode hvor man kan gjøre store tilpasninger underveis i prosjektet. Figur 7 viser den sykliske prosessen som gjentas i tunnelen helt til den er ferdig drevet. Øverst fra venstre starter man med boring, deretter lading, sprengning, utlufting, utkjøring, rensing, sikring og oppmåling. Disse prosessene er nærmere beskrevet i rapporten.



Figur 7 - Sykluser ved konvensjonell drift (Valmot, 2006).

4.3.1 Boring

Prinsippet med boring er at man borer systematisk plasserte hull inn i fjellet. Hullene blir plassert systematisk for å utnytte ladningen mest mulig. Det er essensielt at hullene blir boret som anvist slik at den reelle sprengningen blir så lik den teoretiske sprengningen som mulig. Før boring foretas det nøyaktige målinger og utredninger for å finne hullenes plassering (Lovitt og Collins, 2012). Fjelllets borbarhet styrer plasseringen av hullene, og størrelsen på disse. Omtrent midt i sprengningstverrsnittet blir det boret ett eller flere større hull som ikke skal fylles med sprengstoff, kalt kutt. Dette gjøres fordi berget må ha plass til å sprenges ut. Illustrasjonen under viser en borerigg som borer hull på stoffen. Normal lengde på hullene som blir boret er ca. 5 m og i en standard tunnel på 90-100kvm bores det ca. 200 hull.



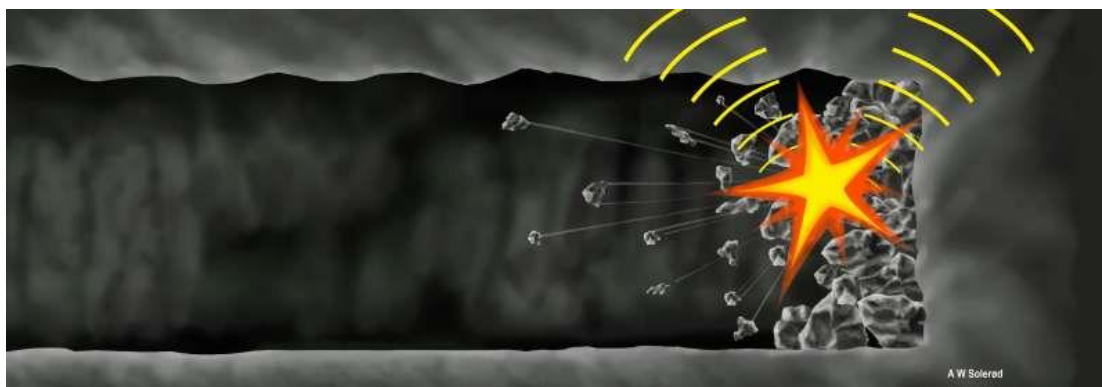
Figur 8 - Boring (Solerød, 2012).

4.3.2 Lading

Når hullene er boret lades de med sprengstoff. Sprengstoffet blir plassert med én eller flere tennere per hull og de forskjellige hullene kobles sammen. Mengden sprengstoff som benyttes avhenger av hvordan hullene er plassert i tverrsnittet og av bergets kvalitet (Lovitt og Collins, 2012). Det er også viktig å tilpasse mengden sprengstoff etter omgivelsene for å skape minst mulig ulemper for miljøet i tillegg til det økonomiske aspektet.

4.3.3 Sprenging

Når alle hullene er ladet vil stoffen ryddes og tunnelen tømmes for mennesker. Deretter blir salven avfyrt. Tennerne settes opp med forskjellige avfiringstidspunkt slik at det sprenges fra senter og utover. Sprengningen foregår med høy nøyaktighet, der ladningene antennes med millisekunders mellomrom. På denne måten får man sikret at alt berget blir sprengt ut og at konturen blir så god som mulig. Figur 9 er en illustrasjon som viser sprengning av stoff (Lovitt og Collins, 2012).



Figur 9 - Sprengning (Solerød, 2012).

4.3.4 Utlufting

Etter salven er avfyrt er det mange forurensede gasser på stoffen. Dette er gasser som kommer både fra selve eksplosjonen og som blir frigjort av fjellet som følge av eksplosjonen. Det er derfor viktig at denne luften blir ført ut før man kan gjenoppta arbeidet på stoffen. Dette gjøres prinsipielt ved at frisk luft utenfor tunnelen blir ført inn til stoff, mens den forurensende luften fra stoffen blir enten sugd ut eller presset ut av den friske luften (Statens Vegvesen, 2010).

4.3.5 Utkjøring

Utkjøringen av sprengsteinen kan begynne så snart støvet har lagt seg etter sprengningen. Maskinene kjører med overtrykk i førerhytten slik at de forurensende gassene ikke skal skade personell som jobber rett etter eksplosjonen. Utkjøringen foregår på vanlig vis der man benytter en eller flere lastere på stoffen, mens lastebiler eller lignende kjører massen ut.

4.3.6 Rensing

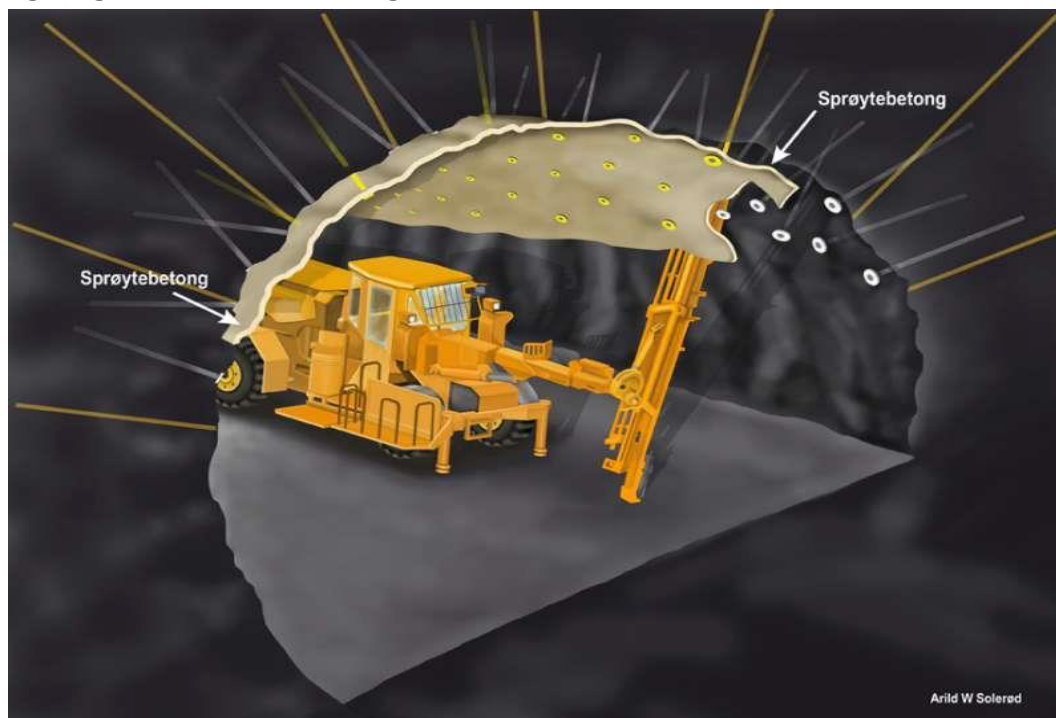
Etter sprengningen er det ofte løse steiner og ustabile masser igjen langs konturen. Dette blir effektivt tatt vekk med mekanisk rens. Måten dette gjøres på er med en hydraulisk hammer montert på en gravemaskin eller lignende illustrert i figur 10. Fjellet kan også renses manuelt for en mer nøyaktig kontur.



Figur 10 - Rensing av kontur (Solerød, 2012).

4.3.7 Sikring

Når massene er kjørt ut og konturen er rensket for løse steiner starter den viktige jobben med å sikre tunnelen. Her finnes det forskjellige måter, men det er bruk av bolter og sprøytebetong som er mest utbredt i Norge. Sikringen av tunnelen skal forhindre at det ramler ned løse steiner, hindre vanninntrenging og sørge for at tunnelen får god kvalitet.



Figur 11 - Sikring av tunnel (Solerød, 2012).

4.3.8 Oppmåling

Når prosessene som beskrevet ovenfor er gjennomført skal det gjøres klart for ny sprenging. Da må man måle opp hvor man skal bore hull og plassere ladninger. Konvensjonell drift er veldig fleksibelt ettersom antall borehull og ladningsmengde kan variere fra salve til salve. Dette gjør at man slipper å bruke for mye sprengstoff og mange hull om berget ikke er av så god kvalitet. Ifølge Statens Vegvesen (2010) gjør man gjør tilpasninger underveis i prosjektet som sørger for at tunnelen til enhver tid drives på en optimal måte uansett hvilke typer bergmasser en møter på. Tilpasningene gjøres digitalt og alt styres av datamaskiner, noe som sørger for at nøyaktigheten blir god nok og man kan unngå menneskelige feil (Lovitt og Collins, 2012).

4.3.9 Sonderboring og injeksjon

Sonderboring benyttes for å sjekke bergkvaliteten innover i fjellet. Det kan bli boret langt innover for å avdekke svakhetssoner, forkastninger og grunnvann. Om det er spesielt usikre områder kan også kjerneboring benyttes for å ta prøver av fjellet. Om det viser seg at fjellet inneholder mange sprekker og grunnvann, vil man måtte forinjisere med injiseringsmasse. Dette gjøres fra stuff for å tette

sprekker og glipper i fjellet. Spesielt viktig er det i berg hvor det er et høyt grunnvannstrykk. Om dette ikke blir tettet før man avfyrer salven vil man få store lekkasjer det vil være utfordrende å tette i ettertid. Injiseringsmassen herder og sørger for at det blir en helt tett sone rundt tunneløpet. Figuren under viser hvordan forinjiseringsen gjøres. Det er viktig å gjøre dette utover fra tunneltverrsnittet slik at det faktisk blir tett rundt tunnelen.



Figur 12 - Sonderboring og injeksjon (Solerød, 2012).

Alle stegene gjentas så syklisk helt til tunnelen er ferdig drevet. Hvor mye rensing, sikring og forinjisering som skal til avhenger av bergkvaliteteten og beliggenheten på tunnelen. Det er disse faktorene som i stor grad styrer hvor rask inndrift det er mulig å ha på en tunnel. Hver salve er vanligvis ca. 5 m og det er vanlig å drive 25-35 m per uke, men dette er svært avhengig av hvilke utfordringer som dukker opp underveis. Det kan være alt fra driving gjennom løsmassesoner til omfattende forinjisering for å forhindre vanninntrenging (Statens Vegvesen, 2010).

Antall meter inndrift må riktignok multipliseres med antall stuffer tunnelen drives fra. Om man har en tunnel med stuffer i hver ende pluss to tverrslag med to stuffer hver vil man i teorien kunne drive 150-180 m per uke.

4.4 Oppsummering drivemetoder

Valg av drivemetode

Det vil alltid være en vurdering av fordeler og ulemper med de ulike drivemetodene som avgjør hvilken metode som skal benyttes. Generelt sett forutsetter bruk av TBM mer omfattende, grundigere og til dels andre typer geologiske undersøkelser enn ved konvensjonell drift. For en effektiv og lønnsom prosess må planlegging og vurdering av metodevalg foretas i en tidlig fase av prosjektet, blant annet med tanke på trasevalg og tverrslagsreduksjoner (Jakobsen et al., 2015).

Jakobsen et al. (2015) presenterer en del fordeler og ulemper ved fullprofilboring sammenlignet med konvensjonell drift. I tabell 12 presenteres de aspektene forfatterne mener er aktuelle for Fornebubanen.

Tabell 12 - Fordeler og ulemper med TBM versus konvensjonell drift.

Fordeler	Ulemper
TBM-boringen påvirker og skader berget i mindre grad enn konvensjonell drift. Dette vil normalt gi et mindre sikringsomfang.	Større investeringsbehov i utstyr.
Bergsikringen utføres fra beskyttet område i maskinen og en arbeider sjeldent under usikkert berg.	En mer omfattende mobilisering enn for konvensjonell drift.
Normalt kan en drive lengre tunneler pga. redusert ventilasjonsbehov og høyere produksjon. Dette kan redusere antall tverrslag/arbeidssteder.	Normalt lengre leveringstid på utstyr.
Mindre innvirkning på ytre miljø pga. mindre støy og rystelser.	Mindre fleksibilitet rundt tunnelprofil og tunneldiameter.
Bedre arbeidsmiljø (HMS) i tunnelen, med kraftig reduksjon av gasser fra sprengning i tunnelen, redusert dieselavgasser og økt SHA på bakgrunn av redusert trafikk og sprengning.	Vanskeligere å justere og tilpasse tverrsnitt og linjeføring undervegs i prosjektet (bl.a. nisjer, grentuneller etc.)
Komplementerende arbeid kan foregå i tunnelen under alle sykluser av tunneldrivingen.	For visse formål kan sirkulært tverrsnitt være mindre hensiktsmessig.
TBMer drives med elektrisk kraft, noe som kan gi et gunstig miljøregnskap.	Det kreves kraftigere strømforsyning til TBM-drift enn ved konvensjonell drift.

Linjeføringen er en viktig faktor for valg av drivemetode. En TBM vil i mye større grad kunne gå rett gjennom grunnen uavhengig av grunnforholdene, så lenge maskinen optimaliseres for de faktiske forhold. Ved konvensjonell drift blir en påtvunget å følge berggrunnen, og det kan bli store utfordringer med å drive gjennom svakhetssoner. En TBM-tunnel vil også kunne drives grunnere, altså mindre bergoverdekning enn ved konvensjonell drift, noe som vil gi innsparinger når det kommer til utbygging av stasjoner. Jo grunnere stasjonene er, jo billigere vil de trolig bli på grunn av enklere bygging med kortere avstander (Bruland og Jakobsen, 2016).

Muligheten til å legge tunnelen grunnere og gjennom svakhetssoner gjør at en TBM-tunnel kan bli flere meter kortere enn ved bruk av konvensjonell drift. Med

en lengde på 8150 m, som for Fornebubanen, vil en liten prosentvis reduksjon av lengden utgjøre store samfunnsøkonomiske endringer. Eksempelvis vil én prosent kortere lengde medføre 81,5 m kortere tunnel. Med to avganger per kvarter gjennom hele døgnet som en planlegger ifølge Ruter (2015), vil en totalt spare ca. 15 km. Med en kollektivplan som går til år 2060 vil en slik besparelse utgjøre ca. 219 000 km hver vei. Om de samme antagelsene benyttes og knyttes opp mot reisetid vil en i samme tidsperiode kunne spare inn ca. 200 reisedøgn. Når dette i tillegg kan multipliseres med antall passasjerer sier det seg selv at dette er vesentlige samfunnsøkonomiske faktorer som må hensyntas i en vurdering av drivemetode.

Macias og Bruland (2014) sier etter å ha studert omkring 40 artikler og rapporter som omhandler valg av drivemetode at det ikke foreligger mye forskning og undersøkelser rundt valg av drivemetode basert på felldata. Det er derimot i mange tilfeller foretatt subjektive vurderinger om hva som er det mest gunstige valget. Konklusjonen i rapporten til Macias og Bruland (2014) er at hovedfordelen med konvensjonell drift er metodens store fleksibilitet og nærmest ingen begrensninger i utforming, god tilpasningsevne til uventede situasjoner og lavere oppstart- og initiale investeringer.

For TBM er det almen enighet at denne metoden er bedre egnet for lengre tunneler, har høyt fremdriftspotensiale, redusert sikringstiltak og lavere krav til bergoverdekking. I tillegg nevnes fordelene ved at opplæring av mannskap er enklere ved bruk av TBM enn ved konvensjonell drift. Det er en gjennomgående bred aksept for at ulempene ved TBM er knyttet til geologisk risiko, høye prosjekterings- og investeringskostnader eller høy tidsbruk knyttet til oppstart (Macias og Bruland, 2014).

Valg av drivemetode er mer komplekst enn et økonomisk spørsmål, og sjeldent foreligger alle parameterne for et optimalt valg tidlig i prosjektfasen. Avhengig av de spesielle omstendighetene i hvert enkelt prosjekt kan parametrene, som i prosjektets tidlige fase ikke engang ble vurdert, vise seg å være sterkt avgjørende for det optimale valget (Macias og Bruland, 2014). Ehrbar (2008) hevder at i de fleste tilfeller bør valg av drivemetode være entreprenørens ansvar, basert på byggherrens kriterier til prosjektet.

I tabell 13 og 14 vises en overordnet sammenlikning mellom de ulike fordelene og ulempene som kommer av valg av drivemetode.

Tabell 13 - Oppsummering av fordeler og ulemper med TBM.

TBM
Fordeler
Kan gi rask inndrift etter montering
Krever mindre sikring under drift
Bedre kontur i tunnelen
Større forutsigbarhet på resultatet av sluttproduktet
Mindre forstyrrelser på miljøet rundt
Lite støy og vibrasjoner
Bedre arbeidsmiljø
Ventilasjonsbehovet er redusert som gjør at det kan drives lengre uten tverrslag
Tunnelen kan ferdigstilles parallelt med drivingen
Slipper å ta risikoen med sprengstoff på prosjektet
Ulemper
Lite/foreldet erfaring fra dette i Norge
Store investeringskostnader i forkant
Lang leveringstid, ca. 12 måneder fra kontraktinngåelse
Lang mobiliseringstid, ca. 3 måneder med montering på byggeplass
Svært liten fleksibilitet
Krever veldig mye strøm for å drive maskinen
Krever gode geologiske undersøkelser

Tabell 14 - Oppsummering av fordeler og ulemper med konvensjonell drift.

Konvensjonell drift
Fordeler
Lang erfaring
Mindre investeringskostnader
Samme pris uavhengig av lengde
Kort mobilisering- og oppstartstid
Kortere leveringstid på maskiner
Stor fleksibilitet på ulike tverrsnitt
Kan benytte overskuddsmassene til andre formål
Fleksibel ved uforutsette hendelser som dårlig geologi og lignende.
Ulemper
Dårligere kontur
Dårligere arbeidsmiljø
Mer støy og vibrasjoner
Dårligere stabilitet
Mindre forutsetninger på resultatet
Stort behov for ventilasjon, nødvendig med mange tverrslag

5 Gjennomføringsmodell og kontraktstrategi

5.1 Definisjoner

Det finnes utallige begreper og ulike definisjoner rundt temaet gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier. Ofte ser en begrepene blir brukt om hverandre, og det er vanskelig å finne en standardisert definisjon på de ulike begrepene.

I rapporten brukes gjennomføringsmodell om prosjekts overordnende strategi for prosjektet. Dette favner alt fra idefase til bruksfase. Gjennomføringsmodellen sier noe om når man involverer de ulike aktørene. Entreprisemodeller og gjennomføringsmodeller er to begreper som henger tett sammen. Både Rød (2016) og Difi (2016a) sier at de ulike entreprisemodellene er gjennomføringsmodeller. Kontraktstrategi brukes om kontrakten som inngås med utførende entreprenør og inneholder virkemidler for fordeling av ansvar.

5.2 Gjennomføringsmodell

Eikeland (1998) deler inn byggeprosessen i fire faser. Den første fasen er idefasen, hvor selve ideen om et prosjekt kommer frem, som til slutt går over i utviklingsfasen. Deretter kommer gjennomføringsfasen som varer frem til bruksfasen.

I denne rapporten er det valgt å legge inn en femte fase, mellom idefasen og utviklingsfasen, denne fasen er forprosjektfasen. I tillegg er begrepet gjennomføringsfase erstattet med utførelsesfase. Figur 13 viser prosjektets faser.



Figur 13 - Prosjektets faser (etter Eikeland, 1998).

I idefasen blir ideen om et prosjekt til. Her blir målsetninger og rammebetingelser satt, og det blir besluttet om prosjektet skal gå videre til neste fase, forprosjektfasen. Det er i denne fasen det blir avgjort om prosjektet skal gjennomføres eller ikke på bakgrunn av et forprosjekt. I prosjekteringsfasen gjennomføres detaljprosjekteringen på bakgrunn av forprosjektet og de mål og rammer som er satt i idefasen. Til slutt kommer utførelsesfasen hvor en entreprenør utfører byggearbeidet (Difi, 2015b).

5.2.1 Involvering av entreprenør

Sen involvering

I dagens samferdselsbransje blir det, med enkelte unntak, stort sett benyttet utførelsesentrepriser (Smith, 2016). Det vil si at byggherren har ansvar for arbeidsgrunnlaget, en jobb som stort sett blir utført rådgivere som kontraheres inn i prosjektet. Entreprenøren deltar ikke i disse prosessene og blir først engasjert til gjennomføringsfasen og får tildelt det utarbeidete arbeidsgrunnlaget (Difi, 2016a). Ved utførelsesentrepriser og beskrevet totalentreprise blir entreprenøren engasjert sent i byggeprosessen, like før eller til utførelsesfasen.

Medium involvering

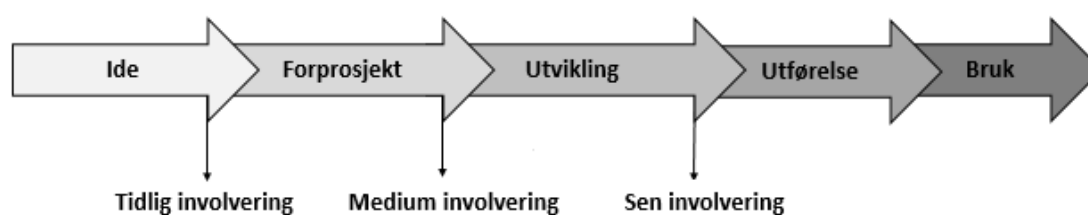
Ved medium involvering blir entreprenøren engasjert til utviklingsfasen og deltar i denne. Eksempel på entrepriseform er her funksjonsbasert totalentreprise.

Tidlig involvering

Samspillsentrepriser og Offentlig Privat Samarbeid (OPS) er eksempler på entrepriser der entreprenøren sammen med øvrige aktører i prosjektet blir engasjert i en tidlig fase av prosjektet. Tidlig involvering er senere i rapporten også omtalt som Early Contractor Involvement (ECI).

En nærmere beskrivelse av de ulike entreprisemodellene finnes i rapportens kapittel 6.3.5

Figur 14 viser når i prosjektet entreprenørene blir involvert i de ulike modellene.



Figur 14 - Involvering av entreprenør i de ulike fasene.

5.2.2 Early Contractor Involvement og Best Value Procurement

Early Contractor Involvement (ECI) er metode for kontrahering der leverandørene blir engasjert og samarbeider sammen med prosjektets øvrige aktører, i en tidlig fase av prosjektet (High Speed Two, 2014). ECI tar hensyn til at i mange prosjekter blir viktige og førende beslutninger tatt før sentrale leverandører blir engasjert (IADC, 2013).

Best Value Procurement er en metode for innkjøp og prosjektstyring utviklet ved Arizona State University i USA i tidsrommet 1991-2010. BVP er en prosess der

man anskaffer etter prinsippet om økonomisk mest fordelaktige i stedet for lavest mulig pris (Kashiwagi, 2011). Metoden er benyttet med stor grad av suksess i rundt 1700 prosjekter fordelt over en 20 års periode (Difi, 2015a).

BVP skal bidra til å forenkle, effektivisere og forbedre anskaffelsesprosesser og legger opp til en metode for kontraktsoppfølging som legger stor vekt på leverandørens ekspertise. BVP er ofte egnet til bygg, anlegg og eiendom og IT systemutvikling. Metoden beskrives som særlig aktuell for kompliserte innkjøp der man trenger god kompetanse og produktet kan være vanskelig å beskrive. BVP bør benyttes ved komplekse prosjekter med kritiske budsjett og et stort behov for ekspertise (Soilammi, 2015).

Tran et al. (2016) har sett på State Departments of Transportation (DOTs) bruk av BVP. I likhet med norske offentlige byggherrer har DOTs tradisjonelt anskaffet etter lavest mulig pris. Resultatene til Tran et al. (2016) viser at BVP har flere fordeler sammenlignet med anskaffelse etter lavest mulig pris. De viktigste fordelene ved bruk av BVP var økt sannsynlighet for å innfri prosjektets målsetninger, redusere prosjekts risiko og redusere prosjektets kostnader. Utfordringen med bruk av BVP sammenlignet med anskaffelser etter lavest pris er en mer tidkrevende og kostbar anskaffelsesprosess sier Tran et al. (2016). De sier videre at BVP er mest egnet for prosjekter med unike tekniske krav, som kan være vanskelig å innfri med anskaffelser etter lavest mulig pris.

I Europa er ECI og BVP mest benyttet i Nederland, der det er benyttet på omtrent 300 prosjekter. Blant annet av Rijkswaterstaat, som kan sammenlignes med Statens Vegvesen i Norge. Erfaringene fra prosjektene der Rijkswaterstaat har benyttet BVP viser gjennomsnittlig gjennomføringstid er redusert med 25% og kostnadene med ca. 15%. I tillegg har BVP vist seg å gi et lavt konfliktnivå under gjennomføringsfasen (Sørensen, 2016). Van Valkenburg et al. (2008) skriver at det nederlandske samferdselsdepartementet har valgt å benytte ECI for å utnytte tilgjengelig kompetanse i prosjektenes tidligere faser, noe som blant annet fører til bedre gjennomføring av prosjekter og større avkastning av skattebetalernes penger.

For det norske markedet er det spesielt interessant å se på erfaringene fra Nederland da metoden her er brukt av offentlige aktører som er underlagt EUs anskaffelsesregelverk. BVP har vært testet i det nederlandske rettssystemet der BVP ble vurdert å være innenfor anskaffelsesregelverket (Sørensen, 2016).

Grunnen til at ECI og BVP blir presentert i samme kapittel er at ECI kan være avgjørende for å oppnå BVP, altså den økonomisk mest fordelaktige anskaffelsen.

Ved hjelp av tidlig involvering av leverandørene og en hensiktsmessig kontrakt for prosjektet, skal man blant annet være i god stand til å håndtere og avdekke risiko. Dette øker igjen mulighetene for å innfri målsetningene, begrense tvister og uenigheter i prosjektet og oppnå størst mulig verdi av investeringen (IADC, 2013). Flere påpeker, deriblant Tran et al. (2016) og IADC (2013), at ECI og BVP er egnet for komplekse prosjekter med uavklart risiko, men ved enkle oversiktlige prosjekter er tradisjonelle anskaffelsesmetoder og gjennomføringsmodeller mest hensiktsmessig.

5.3 Kontraktstrategi

I følge Lædre (2006) er det tre steg man må gjennom for å bestemme kontraktstrategi for prosjekter. Det første er virkemiddel for utvelgelse av leverandør. Under dette kommer en eventuell prekvalifisering, tildelingskriteriene og kontraheringsformen. Videre kommer virkemiddel for fordeling av ansvar som består av ytelsesbeskrivelsen, entrepriseformen og kontraktstypen. Virkemiddel for prosessen er eventuelle insentiver og kontraktsbestemmelser. En kontraktstrategi vil derfor styres av inntil åtte virkemiddel, og i dette kapitlet blir de punktene som er aktuelle for store samferdselsprosjekter presentert.

5.3.1 Prekvalifisering

Prekvalifisering er ifølge Lædre (2006) en forhåndsvurdering av potensielle leverandørers kvalifikasjoner før de kommer med sine tilbud. Leverandørene er enten kvalifisert eller ikke kvalifisert målt opp mot disse kravene. Prekvalifiseringskravene skal kun benyttes til prekvalifisering og ikke til den endelige tildelingen. Det er et strengt skille i regelverket mellom kvalifikasjonskrav som leverandørene må tilfredsstillere for å delta i konkurransen, og hvilke kriterier som må være oppfylt av tilbyder for å få kontrakten (Fornyings- og administrasjonsdepartementet, 2006). Om det skal gjennomføres prekvalifisering må en finne så gode og relevante kriterier som mulig, for å oppnå best mulig effekt av prekvalifiseringen (Lædre, 2006).

Kvalifikasjonene som en leverandør typisk må oppfylle er krav til kapasitet, kvalifikasjon, organisering og vandel (Lædre, 2006). Fordelen med prekvalifiseringen er at leverandørene som ikke tilfredsstillere byggherrens krav slipper å regne på et anbud til ingen nytte. Dette er ressursbesparende for leverandøren, i tillegg til at byggherren vet at alle firma som er prekvalifiserte er kapable til å utføre jobben.

5.3.2 Tildelingskriterier

I følge Lov om offentlige anskaffelser (LOA) må byggherren velge entreprenøren som kommer med tilbudet som har lavest mulig pris eller det som er økonomisk

mest fordelaktig. Det er viktig at det blir spesifisert i tilbudsgrunnlaget hva som blir vektlagt som tildelingskriterium. Om det er lavest pris som er gjeldene tildelingskriterium er det alltid tilbyderen med lavest pris som vinner anbudet. Tildelingen gjøres etter at leverandørens kvalifikasjoner og spørsmål om avvisning er vurdert (Difi, 2016c). Byggherren kan også velge den tilbyderen som kommer med det økonomisk mest gunstige alternativet. Her er det viktig at byggherren spesifiserer hvilke tildelingskriterier som skal vektlegges. Disse kriteriene vektet eksempelvis fra 0-100 og tilbyderen med høyest samlet poengsum vinner anbudet (Difi, 2016c).

I alle tildelinger vil pris nærmest være et uunngåelig tildelingskriterium. Dette er den posten som i de aller fleste prosjekter vektlegges mest, da det er ønskelig for byggherren å gjennomføre et prosjekt til lavest mulige kostnader. LOA nevner i tillegg til pris og livsløpskostnader følgende kriterier; kvalitet, teknisk verdi, estetiske og funksjonsmessige egenskaper, miljøegenskaper, driftsomkostninger, rentabilitet, kundeservice og teknisk bistand, samt tid for levering eller ferdigstillelse. Selv om disse kriteriene er gitt av LOA kan også andre kriterier være tillatte å måle en leverandør etter (Difi, 2016c).

Det kan være aktuelt for byggherre å måle leverandørene etter kvalifikasjonene til personene som skal styre prosjektet i tillegg til referanseprosjekt. At et firma har flere referanseprosjekt å vise til i tillegg til ressurssterke personer med relevant erfaring i prosjektledelsen viser at leverandøren og de ansatte har gode muligheter for å lykkes med prosjektet. Ofte vil det være et større behov for erfaring i prosjekteringsfasen enn i gjennomføringsfasen (Lædre, 2006). Leverandørene må måles etter kapasiteten slik at byggherren er sikre på at leverandøren kan fullføre oppdraget. Dette kan gå på firmaets tilgjengelige mannskap, disponibelt utstyr og økonomi.

Tabell 15 - Eksempel tildelingskriterier (Jacobsen, 2011).

Tildelingskriterium	Vekting	Detaljer
Totalkostnad	60	Samtlige kostnader tilknyttet anskaffelsen.
Produkt	20	Funksjon, kvalitet, levedyktighet, design og miljø.
Leverandør	20	Leveringstid, leveringssikkerhet, referanser og opplæring.
Totalt	100	

5.3.3 Kontraheringsform

Det finnes fire hovedformer når det kommer til kontrahering. Dette er egenregi, direkte kjøp, konkurranse med forhandlinger og anbudskonkurranse. Alle disse kontraheringsformene har fellestrekk, ved at byggherre først utarbeider et anbudsgrunnlag. Byggherren legger anbudsgrunnlaget ut som en

tilbudsinnbydelse, leverandørene kommer med tilbud på jobben. Byggherren evaluerer så de innkomne tilbud, for deretter å inngå en kontrakt med den leverandøren som har gitt det beste tilbudet (Lædre, 2006). Egenregi og direkte kjøp vil det ikke bli gått nærmere inn på i denne rapporten, siden det er kontraheringsformer som er uaktuelle for problemstillingene.

Konkurransen med forhandlinger går ut på at byggherren inviterer noen aktører til en forhandling der man henter inn tilbud basert på byggherrens ønsker. Eksempelvis kan en byggherre hente inn fire tilbud, som man deretter forhandler om. I en slik kontraktsform ligger alt på bordet, og det er ingenting som er låst. Byggherren står deretter fritt til å signere kontrakt med den tilbyderen som i størst grad fyller kravene som byggherren har satt (Lædre, 2006).

I en anbudskonkurransen må leverandørene svare på en tilbudsinnbydelse sendt ut av byggherren. Her er det gitt klare krav til hva som skal prises og hvordan tilbudene blir vurdert. Alle tilbudene må komme innen fristen, og det foretas en felles åpning hvor prisene blir offentliggjort. Deretter vil byggherren gå gjennom tilbudene for å se om de svarer til de kravene som ble gitt for deretter å inngå kontrakt (Lædre, 2006).

5.3.4 Ytelsesbeskrivelser

De to ulike formene for ytelsesbeskrivelser er funksjonsbeskrivelser og mengdebeskrivelser. Ytelsesbeskrivelsene er kravene byggherren stiller til det ferdige produktet fra leverandørene. Ytelsesbeskrivelsen kan også være en blanding av funksjonsbeskrivelse eller mengdebeskrivelse. I de ulike entreprisformene skiller det også mellom ytelsesbeskrivelser, hvor det i totalentrepriser stort sett benyttes funksjonskrav, mens mengdebeskrivelser benyttes for utførelsesentrepriser.

Bruk av mengdebeskrivelser indikerer at byggherren utformer detaljerte beskrivelser av hva som skal være med, gjerne ved hjelp av NS3420 (Lædre, 2006). Her vil alt fra tekniske detaljer til omfanget være beskrevet. Mengdebeskrivelser er det som tradisjonelt benyttes i den norske anleggsbransjen med standard utførelsesentrepriser. Her vil entreprenøren prise en gitt beskrivelse og utføre den i henhold til byggherrens ønsker.

Tabell 16 – Forskjeller mellom mengde- og funksjonsbeskrivelser.

Mengdebeskrivelser	Funksjonsbeskrivelser
Detaljerte spesifiseringer	Overordnet
Baserer seg på tradisjonelle metoder	Legger til rette for forbedringer og innovasjon
Finnes standardiserte løsninger	Må utvikles til hvert enkelt prosjekt
Egner seg når byggherren har så detaljerte løsninger at man unngår grensesnittproblemer	Egner seg når entreprenør kan styre usikkerheten
Krav til hver enkelt detalj	Krav til det endelige produktet

I en funksjonsbeskrivelse står entreprenøren i utgangspunktet mye friere, sammenlignet med en mengdebeskrivelse. I en funksjonsbeskrivelse stiller byggherren krav til funksjon, altså hvordan produktet skal brukes, levetid, vedlikehold og lignende. Her finnes det få standardiserte løsninger, ettersom hvert prosjekt er unikt og stiller ulike krav til funksjon. Dette er en svakhet da byggherren må for hvert enkelt prosjekt lage funksjonskravene selv basert på lover og standarder.

En funksjonsbeskrivelse sier ingenting om hvordan entreprenøren skal oppnå funksjonene, og entreprenøren står i utgangspunktet fritt til å bestemme dette selv. Byggherren kan riktignok stille så klare og eksakte funksjonskrav at det i realiteten er kun én måte å gjennomføre prosjektet på. Eksempelvis ved valg av drivemetode av en tunnel kan strenge krav til miljø, omgivelser, antall tverrslag og riggplasser føre til at det kun er TBM som i praksis er gjennomførbart.

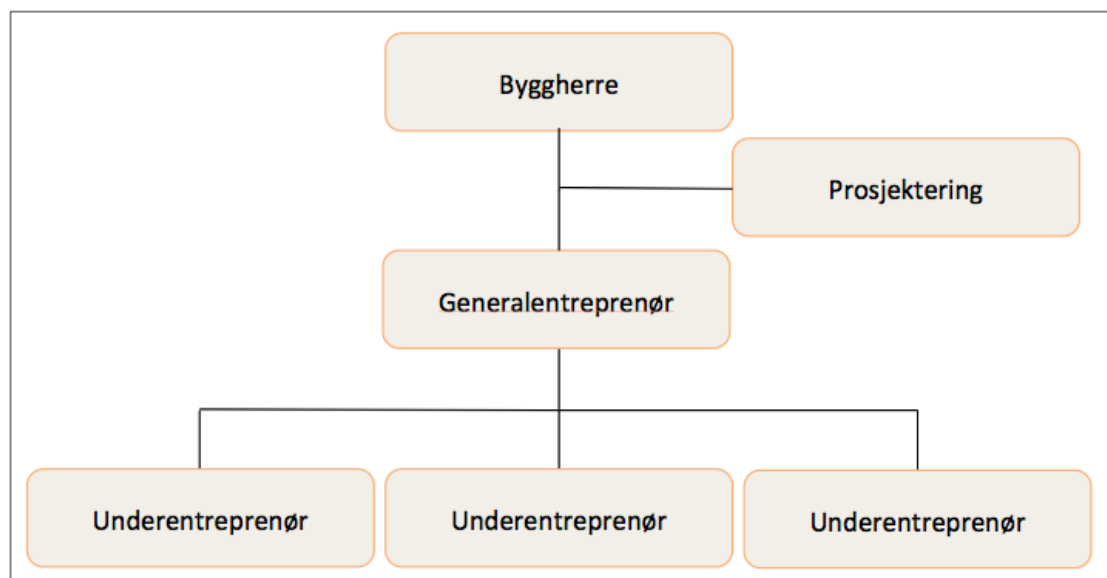
5.3.5 Entrepriseform

Lædre (2006) nevner følgende fem entrepriseformer, Offentlig Privat Samarbeid (OPS), totalentreprise, generalentreprise, hovedentreprise og delte entrepriser. Difi (2016a) nevner de samme entrepriseformene og i tillegg til samspillsentreprise. I denne rapporten er det valgt å dele entreprisene inn i fire hovedgrupper; utførelsesentrepriser, totalentrepriser, samspillsentrepriser og OPS.

Utførelsesentreprise

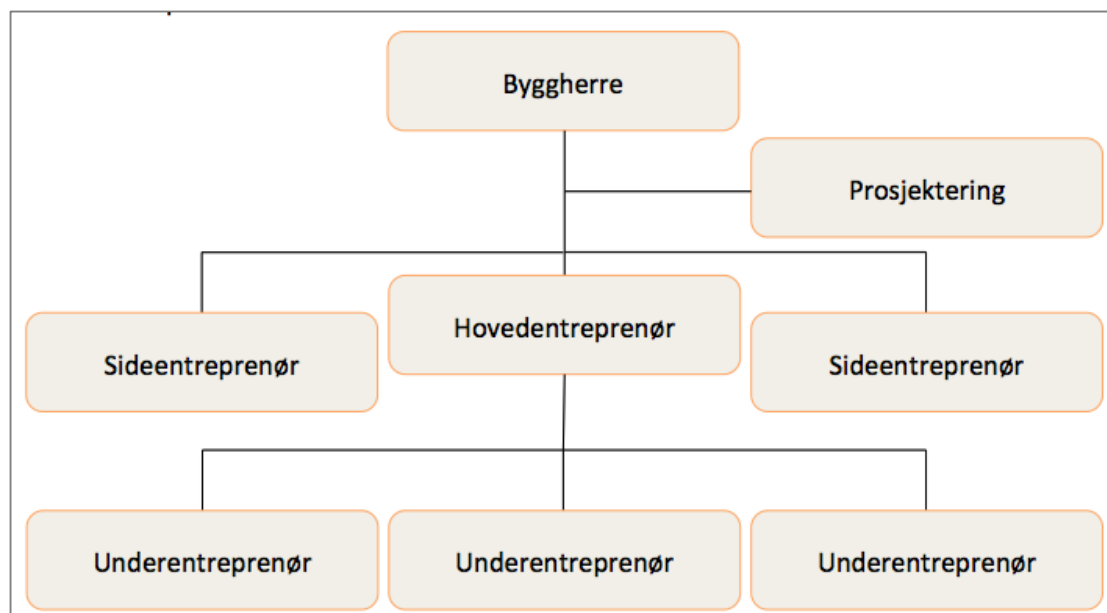
Når det snakkes om utførelsesentrepriser snakkes det i realiteten om tre forskjellige entrepriseformer, generalentreprise, hovedentreprise og delte entrepriser. Det disse formene har til felles er at byggherren selv står for alt av prosjektering, slik at entreprenøren kun kommer inn og utfører arbeidet. Byggherren har også ansvar for koordinering mellom de forskjellige entreprisene (Difi, 2016a).

I en generalentreprise har byggherren to kontrakter å forholde seg til. Én med entreprenøren og én med de prosjekterende. Dette betyr at det er byggherren som er ansvarlig for prosjekteringen, mens entreprenøren kun skal utføre det prosjekterte arbeidet. På samme måte som i en totalentreprise vil entreprenøren engasjere og kontrahere underentreprenører. Ansvaret for underentreprenørene vil da tilfalle generalentreprenøren. Figur 15 viser hvordan hierarkiet i en generalentreprise blir seende ut.



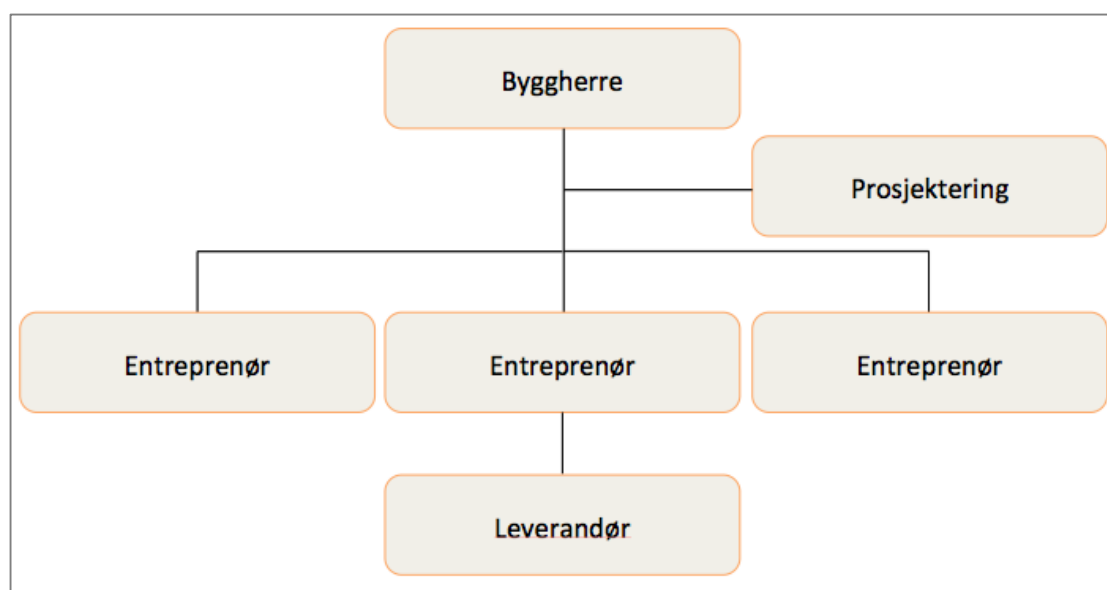
Figur 15 - Generalentreprise

I en hovedentreprise vil byggherren kontrahere både prosjekteringen og de største entreprisene. Her er det vanlig at den største entreprisen blir tiltransportert ansvar for flere underentrepriser som hovedentreprenøren blir ansvarlig for. Byggherre vil her ha ansvaret for prosjekteringen, mens hovedentreprenøren og sideentreprenørene er juridisk sidestilt. Eventuelle underentreprenører tilfaller hovedentreprenøren (Difi, 2015c). Figur 16 viser hierarkiet i en hovedentreprise.



Figur 16 - Hovedentreprise

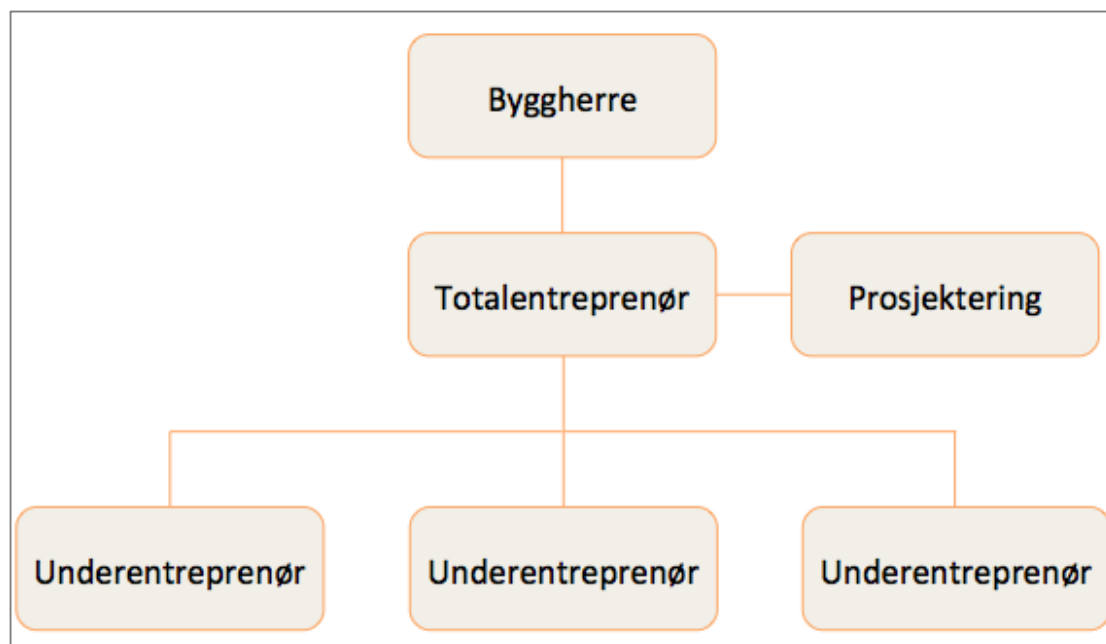
Ved delte entrepriser kontraherer byggherren selv alle entreprenørene og de prosjekterende. Dette øker arbeidet for byggherren i forhold til de andre entreprisformene, men byggherren har samtidig større påvirkningsmuligheter i prosjektet. Figur 17 viser hierarkiet i delte entrepriser.



Figur 17 - Delt entreprise

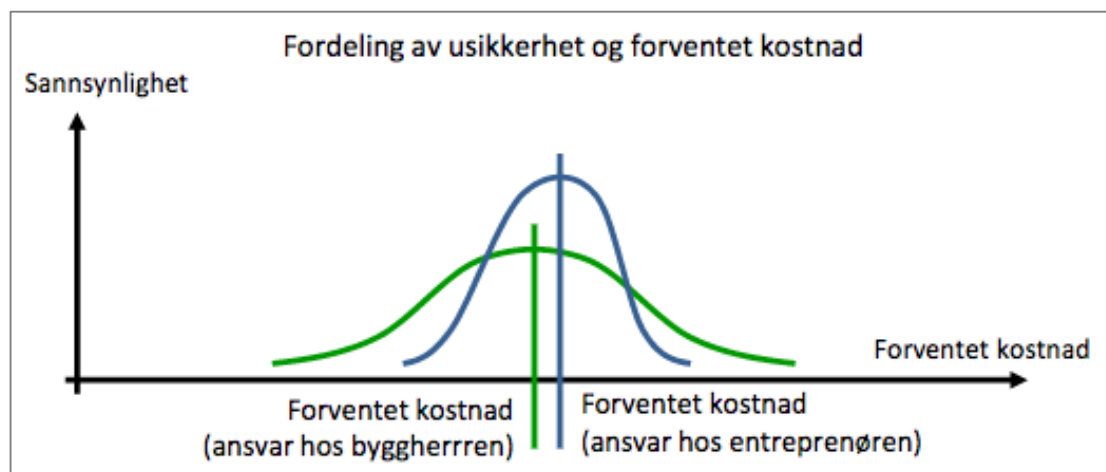
Totalentreprise

En totalentreprise innebærer at byggherren i utgangspunktet kun har én kontrakt, og denne er med totalentreprenøren. Det er totalentreprenøren som signerer kontrakt med de prosjekterende og eventuelle underentreprenører. All kommunikasjon fra og til byggherre går derfor via totalentreprenøren. Figur 18 viser hierarkiet i en totalentreprise.



Figur 18 - Totalentreprise

En totalentreprise vil ifølge Lædre (2012) i mange tilfeller føre til høyere kostnader for byggherren. Som figur 19 viser vil det koste mer å la andre gjøre jobben, ettersom entreprenøren også må ta på seg ekstra risiko. Jo mer usikker risikoen knyttet til prosjektet er, jo større vil kostnaden for å overføre risikoen være.



Figur 19 - Forventet kostnad som følge risikoplassering (Lædre, 2012).

I en totalentreprise blir entreprenøren engasjert i en tidligere fase av prosjektet, sammenlignet med utførelsesentrepriser. Dette fører til at det ofte er mer ressurskrevende å levere tilbud på en totalentreprisejobb, da entreprenøren også må stå for mesteparten av prosjekteringen. I enkelte konkurranser kan byggherren velge å benytte en såkalt «losers fee» som gjør at entreprenørene som taper konkurransen får noe av utgiftene dekket (Smith, 2016).

Det finnes flere måter å gjennomføre en totalentreprise på. Det er vanlig å skille mellom funksjonsbasert totalentreprise og beskrevet totalentreprise. Beskrevet totalentreprise blir også kalt byggherreutviklet totalentreprise (Difi, 2016a). I en beskrevet totalentreprise utfører byggherren selv en del av prosjekteringen før man inngår kontrakten med totalentreprenøren. Her vil byggherre måtte ta ansvar for det som byggherren selv har prosjektert.

Ved funksjonsbasert totalentreprise gir byggherren kun en funksjonsbeskrivelse for de viktigste forholdene ved prosjektet, og leverandørene utvikler løsninger ut i fra denne funksjonsbeskrivelsen. Entreprenøren blir derfor engasjert i en tidligere fase ved en funksjonsbasert entreprise, sammenlignet med en beskrevet totalentreprise (Difi, 2016a).

Samspillsentreprise

I følge Difi (2016a) inngår byggherren i en samspillsentreprise kontrakt med en såkalt samspillgruppe der de viktigste utførende og prosjekterende aktørene deltar. Prosjektet utvikles i et samspill mellom byggherren, samspillgruppen, brukerne og andre aktuelle aktører.

Det legges opp til at alle involverte aktører får komme med sine innspill og kompetanse til prosjektet. Innspillene veies mot hverandre og mot gitte mål. Aktørene forenes om et forprosjekt med tilhørende målpris. På dette stadiet kan man avslutte samspillprosessen. Da inngås det gjerne en totalentreprisekontrakt med gruppen. En slik modell kalles «Samspill til totalentreprise» (Difi, 2016a).

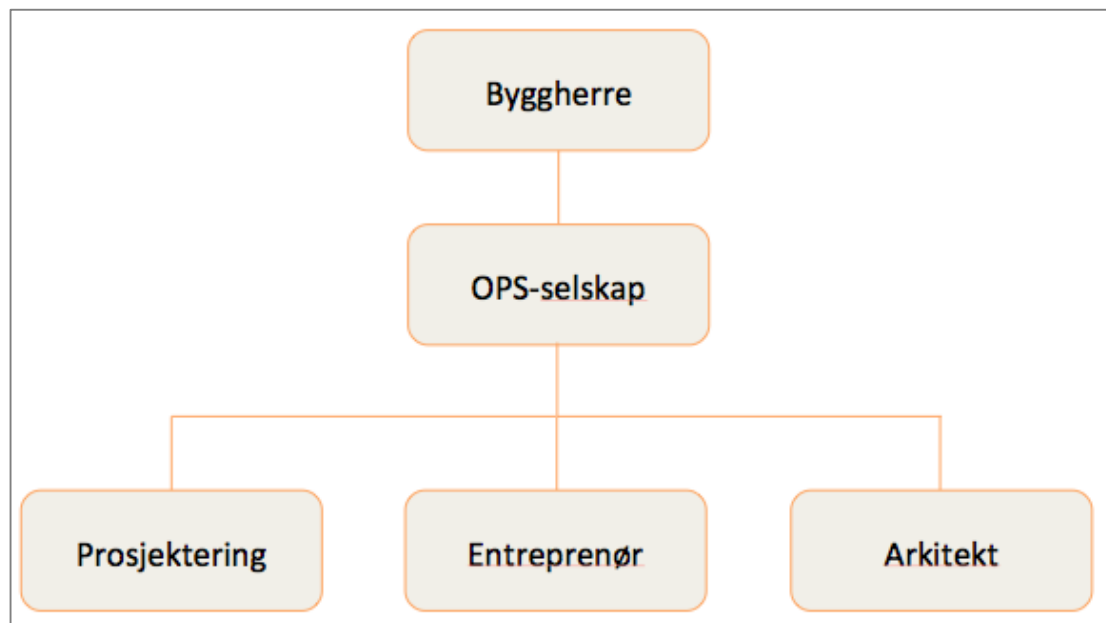
Dersom man fortsetter samarbeidet gjennom utførelsesfasen og de første bruksårene, og alle arbeidene godtgjøres etter regning og etter avtalte priser og påslag, kalles modellen «Samspill med incitament». Sluttkostnaden måles mot den målprisen aktørene ble enige om, og avtalen sier hvordan over- eller underskridelser av målprisen fordeles mellom partene (Difi, 2016a).

Offentlig Privat Samarbeid

OPS er et samarbeid mellom offentlige og private aktører. Det offentlige er bestiller og bestemmer kvalitet, omfang og målsetninger for prosjektet (Sanner et al., 2010). Det private OPS-selskapet, som ifølge Sanner et al. (2010) ofte er opprettet spesielt for det enkelte prosjektet har byggherrerollen. OPS-selskapet utfører prosjekteringen og tar ansvar for bygging, finansiering, drift og vedlikehold i en avtalt periode. Leverandøren har altså frihet og totalansvar innenfor rammene satt av den offentlige bestilleren (Difi, 2016b).

OPS har vært benyttet i Norge til blant annet til bygging av veier, skoler etc. OPS finnes i mange ulike varianter og det er ingen standardisert form på dette samarbeidet (Difi, 2016b).

Et OPS-prosjekt består ifølge Difi (2016b) av de seks fasene, tidligfase OPS, konkurranse OPS-leverandør, forprosjekt, byggeperiode, drift og vedlikehold og til slutt eventuell tilbakeføring. Figur 20 viser hvordan hierarkiet i et OPS-prosjekt kan bygges opp.



Figur 20 - OPS

5.3.6 Kontraktstyper

Det finnes flere ulike kontraktstyper for oppgjør, og disse kan i grove trekk deles inn i to typer, priskontrakter og kostnadskontrakter (Lædre, 2006). Byggherren kan selv velge om han vil betale ut forskuddsvis, løpende betaling gjennom hele prosjektet eller etterskuddsvis. Priskontrakter innebærer at entreprenøren leverer pris i forkant av prosjektet, mens kostnadskontrakter innebærer et oppgjør etter at prosjektet er fullført.

Det finnes tre forskjellige typer priskontrakter. Det som skiller de ulike typene er hvilke faktorer som er fastsatte, og hvilke som kan endre seg. En fikssumkontrakt innebærer at alle faktorer er faste. Dette vil si at så snart kontrakten er underskrevet vet man i teorien hva prosjektkostnaden blir. I en fastpriskontrakt er det faste enhetspriser og lønn, mens mengdene er regulerte. Dette er nyttig om man på forhånd ikke har kartlagt usikkerheten knyttet til mengdene som benyttes. Den siste typen er sumkontrakt, hvor alt er regulerbart,

det vil si at endringer i lønn, prisvekst og regulerbare mengder påvirker enhetsprisen.

De to mest brukte kostnadskontraktene som er benyttet er enhetspriskontrakter og regningsarbeid. Ved enhetspriskontrakter blir oppgjøret tatt i etterkant av prosjektet, og byggherren betaler entreprenør på bakgrunn av medgatte mengder. Prisen er ikke fastsatt i forkant, men det er vanlig at entreprenøren gir et grovt overslag på det gitte prosjekteringsgrunnlaget. Partene står her selv fritt til å forhandle om det skal kompenseres for eksempel lønn og prisstigning. Ved bruk av regningsarbeid vil oppgjøret i sin helhet bli avgjort i ettertid. Dette gjøres på bakgrunn av antall timer som er benyttet og hvor mye material som går med. Normalt vil materialkostnaden komme med et prosentpåslag fra entreprenøren.

Tabell 17 – Ulike kontraktstyper.

Kontraktstyper	Detaljer
Fikssumkontrakt	Sum i prinsippet låst ved undertegnelse av kontrakt.
Fastpriskontrakt	Faste priser på alt som gjøres. Regulerbare mengder
Sumkontrakt	Ingenting er fast. Enhetspriser bestemmes ut fra endringer i mengder, pris og lønn.
Enhetspriskontrakt	Faste enhetspriser basert på et løst anslag.
Regningsarbeid	Alle timer faktureres i ettertid i tillegg til materialbruk pluss et påslag.

5.3.7 Insentiver

I bygg- og anleggsbransjen brukes ordet insentiv om en belønning eller straff som følge kostnadsbruk, tidsbruk, kvalitet og omfang av prosjektet (Lædre, 2006). Et insentiv er en motivator som skal sørge for at entreprenøren innfrir visse kriterier og kan benyttes som både «gulrot og pisk». I bygg- og anleggsprosjekter er det vanlig at insentiver benyttes mellom byggherre og leverandør i et prosjekt. Insentiver kan benyttes sammen med alle de ulike virkemidlene for utvelgelse.

Det finnes flere forskjellige insentiver som kan benyttes i store samferdselsprosjekter. Positive insentiver kan være at entreprenøren får ta del i et eventuelt overskudd som følge av underskridelse av prosjektbudsjettet. Et annet kan være at entreprenøren får en godtgjørelse for at prosjektet blir overlevert tidligere enn planlagt. Byggherren kan også velge å legge inn insentiv om fremtidige jobber eller kontraktutvidelser om man er fornøyd med arbeidet. Negative insentiver kan være dagmulkt om entreprenøren overlever prosjektet for sent, eller opplever å bli ekskludert fra fremtidige prosjekter på grunn av

negativ omtale. Tabell 18 viser en oppsummering av de insentiver som er mest benyttet.

Tabell 18 – Insentiver og konsekvenser.

Insentiv	Konsekvens
Økonomiske insentiver	Entreprenør tar økonomisk risiko ved å dele et eventuelt overskudd og underskudd med byggherren.
Ære og anerkjennelse	Muligheter for å utvide kontraktsperioder, stiller sterkere i fremtidige konkurranser, blir en ettertraktet entreprenør.
Tidsbruk	Økonomisk godtgjørelse ved tidligere overlevering, dagbøter ved for sen overlevering. Vil ha store konsekvenser for samferdselsprosjekter.

5.3.8 Kontraksbestemmelser

Tradisjonelt sett er det normalt å benytte kontraksbestemmelser som er standardiserte gjennom NS. Eksempler er NS8401, NS8402, NS8405, NS8407 etc. Det er anbefalt gjennom lov om offentlig anskaffelse at alle offentlige prosjekter skal benytte seg av tradisjonelle kontraksbestemmelser. Det er likevel mulig å avvike fra disse standardene, og da snakker man om utradisjonelle kontraksbestemmelser.

Utradisjonelle kontraksbestemmelser kjennetegnes med at de avviker fra de tradisjonelle, og benyttes eksempelvis når det er behov for spesielt samarbeid mellom entreprenør og byggherre som ikke lar seg gjøre med tradisjonelle bestemmelser. Alle de overnevnte virkemidlene kan være med i en slik kontrakt, men kontrakten inneholder gjerne ekstra aspekter i tillegg til disse.

Eksempler på bruk av de to forskjellige kontraktstypene er brukt i de ulike referanseprosjektene som er benyttet i rapporten. For Gevingåsen jernbanetunnel ble det benyttet NS8405 med standard kontraksbestemmelser, mens for Follobanen er det benyttet norsk totalkontrakt (NTK 07), som må sies å være utradisjonell i bygg- og anleggsbransjen.

6 Resultat og diskusjon

6.1 Gjennomføringsmodell og kontraktstrategi

6.1.1 Avgjørende faktorer

Resultat

Flere av intervjuobjektene sier det er viktig at byggherren tidligst mulig kartlegger prosjektets mål og rammebetingelser. «Man må starte med å definere målsetningene og rammebetingelsene til prosjektet og disse målsetningene styrer så valg av gjennomføringsmodell» sier en av entreprenørrepresentantene. Byggherren må ha tilstrekkelige ressurser og en klar tanke på hva man vil oppnå med prosjektet påpeker en av representantene fra JBV. Byggherrens ressurser blir også nevnt som en faktor av prosjektdirektøren for Follobanen.

Flere av byggherrerepresentantene sier byggherrens erfaring og kompetanse er en avgjørende faktor for valg av gjennomførings- og kontraktstrategi. Dette er en faktor som også nevnes av de to fagpersonene og flere entreprenørrepresentanter. To av entreprenørrepresentantene sier det er viktig at byggherren og byggeledelsen greier å skille mellom de ulike kontraktsformene som finnes. En av fagpersonene sier at kravet til en kompetent byggherre ikke er mindre ved totalentrepriser, sammenlignet med utførelsesentrepriser. «Der er mer kompetansekrevene å forstå at noe er bra nok, enn å måle at det er bra nok» sier han.

Flere påpeker prosjektets kompleksitet og omgivelser som viktige faktorer. Innleid prosjektleder for Gevingåsen jernbanetunnel sier det prosjektet var svært styrt av omgivelsene, og at dette var en faktor for valgene som ble gjort. Prosjektdirektøren for Follobanen sier størrelsen på prosjektet var en avgjørende faktor for de valgene som ble gjort. Han nevner også gjennomføringstid som en viktig faktor. «For en byggherre vil det alltid være gunstig å gjennomføre prosjekter så raskt som mulig. Jo raskere et prosjekt går, jo raskere vil man få tilgjengelige ressurser til å arbeide med andre prosjekter» sier han. En av entreprenørrepresentantene sier også størrelsen på prosjektene er en faktor som må vurderes. Store totalentrepriser kan være aktuelt for store prosjekter, mens standard utførelsesentrepriser er aktuelt for de mindre prosjektene mener han.

Risiko blir nevnt av nesten samtlige intervjuobjekter, og er den faktoren flest trekker frem som den mest avgjørende faktoren. En av entreprenørrepresentantene sier risikoen i prosjektet er avgjørende for valg av gjennomførings- og kontraktstrategi. Det er en unison mening blant de som

nevner risiko som en viktig faktor, at den må plasseres på den aktøren som er mest egnet til å ta risikoen. Man må altså legge risikopremien på de som kan påvirke risikoen. En av entreprenørrepresentantene sier de offentlige byggherrene kan beregne risikoen ved å ta hensyn til sannsynlighet. Dette kan ikke entreprenørene tillate seg på samme måte. Entreprenørene må prise risikoen etter verst tenkelige scenario, for å ikke risikere å gå på store økonomiske tap, som følge av en enkelt hendelse i prosjektet».

Risiko som ingen kan påvirke, for eksempel geologi, er det enighet om at byggherren må bære. Det blir nevnt som eksempel at byggherren må ta risikoen for geologien, mens entreprenørene må ta risikoen for at det drives på best mulig måte gjennom fjellet. Feil plassering av risiko blir av flere nevnt som en årsak i tilfeller der entreprenørens tilbud er langt dyrere enn byggherrens forventninger og kostnadsramme.

Diskusjon

Flere av intervjuobjektene er opptatt av prosjektets mål og rammebetingelser. Det å definere klare etterprøvbare mål og tegne opp prosjektets rammebetingelser er generell teori i prosjektledelse. Selv om ingen av intervjuobjektene uttaler det direkte, kan den danne seg et bilde av at det syndes mot dette i enkelte prosjekter. Grunnen kan blant annet være politisk press for å innfri bestemte milepæler innen en fastsatt dato. Det synes derfor viktig at man setter av tilstrekkelig tid og ressurser i tidligfasen av prosjektet til å analysere og sette prosjektets mål og rammebetingelser.

Prosjektets risiko er tydelig en avgjørende faktor og er av flere intervjuobjekt den første faktorene de nevner. Det fremstår derfor essensielt å visualisere prosjektets risiko, for å kunne velge den optimale kontraktstrategien. I tillegg til å visualisere risikoen må man plassere risikoen på den aktøren som har best forutsetning til å påvirke den. Også dette er intervjuobjektene samstemte i. Intervjuobjektene skiller ikke mellom ulike typer risiko, men ifølge Rolstadås (2006) skiller en risiko blant annet knyttet til tid, arbeidsomfang, kostnader og kvalitet. I tillegg til dette vil forfatterne legge til geologi og grunnforhold for bygg- og anleggsprosjekter. For å gjøre en avgrensning kan det være hensiktsmessig å dele opp i teknisk og økonomisk risiko.

Byggherren blir nevnt som en viktig faktor. Det legges vekt på byggherrens erfaring, kompetanse og ressurser. Det kan derfor virke avgjørende at man foretar en grundig evaluering av byggherrens forutsetninger for å lede prosjektet i en tidlig fase. Hvis byggherren kun har erfaring med tradisjonelle utførelsesentrepriser vil det fremstå merkelig om man velger en totalentreprise. Skulle derimot de øvrige avgjørende faktorene vise at en totalentreprise vil være

mest gunstig, må byggherren hente inn eksternt kompetanse eller sørge for en intern kompetanseheving om totalentrepriser før prosjektets avgjørende faser. Det er nok viktig å være klar over at kravet til byggherren ikke blir noe mindre, selv om man velger totalentrepriser.

Prosjektets kompleksitet og omgivelser fremstår som viktige faktorer for valg av gjennomførings- og kontraktstrategi. Standardiserte «rett-frem-prosjekter» med enkle omgivelser vil kreve noe annet enn et komplisert prosjekt med krevende omgivelser.

Det er interessant at flere av intervjuobjektene ikke ser prosjekts størrelse i seg selv som en avgjørende faktor, og kun enkelte hevder dette er faktor av betydning. Prosjektlederen for Follobanen sier størrelsen var en avgjørende faktor, men han utdyper videre at dette henger sammen med gjennomføringstiden. For en byggherre vil det i de fleste tilfeller være ønskelig med kortest mulig gjennomføringstid. I stedet for å fokusere på størrelsen til prosjektet vil heller undertegnede si at gjennomføringstiden og ressursene til byggherren for å følge opp entreprisene er en avgjørende faktor.

6.1.2 Når skal aktørene engasjeres

Resultat

Flere av entreprenørene mener man utnytter entreprenørkompetansen for dårlig i dagens marked. Dette støtter også en av de eksterne fagpersonene som mener entreprenørene blir for detaljstyrt og ikke nødvendigvis får benyttet sin kompetanse til å gjøre prosjektet bedre. «Byggherren må slutte å bry seg om hvordan produktet blir laget og i stedet fokusere på den endelige kvaliteten til produktet» sier han. Dagens situasjon er for konservativ ved at entreprenørene kun er med i utførelsesfasen blir det hevdet. En av entreprenørene sier dagens praksis der entreprenørene blir utelatt fra utviklingsfasen skyldes en generell skepsis til entreprenørene og en inngrodd kultur i bransjen. «Byggherrene frykter de ikke får reell konkurranse ved å involvere entreprenørene tidlig» sier han. Han sier videre at dette kan motvirkes ved å styre med andre forutsetninger enn det som gjøres i dag. Det hevdes at måten det styres etter i dag er for kostbar og viktig kompetanse blir utelatt i for stor grad.

To av direktørene fra entreprenørene er veldig tydelige på at de ønsker å bli involvert tidligere i prosessen på kompliserte prosjekter. De påpeker at man på denne måten får benyttet den fulle kompetansen til alle involverte aktører gjennom hele prosjektet.

Den tredje direktøren sier at ved hovedentrepriser bør entreprenørene i større grad involveres tidligere i prosessen enn det som gjøres i dag, men ved totalentrepriser blir man automatisk inkludert tidligere. Han sier videre at byggherren bør betale entreprenørene for løsningene de kommer opp med i prosjekteringsfasen. På den måten blir byggherren eier av alle løsningene, og kan benytte disse løsningene selv om de ikke inngår en endelig kontrakt med entreprenøren. Slik vil man også kartlegge hvor risikoen ligger mener han.

En av avdelingslederne mener det ikke er hensiktsmessig med tidlig involvering av entreprenørene i alle tilfeller, men sier entreprenørene i mange tilfeller bør engasjeres i en tidligere fase enn hva som praktiseres i dag. Han sier enten må entreprenørene engasjeres så tidlig i prosessen at man får påvirket mulighetene som ligger i prosjektet, eller så må entreprenørene komme inn til byggestart og kun utføre jobben. Dette synet blir i stor grad støttet av den andre avdelingslederen som mener at for vanlige utførelsesentrepriser er det ikke nødvendig at entreprenøren blir engasjert før man er klar til å starte byggingen. Likevel nevnes det at totalkostnaden kunne blitt lavere på enkelte prosjekter om entreprenørene hadde blitt engasjert tidligere i prosessen.

En av de uavhengige fagpersonene har problemer med å se hvordan entreprenørene kan komme inn i tidligfasen av prosjektet og bidra. «Det er i utgangspunktet flott» sier han, men han er skeptisk til at entreprenørene skal gi fra seg sine konkurransefortrinn gjennom samtaler med byggherren. Da må det ligge forpliktelser hos byggherren ved å bruke nettopp denne entreprenøren mener han. Den andre uavhengige fagpersonen har erfaring med konkurransepreget dialog og sier denne metoden egner seg for prosjekter der byggherren ikke har full oversikt over konkurransedyktige metoder. «Det er da anledning til å involverer entreprenørene og diskutere premisene for kontrakt» sier han. Entreprenørene leverer så sitt pristilbud etter at man har kommet frem til et konsept.

En av representantene fra JBV sier man ofte ser de på plansiden legger tunge føringer på prosjektet, og det derfor er viktig at utbyggingsorganisasjon er inne på et tilstrekkelig tidlig tidspunkt. «Disse personene har en annen type kompetanse enn de som tradisjonelt sett er i prosjektene på et tidlig tidspunkt i dag. Dette er kompetanse som for eksempel, hvordan samspillet med entreprenørene fungerer, hvor kostnadene og risikoen ligger i prosjektet» sier han. Han påpeker at jo tidligere avgjørelsene i et prosjekt blir tatt, jo større følger får avgjørelsene. Derfor er det viktig at de tidlige avgjørelsene blir tatt av riktige og kompetente personer.

Diskusjon

En ser at entreprenørene fremmer modeller som involverer entreprenørene i en tidligere fase i langt større grad enn hva byggherrene gjør. Det er naturlig at entreprenørene er positive til tidlig involvering for å få en større andel av verdikjeden. Representantene fra byggherrene har delte meninger, men oppleves ikke som avvisende til tidlig involvering av entreprenørene.

Byggherrene forholder seg gjerne til utførelses- og totalentrepriser på spørsmålet om i hvilken fase aktørene skal engasjeres. Skepsisen mange måtte ha til tidlig involvering av entreprenøren blir nok godt beskrevet av den ene fagpersonen som sier han er skeptisk til at entreprenørene skal gi fra seg sine konkurransefortrinn gjennom samtaler med byggherren. Han sier at i tilfellet må det ligge forpliktelse hos byggherren til å benytte nettopp den entreprenøren. En løsning på dette kan, som en av direktørene sier, være at byggherren betaler entreprenørene for deres løsninger og dermed blir eier over løsningene.

Selv om entreprenørene er positiv til at de involveres tidligere ser en klare nyanser i svarene. Direktørene er mer positiv og fremmer fordelene av tidlig involvering av entreprenørene i større grad enn avdelingsdirektørene. Direktørene mener en må benytte entreprenørkunnskapen i større grad enn hva som gjøres i dag. Det er fremstår som om direktørene mener de vil kunne tilføre prosjektene mye ved å bli involvert i en tidligere fase. Utfordringen blir hvordan prosessen med å involvere entreprenørene skal gjennomføres og om det vil begrense konkurranseeffekten.

Prosjektdirektøren for Follobanen, Erik Smith, sier i en artikkel i Byggeindustrien at han kunne tenkt seg en ordning der man kunne valgt ut tre entreprenører i forkant av kontraktinngåelse, der man betalte for en prosess der de tre aktørene jobber mot et endelig tilbud. «Da blir de bedre kjent med risikoen og kan gi et bedre tilbud enn hva man kan i dag. Nå kan kontraktene være så omfattende at det kan være vanskelig å sette seg grundig inn i alt, og da kan også prisingen bli for høy». Han sier videre at dette er en løsning som er brukt i mange andre bransjer, men mener en slik løsning kan bli vanskelig å gjennomføre i praksis i bygg- og anleggsbransjen, blant annet fordi man også her må ha noen evalueringskriterier i forkant (Brekkehus, 2015).

I mai 2016 lyste Nye Veier ut kontrakten for reguleringsplan for en strekning på E18. Nye Veier stilte her som krav at tilbyderne må ha med seg entreprenørkompetanse i arbeidet med reguleringsplanen. Direktør for kontrakt- og anskaffelser, Bjørn Bjørseth, sier at Nye Veier ønsker å få inn

entreprenørkompetansen så tidlig som mulig, fordi de tror entreprenørene kan bidra med flere nyttige erfaringer i den første fasen av prosjektet (Aga, 2016).

Uttalelsene til Smith og Nye Veier, representert ved Bjørseth, viser at det ikke kun er et ønske fra entreprenørene selv at de blir involvert i en tidligere fase. Flere byggherrerepresentanter- og organisasjoner ser også fordeler med tidlig involvering av entreprenørene. Ordningen Smith skisserer, og kravet til Nye Veier, har flere trekk fra BVP. Som beskrevet i rapportens teoridel er BVP særlig aktuell for kompliserte innkjøp, der man trenger god kompetanse og produktet kan være vanskelig å beskrive.

6.1.3 Valg av gjennomføringsmodell og kontraktstrategi

Resultat

Prosjektlederen for Follobanen sier JBV ikke ville hatt ressurser til å gjennomføre Follobaneprosjektet med mange utførelsesentrepriser, og man derfor måtte velge store totalentrepriser. «Follobanen er et kjempeprosjekt på 25 mrd. kr. som skal bygges ut på én gang. Hadde man delt opp Follobaneprosjekt i kontrakter i størrelsesordenen 600 mill. kr., som var størrelsen på det største prosjektet JBV hadde i 2011, ville det blitt 35-40 kontrakter for Follobanen. Ved å igjen dele opp i utførelsesentrepriser hadde man igjen fått dobbelt så mange kontrakter, én med entreprenør og én med prosjekterende. Dette ville ikke JBV hatt ressurser til å gjennomføre. Og det ville i alle tilfeller gitt store problemer med å administrere så mange kontrakter og prosjektet ville ha dratt ut i tid» sier han.

Prosjektleder for oppstart og igangsetting av prosjektet Gevingåsen jernbanetunnel sier det var riktig med en standard utførelsesentreprise for dette prosjektet. Han forteller at prosjektet var veldig standardisert, uten særlig krevende oppgaver. Prosjektet var i tillegg svært styrt av omgivelsene. Det var derfor naturlig å velge en kontraktsform som både byggherren og entreprenørene var kjent med fra før sier prosjektlederen.

For Bærumstunnelen ble det også benyttet tradisjonelle utførelsesentrepriser. Prosjektlederen for Bærumstunnelen er i etterkant fornøyd med de valgene som ble gjort med tanke på gjennomføringsmodell og kontraktstrategi. Hun forteller at JBV så på muligheten for å lyse ut Bærumstunnelen som én kontrakt, men dette ble ikke gjennomført da prosjektet ble ansett som for stort. De største kontraktene på prosjektet var rundt 400 mill. kr., og ble ansett som store kontrakter tilbake i 2006. Hun sier at generelt for veldig kompliserte og uforutsigbare prosjekter kan det være aktuelt med utførelsesentreprise, eller at deler av kontrakten settes ut som elementer prosjektert av byggherren. Hun sier

det er viktig at byggherren styrer prosjektet slik at forutsigbarheten for entreprenøren blir opprettholdt.

Leder for strategi og kontrakt Arna-Bergen, sier Ulriken er et eksempel på et komplisert prosjekt med mange omkringliggende prosjekt i umiddelbar nærhet. I tillegg er det få muligheter for å stenge jernbanen på grunn av godstrafikk. Dette er faktorer som gjør at JBV selv vil ha kontrollen på prosjektet sier han. Skulle man overlatt dette til entreprenørene mener han dette kunne blitt uforholdsmessig dyrt, da entreprenørene ville ha priset disse faktorene med høy risiko og nevner kontrakten med innføring til Oslo S i forbindelse med Follobanen som eksempel.

Prosjektlederen fra Sporveien er skeptisk til totalentrepriser, men sier dette kommer av lite erfaringer med funksjonsbeskrivelser. Hun påpeker at det krever større kompetanse å utarbeide et tilbud med funksjonsbeskrivelser, og sier hun ikke er sikker på om Sporveien er klar for en totalentreprise. Hun mener at hvis Sporveien blir byggherre for Fornebubanen bør prosjektet deles opp i flere delkontrakter. Sporveien er god på banetekniske fag og prosjektlederen opplever Sporveien som bedre egnet enn entreprenørene til å styre de tekniske entreprenørene. Derfor bør kontraktene deles opp, slik at dette ansvaret ikke ligger på hovedentreprenørene, men på Sporveien sier hun. En av representantene fra JBV sier JBV ofte mener de kan håndtere grensesnitt tilknyttet jernbane bedre enn entreprenørene.

En av direktørene sier at i mange tilfeller vil en gjennomføringsmodell som involverer entreprenøren så tidlig som mulig, være viktig for å løse de målsetningene som ligger i prosjektene innenfor de rammene som er satt. Han påpeker at påvirkningsgraden synker desto lengre ut i prosjektet man kommer, og at man derfor må involverer de aktørene som er best egnet til å ta avgjørelsene tidlig i prosjektet. En av direktørene lanserer ECI og sier man har gode erfaringer med denne modellen fra prosjekter i Sverige. De to er opptatte av alle involverte aktører, byggherre, rådgivere, entreprenører etc., skal jobbe sammen under hele prosjektet.

En av direktørene skisserer en gjennomføringsmodell der man prekvalifiserer en gruppe entreprenører, for eksempel 5 stk., deretter foretar man en opphandling som er basert på blant annet pris-, kompetanse-, metode- og erfaringselement. Man velger så den leverandøren som oppfyller elementene på best måte. Etter utvelgelse av én leverandør starter utviklingsfasen. Kan leverandøren, etter utviklingsfasen, gi byggherren et tilbud som oppfyller prosjektets mål og rammebetingelser, signeres en endelig kontrakt, og byggingen starter.

Entrepriseform og kontraktstype skal bestemmes etter utviklingsfasen med bakgrunn i hva som har blitt visualisert av risiko i utviklingsfasen.

Flere av entreprenørene er kritisk til hvordan mange av totalentreprisene blir utført i dagens marked, og da spesielt med tanke på risikofordelingen. Det blir hevdet at totalentrepriser i mange tilfeller ikke fungerer som reelle totalentrepriser, da entreprenøren har veldig få valgmuligheter. Det hevdes at alt er regulert og avgjort før entreprenøren blir engasjert, og entreprenøren har dermed liten påvirkning på hva som skal bygges. Totalentreprisene for entreprenøren fremstår dermed som en utførelsesentreprise med risikoen til en totalentreprise. En av direktørene går så langt som å hevde at totalentrepriser for Statens Vegvesen er å flytte risikoen fra Statens Vegvesen over på entreprenøren. Flere av entreprenøren er også skeptisk til strategien på Follobaneprosjektet og mener JBV har flyttet for mye risiko over på entreprenørene.

Flere av intervjuobjektene, uavhengig av bakgrunn, sier konfliktnivået er for høyt i dagens marked. Faktorer som uklar og feil plassering av risiko og ansvar, samt feil og manglende kompetanse blant aktørene blir nevnt som årsaker til det høye konfliktnivået. En uttaler «det er en altfor stor tendens at partene springer rett til rettsalen med ting som ikke har løst seg i et møte». Det blir trukket frem at konfliktene, og i verste fall rettsakene, er ekstremt kostbare og skaper et dårlig samarbeidsklima i prosjektene. Det blir av en hevdet at totalentrepriser er den mest konfliktskapende entrepriseformen.

En av fagpersonene hevder funksjons- og kvalitetskrav vil hindre mange konflikter og i tillegg lar entreprenørene benytte bedre løsninger enn de som er beskrevet. Han sier det ikke er ønskelig å pålegge entreprenøren større risiko, men snarere finne en balanse mellom ytterpunktene det er å la entreprenøren styre alt og la byggherren styre alt. Entreprenøren må kanskje ta på seg mer risiko og dette blir prisen å betale for å la entreprenøren styre mange av valgene.

Diskusjon

Norsk anleggsbransje har over en lengre periode vært vant med utførelsesentrepriser. Når enkelte byggherrer nå går over til flere totalentrepriser og større prosjekter medfører dette en del utfordringer. Et av problemene synes å være gjennomføringen av totalentrepriser. Entreprenørens syn på at de blir pålagt uforholdsmessig stor risiko uten å få ta del i de kritiske avgjørelsene er ikke heldig.

Mange har nok oppfatningen av at totalentrepriser betyr funksjonskrav og fastpris. Det er viktig å belyse at dette ikke nødvendigvis trenger å være tilfellet.

Som Lædre (2006) påpeker, kan man i prinsippet kombinere alle entreprisformer og kontraktstyper. Dette sier også Smith (2015b) i et leserinnlegg i Byggeindustrien.

Bransjen må jobbe med å utvikle gjennomføringsmodeller som involverer entreprenøren i en tidligere fase for å utnytte tilgjengelig kompetanse, uten at entreprenøren blir pålagt risiko de ikke kan påvirke. Man ser enkelte intervjuobjekt mener utførelsesentrepriser er løsningen for kompliserte prosjekter med uavklart risiko. Dette får støtte av blant annet Bors (2016). Argumentene for dette er at byggherren har bedre styring og entreprenøren ikke blir pålagt risiko de ikke har forutsetninger for å håndtere. Problemet er at man ikke får benyttet entreprenørkompetansen i utviklingsfasen, slik det gjennomføres i dag. Det må derfor legges til rette at en kan involvere entreprenørene tidligere, og byggherren fortsatt sitter med den styringen de ønsker. Byggherren trenger ikke nødvendigvis overlate styringen hvis de ikke ønsker, men benytte seg av ekspertisen til entreprenøren ved å involvere de i utviklingsfasen.

Forfatterne mener man bør se på erfaringene man har gjort i blant annet USA og Nederland ved bruk av BVP, da dette vil være overførbart også til Norge. Som teorien sier er BVP egnet ved komplekse prosjekter for å oppnå prosjekts mål innenfor rammebetingelsene. Skal en klare å få til dette på komplekse prosjekter, synes det nødvendig med tidlig involvering av entreprenøren, altså bruk av ECI. Tidlig involvering av entreprenøren og øvrige aktører blir dermed et virkemiddel for å oppnå BVP. Som nevnt i avsnittet over trenger ikke byggherren overlate alt ansvar til entreprenøren, men heller benytte seg av entreprenørkunnskapen i prosjektets kritiske tidligfaser.

Skal man benytte ECI og oppnå den fulle effekten av BVP, må nok byggherren være villig til å overlate flere kritiske avgjørelser til entreprenørene, uten å pålegge de all risiko. Samtidig må entreprenøren spille på lag med byggherren og være villig til å gi fra seg sine løsninger. Man må skape et felles insentiv for at prosjektet skal bli best mulig, og sammen finne de beste løsningene og metodene for å oppnå prosjekts målsetninger.

6.1.4 Utvelgelses- og tildelingskriterier

Resultat

Fire av fem entreprenørrepresentanter sier prekvalifisering av entreprenørene er viktig. Spesielt gjelder dette for totalentrepriser. Flere poengterer at entreprenørene bruker store ressurser i anbudsfasen. En hevder entreprenørene for enkelte prosjekter velger å ikke levere tilbud på totalentrepriser, da

sannsynligheten får å vinne er liten. Antall prekvalifiserte bør ligge mellom tre til fem entreprenører. Da sikrer man konkurranse og bredde i tilbudene, mens de prekvalifiserte entreprenørene samtidig har stor mulighet til å vinne anbudskonkurransen.

En av entreprenørrepresentantene mener den entreprenøren som tør mest alltid vinner anbudskonkurransen i dagens marked. «Utvelgelses av entreprenørene må være kriterier som går på kvalitative krav som er satt på forhånd. Det må også gjennomføres strenge kvalitative gjennomganger av entreprenørene som ønsker å prekvalifiseres» sier han. En annen påpeker at tildelingskriteriene må være objektive, distinkte og målbare. En representant sier det er en utfordring å sette gode og målbare utvelgelseskriterier.

Samtlige direktører sier man må ha en opphandling bestående av flere elementer, og ikke kun et ensidig fokus på pris. Tildelingskriterier som kompetanse, erfaring, løsninger, metode i tillegg til pris blir nevnt. En av de uavhengige fagpersonene mener byggherrene har lett for å velge den billigste løsningen, uten å ha tilstrekkelig krav til kvalitet på de ulike elementene. En av direktørene sier også byggherren må være villig til å betale de prekvalifiserte entreprenørene for løsningene de kommer opp med. «På denne måten blir byggherren eier av alle løsningene, og kan benytte disse løsningene selv om de ikke inngår en endelig kontrakt med entreprenøren». Han får støtte fra den andre uavhengige fagpersonen som sier entreprenørene bør bli betalt for å være med å levere et konsept.

Byggherrerepresentantene nevner ikke opphandling i særlig grad, bortsett fra prosjektdirektøren på Follobanen. Han forteller at for Follobanen ble det benyttet en «losers fee» som skulle dekke noe av ressursbruken som gikk med til å levere tilbud. Dette beløpet varierte fra 2-10 mill. kr., og dekket derfor naturligvis ikke hele beløpet påpeker han. Han forteller om stor interesse blant entreprenørene for å bli prekvalifisert. Spesielt stor var interessen for den største kontrakten som inkluderte TBM-drivingen. Grunnet kravet om seks prekvalifiserte tilbydere, måtte fire gode tilbydere hives ut av konkurransen og ble ikke prekvalifisert sier han. Til slutt var det fem tilbydere som leverte tilbud, da en tilbyder falt ut underveis. Det var fem gode tilbud som det alle kunne blitt inngått kontrakt med rent kvalitetsmessig sier han.

Diskusjon

Det er tydelig at prekvalifisering er et sterkt ønske fra entreprenørene. Dette skyldes at det krever store ressurser for å utarbeide et godt tilbud, og da spesielt for store totalentrepriser. Enkelte vil nok hevde at entreprenørene ønsker å begrense konkurransen for å øke egne vintersjanser. Argumentet mot dette er at

ved en prekvalifisering flytter man en del av konkurransen til en tidligere fase. Slik blir de dårligste tilbyderne faset ut, og de unngår å bruke store ressurser på en anbudskonkurranse de i realiteten aldri hadde muligheten til å vinne. Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv virker dette fornuftig. Som en av intervjuobjektene sa, «byggherren er interessert i det beste tilbudet, ikke nummer seks og sju».

Entreprenørenes, og da spesielt direktørenes, ønske om en opphandling som fjerner seg fra et ensidig prisfokus er ikke overraskende. De store norske riksentreprenørene opplever en stadig tøffere konkurranse fra både nasjonale- og internasjonale aktører. Det er flere eksempler på prosjekter i nyere tid, der de norske entreprenørene må ha sett seg slått av internasjonale entreprenører. Follobanen er kanskje det beste eksemplet, der fire av fem EPC kontrakter har blitt tildelt utenlandske aktører (Jernbaneverket, 2015b). Den femte EPC kontrakten «EPC Railway Systems Oslo» har per 3. mai 2016 ikke blitt tildelt (DOFFIN, 2016). Utviklingen ved stadig flere utenlandske entreprenører i det norske anleggsmarked, og de fordeler og ulemper dette medfører, vil ikke bli videre redegjort og diskutert i denne oppgaven.

Flere av entreprenørene mener at ved å legge større vekt på faktorer som erfaring, kompetanse og løsninger som tildelingskriterier vil byggherren få større avkastning per investerte krone i prosjektet, selv om tilbudssummen fra entreprenøren kanskje vil være høyere. Forfatterne ser mye positivt med dette, men også noen utfordringer. En av utfordringene er vekting av kriteriene. En ser ofte at i tilfeller med flere tildelingskriterier utover pris, blir uansett priselementet utslagsgivende. Det synes vanskelig å finne distinkte og godt målbare tildelingskriterier på elementer som kompetanse, erfaring og løsninger. Bransjen bør etter forfatternes syn rette større fokus på å utarbeide løsninger rundt denne problematikken.

Utsagnet til en av direktørene fra entreprenørene om at byggherren bør betale entreprenørene, for slik å bli eier over løsningene, henger mye sammen med hans kollegaer syn om en endret gjennomføringsmodell med tidlig involvering av entreprenørene.

6.1.5 Hvordan blir fremtiden

Resultat

Samtlige av intervjuobjektene som uttalte seg om fremtiden ser for seg en endring i bransjen. Endringer er på vei, og bransjen begynner å ta innover seg at dagens modeller ikke alltid fungerer optimalt blir det hevdet, og da spesielt av entreprenørene. En av direktørene for entreprenørene mener man vil se en

endring, med tidligere involvering av entreprenørene og bedre utnyttelse av ressursene. En av representantene fra JBV tror JBV er på vei mot flere totalentrepriser i fremtiden og sier at entreprenørene sitter med mye kunnskap om selve byggingen som rådgiverne og byggherrene ikke har. Flere byggherrerepresentanter opplever entreprenørene som mer positivt innstilt til totalentrepriser enn hva tilfellet er med rådgiverne.

Man ser en klar tendens til stadig større kontrakter og flere totalentrepriser. Denne tendensen vil fortsette mener mange. En av entreprenørrepresentantene sier han ser for seg at entreprenørene pålegges mer prosjekteringsansvar enn det som er praksis i dag. De tekniske kravene er viktige og med OPS-kontrakter blir det større krav til kvalitet, og det krever større innsats fra entreprenørene til å velge de beste løsningene. Han sier dette er positivt da entreprenørene får være med å utvikle nye løsninger. Hvis derimot valgene tas av byggherren før entreprenørene blir engasjert i prosjektet, vil bransjen fortsette i sin konservative bane hevder han.

Prosjektdirektøren for Follobanen mener Follobaneprosjektet har åpnet dørene for å prøve nye løsninger. Totalentreprisetankegangen vil bli viktig fremover mener han. Det vil bli flere totalentrepriser i samferdsel etter hvert, men det er veldig inngrodd å bruke utførelsesentrepriser, så dette vil ta tid. Både byggherre og entreprenører har sverget til denne metoden i lang tid. I Follobaneprosjektet, måtte man hente inn eksterne ressurser da det rett og slett ikke var kompetanse innad i JBV til å gjennomføre en slik kontraktsmodell. Det er en annen måte å jobbe på, og Follobanen er en prototyp i det norske markedet, der påvirkningsgraden til prosjektet er veldig avhengig av om prosjektet lykkes eller ikke sier prosjektdirektøren.

En av entreprenørrepresentantene sier når man nå går over til større prosjekter med totalentrepriser, må alle aktørene utvikle sin kompetanse. «Det bør skje en gradvis utvikling av kompetansen for alle aktører» sier han.

Diskusjon

Det er mye som tyder på at trenden med større kontrakter og flere totalentrepriser vil fortsette i årene fremover. Dette bekreftes også av kilder uavhengig av intervjuobjektene, deriblant Bors (2016).

En av utfordringene med utviklingen som forfatterne ser, som også flere av intervjuobjektene nevner, er manglende kompetanse hos de ulike aktørene. Det vil være nødvendig med en kompetanseheving for samtlige aktører med tanke på totalentreprisekunnskapen og økt kunnskap og aksept for tidligere involvering

av entreprenørene. Det er viktig å være klar på at utfordringen omfatter hele bransjen, så vel konsulenter som entreprenører og byggherrer.

Flere av entreprenørene, og spesielt de mindre aktørene, er nok veldig komfortable med dagens utførelsesentrepriser. Dette gjelder også for byggherrene. Det er viktig å være klar over at kravet til en kompetent byggherre ikke er mindre ved totalentrepriser, sammenlignet med utførelsesentrepriser. Når da i tillegg til flertallet av dagens byggherrer er vant med utførelsesentrepriser, er det klart at det vil kreves en omstilling og kompetanseheving og -dreining også hos byggherrene. Mange konsulenter er nok veldig komfortable med dagens løsning der de har byggherren som oppdragsgiver.

For entreprenørene vil det være nødvendig med økt kunnskap om utvikling og prosjektering. Dette krever at entreprenørene utvikler kunnskapen internt og knytter sterkere relasjoner til fagmiljøer de ikke samarbeider direkte med i dag. Det er nok på tide at entreprenørene får anledning og tillitt til å ta del i prosjektenes utviklingsfase. Dette blir også støttet av flere intervjuobjekter som ikke er representanter fra entreprenørbransjen. Samtidig mener forfatterne det vil være gunstig om byggherrene fjerner seg fra detaljfokuset, som flere nevner, og fokuserer på kvaliteten til sluttproduktet. Som et av intervjuobjektene uttaler; «byggherrene må slutte å bry seg om hvordan produktet blir laget og i stedet fokusere på den endelige kvaliteten til produktet».

6.2 Hvem bør bestemme drivemetode

Resultat

Entreprenørene er delt i synet på hvem som bør bestemme drivemetoden. Avdelingslederne mener byggherren skal ta valget. Spesielt gjelder dette for utførelsesentrepriser sier en av avdelingslederne. Reguleringsprosessen blir nevnt som en faktor for at byggherren bør bestemme drivemetoden. For prosjekter, som Fornebubanen, med en mulig krevende reguleringsprosess mener én det vil være fordelaktig om byggherren bestemmer drivemetoden før entreprenørene blir engasjert. Den samme avdelingslederen sier det kunne vært ønskelig om entreprenørene fikk tatt del i valget, men synes det virker vanskelig å få til i praksis. «Man må tenke på hva slags risiko det er hensiktsmessig å gi til entreprenøren» sier en, og mener det kan være grobunn for konflikt om entreprenøren får bestemme utførelsesmetoder, da det er byggherren som stiller med grunnlaget.

Direktørene vil alle gi entreprenørene mer innflytelse rundt valget av drivmetode og mener det er rammebetingelsene og funksjonskravene til

prosjektet som er avgjørende for hvilken drivemetode som er mest egnet. To av tre sier valg av drivemetode optimalt bør treffes av byggherre, konsulent og entreprenør i felleskap. En av direktørene sier «valg av drivemetode må komme som en konsekvens av en prosess, en utviklingsprosess, der man vurderer hvilke muligheter man har opp imot de rammebetingelsene prosjektet har. Byggherren må ha et avklart forhold på hva de ønsker å oppnå og hvilke rammebetingelser som skal være førende. Dette danner grunnlaget for prosessen som fører til valg av drivemetode. I denne prosessen bør entreprenørene delta». En av direktørene påpeker utfordringen en slik prosess kan gi hvis entreprenørene fremmer sine egne løsninger, altså den metoden de behersker best. Byggherrene kan nok i mange tilfeller være mer objektive i valg av drivemetode sier han. Den tredje direktøren sier spørsmålet om hvem som skal bestemme drivemetode igjen er et spørsmål om hvem som er mest egnet til å ta risikoen. Ved valg av drivemetode er han klar på at det er entreprenøren. «Valg av drivemetode bør styres av klare funksjonskrav satt av byggherren. Så lenge entreprenørens valgte drivemetode tilfredsstillende disse funksjonskravene bør det være irrelevant for byggherren hvilken metode som benyttes» sier han.

De to uavhengige fagpersonene er samstemte og sier svaret er situasjons- og prosjektbetinget. «Det kan i noen tilfeller være tidlig i prosessen at en klar preferert drivemetode fremstår og da kan valget ligge hos byggherre eller hans konsulent, mens i andre tilfeller har man to reelle drivemetoder helt frem til og med tilbudsdokumentene og da er det naturlig at entreprenøren velger» sier den ene. Han påpeker at et valg først kan tas når tilstrekkelig kunnskap og kompetanse er på plass hos de ulike aktørene og man har prosjekter som er drevet såpass langt at det er en rettferdig konkurranse og sammenligning mellom drivemetodene. Den andre sier at ideelt sett er en kompetent byggherre med full kompetanse over avgjørende faktorer best egnet til å ta valget om drivemetode. «Om det ikke er en åpenbar preferanse og rammebetingelsene er like vil det være aktuelt å få med entreprenører for å bestemme drivemetoden» sier han.

Flertallet av representantene fra byggherrene er enige at byggherren må ha en sentral rolle og flere sier byggherren i utgangspunktet skal ta valget om drivemetode. En poengterer at valget kan overlates til entreprenørene, men da på grunnlag av veldig klare funksjonskrav. «Velger man en funksjonsbeskrivelse, og setter det ut som en totalentreprise, kan det være opp til entreprenøren å bestemme drivemetoden» sier en annen. En av representantene sier det er veldig prosjektavhengig hvilken aktør som bør bestemme drivemetoden. «I utgangspunktet kan dette ansvaret i mange tilfeller legges på entreprenøren,

men det bør alltid være slik at den aktøren som er mest egnet til å ta risikoen må ta denne.

Hvis byggherren skal velge drivemetode er dette et valg som må gjøres tidligst mulig, men samtidig er det viktig at alle faktorene som avgjør valget av drivemetode er kartlagt og analysert» sier en av byggherrene.

Prosjektlederen for Follobanen sier at TBM er et verktøy, og i utgangspunktet skal markedet selv bestemme hvilket verktøy de vil benytte til å utføre oppdraget. For Follobanen var det et ønske fra markedet at JBV skulle ta valget om drivemetode sier han. Han forteller videre at entreprenørene følte det var veldig vanskelig å sammenlikne de to drivemetodene og de ville ha brukt ekstremt mye ressurser på å utarbeide to separate anbud. «Entreprenørene sto i fare for å velge hva de skulle by på, og slik ville alle TBM-tilbud blitt forkastet om det ble besluttet å drive konvensjonelt, og vice versa ved TBM-drift. Foreløpig ser det ut til at det var riktig avgjørelse på Follobanen, men det betyr ikke nødvendigvis at det er riktig på andre prosjekter. Man må derfor gjøre en særskilt vurdering på hvert prosjekt» avslutter han. Prosjektleder tunnel TBM for Follobanen er enig med prosjektlederen at det ble tatt riktige avgjørelser rundt valg av drivemetode for Follobanen. Hun legger til at det var tidsbesparende at JBV tok valget om drivemetode.

Diskusjon

Man ser det er forskjellige syn på hvilken aktør som bør bestemme drivemetoden. Det som er interessant er hvor relativt samstemte intervjuobjektene innad i de fire ulike grupperingene svarer og at entreprenørrepresentantene på avdelingsledernivå svarer relativt ulikt sammenlignet med direktørene. Om synet til avdelingslederne representerer synet til direktørene i samme selskap kan man ikke si, da det ikke er foretatt intervjuer av avdelingsledere og direktører fra samme firma.

Entreprenørrepresentantene på avdelingsnivå sier det er greit at byggherren tar valget om drivemetode, mens direktørene ønsker å gi entreprenørene større innflytelse. En av direktøren ønsker å overlate valget til entreprenørene, mens hans to kollegaer vil inkludere alle aktørene i denne prosessen. Grunnen til dette kan skyldes at direktøren, og da spesielt to av de, vil endre gjennomføringsmodellen og inkludere entreprenørene i valg som utførelsesmetoder, deriblant drivemetoder. Avdelingslederne forholder seg mer til hvordan dagens marked fungerer og svarene deres er nok i større grad gitt på bakgrunn av hvordan markedet fungerer i dag.

Svarene til de to uavhengige fagpersonene, ved at entreprenørene bør inkluderes hvis det ikke er et opplagt valg, er i stor grad en tillitserklæring til

entreprenørene. Selv om en skal være forsiktig med å trekke noen konklusjoner med kun to intervjuobjekter, viser holdningene at det ikke kun er entreprenørene selv som mener de besitter relevant kompetanse som bør benyttes.

Selv om byggherrerepresentantene ønsker å ha en sentral rolle, er det flere som gir uttrykk for at entreprenørene kan få ta del i prosessen rundt valg av drivemetode. Enkelte av representantene er derimot skeptiske og synes valget bør gjøres av byggherren. Det er interessant at prosjektdirektøren for Follobanen sier at markedet i utgangspunktet selv skal bestemme hvilken utførelsesmetoder som skal benyttes, mens det ble fattet et annet vedtak for Follobanen, der drivemetoden ble bestemt av byggherren. Det er verdt å merke seg at intervjuobjektene med tilknytning til referanseprosjektene, i det store og hele er fornøyde med valget som ble gjort på de respektive prosjektene. Svarene til byggherrene viser at det finnes velvilje blant byggherrene til å involvere entreprenørene i de store beslutningene, som valg av drivemetode, men at det er en oppfatning blant mange at byggherrene selv er best egnet til å ta dette valget.

Det er bred enighet at tunnelens funksjonskrav og rammebetingelser er avgjørende for det endelige valget. En klar vektning av kriteriene, som for eksempel kostnad, total drivetid, støy etc. er viktig for å kunne velge den optimale drivemetoden for den enkelte tunnelen.

Den røde tråden i svarene er risiko og hvem som er best egnet til å ta denne. Som tidligere beskrevet i rapporten er intervjuobjektene opptatt av at risikoen må legges på den aktøren som er best egnet til å ta den. Risikoen for at tunnelen drives best mulig er det entreprenøren som skal ta. I tillegg er flertallet av intervjuobjektene klare på at den største kompetansen rundt drivemetode ligger hos entreprenøren. For forfatterne virker det da rimelig at entreprenøren, som den aktøren som risikoen legges på, får bestemme hvilken metode som skal benyttes. Man finner også støtte for dette argumentet i litteraturen ved Ehrbar (2008), som sier at valg av drivemetode bør gjøres av entreprenøren. En løsning er da at valget av drivemetode gjøres av utførende entreprenør, på bakgrunn av funksjonsbeskrivelse og rammebetingelser satt av byggherren.

Et av argumentene som flere benytter for at byggherren skal ta valg av drivemetode er reguleringsprosessen. Det påpekes at reguleringsprosessen, spesielt i urbane områder, ofte er omfattende og det er derfor ønskelig å kun regulere med hensyn på én drivemetode. Man må spørre seg om reguleringsprosessen skal være førende for at byggherren skal velge drivemetoden uten involvering av entreprenørene, eller om man kan foreta en

regulering som ikke er så detaljert at den låser mulighetene for entreprenørene i utvikling- og gjennomføringsfasen.

En ser tydelig at problemstilling 2 er sterkt knyttet opp mot problemstilling 1. Plassering av risiko, samt involvering og ressursutnyttelse av de ulike aktørene er viktige faktorer også for valg av drivemetode. Kanskje er ikke løsningen på hvem som skal bestemme drivemetoden en bestemt aktør, men en utviklingsprosess som involverer alle aktører og som sammen kommer frem til den mest gunstige løsningen ut i fra prosjektets funksjonsbeskrivelse og rammebetingelser.

7 Konklusjon

7.1 Gjennomføringsmodell og kontraktstrategi

Avgjørende faktorer for valg av gjennomføringsmodell og kontraktstrategi er prosjektets risiko, prosjektets kompleksitet og omgivelser, prosjektets mål og rammebetingelser og prosjektets byggherre. Desto bedre en klarer å avdekke og tegne opp disse faktorene, større blir sannsynligheten for å finne den riktige gjennomføringsmodellen og kontraktstrategien for prosjektet. Det er viktig å påpeke at en ikke kan standardisere noen gjennomføringsmodell og kontraktstrategi, da det må tilpasses hvert enkelt prosjekt med bakgrunn i nevnte faktorer.

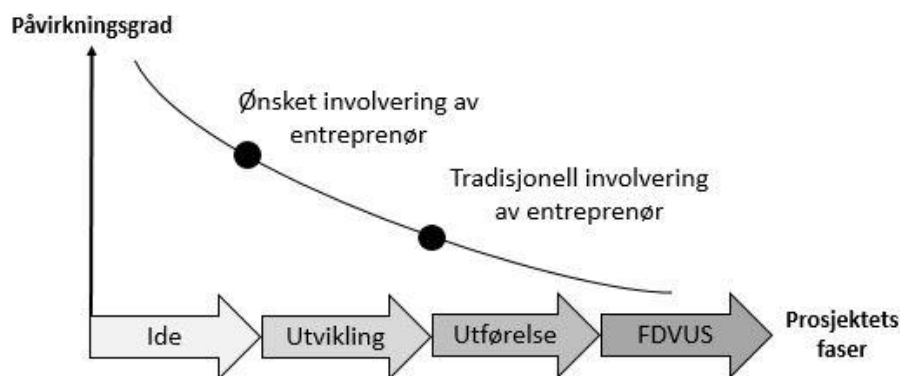
For enkle «rett-frem-prosjekter» er det mest hensiktsmessig å involvere entreprenøren i utførelsesfasen. Aktuelle entrepriseformer er da beskrevet totalentreprise eller utførelsesentreprise. For byggherren bør det likevel ligge en tanke bak hvis man velger en beskrevet totalentreprise, fremfor utførelsesentreprise. Som byggherre må man derfor vurdere nøye hva man kan oppnå med en beskrevet totalentreprise sammenlignet med en utførelsesentreprise. Finnes det ikke overveiende gode grunner for å velge en beskrevet totalentreprise, er det derfor hensiktsmessig å velge utførelsesentreprise.

For mer komplekse prosjekter, som Fornebubanen, er det derimot hensiktsmessig med mer utradisjonelle gjennomføringsmodeller der entreprenørene blir involvert i utviklingsfasen. Gjennomføringsmodeller med tidlig involvering av entreprenøren, såkalt ECI, er brukt i samferdselsprosjekter i andre land med suksess. Dette burde også være overførbart til norske samferdselsprosjekter.

Grunnen til at entreprenøren skal involveres i en tidlig fase på komplekse prosjekter er å implementere BVP-filosofien i prosjektet. For å kunne oppnå BVP må en benytte tilgjengelig kompetanse i prosjektets kritiske faser. Ved å involvere de riktige aktørene til rett tid vil man ha større forutsetninger for å avdekke risikoen i prosjektet, finne de optimale løsningene og utførelsesmetodene. Som figur 21 viser vil entreprenøren få større påvirkningsmulighet jo tidligere de blir involvert i prosjektet.

For komplekse prosjekter bør man vente til etter utviklingsfasen med å bestemme kontraktstype, da man ikke kjenner til prosjektets avgjørende faktorer før utviklingsfasen. Det er fullt mulig å kombinere de ulike gjennomføringsmodellene og kontraktstypene.

På Fornebubanen, og andre komplekse samferdselsprosjekter, er det hensiktsmessig med prekvalifisering. 3-5 aktører synes å være et passende antall. Med dette antallet sikrer man byggherren tilstrekkelig konkurranse og man sparer en del entreprenører for en anbudskonkurranse de mest trolig ikke ville nådd opp i. Dette er ressurser de ikke prekvalifiserte entreprenørene kan benytte på andre prosjekter.



Figur 21 - Tidspunkt for tradisjonell involvering av entreprenør, sammenlignet med ønsket involvering av entreprenør på komplekse prosjekter som Fornebubanen.

7.2 Hvem bør bestemme drivemetode

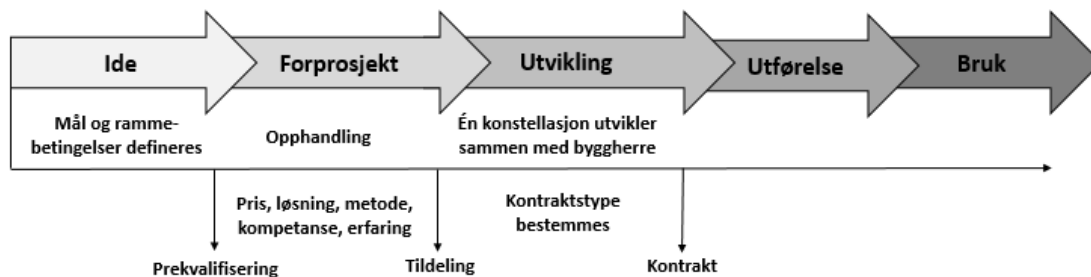
Konklusjonen på hvilken aktør som skal bestemme drivemetoden må ses i sammenheng med oppgavens problemstilling 1. Spørsmålet om hvilken aktør som skal bestemme drivemetoden, er som for øvrige utførelsesmetoder, et spørsmål om hvem som er mest egnet til å ta risikoen. Det er naturlig at den aktøren med mest kunnskap og størst mulighet til å påvirke risikoen rundt drivingen, er den aktøren som skal utføre jobben.

For enkle prosjekter med sen involvering av entreprenøren bør valg av drivemetode gjøres av entreprenøren. Valget skal tas i bakgrunn av prosjektets funksjonsbeskrivelser og rammebetingelser, som byggherren har satt. Så lenge entreprenørens valgte løsninger tilfredsstillende disse elementene bør det være irrelevant for byggherren hvilken metode som benyttes.

For komplekse prosjekter, som Fornebubanen, skal drivemetoden bli gitt i løpet av utviklingsprosessen. Dette forutsetter da at man benytter en gjennomføringsmodell som involverer entreprenøren før utviklingsprosessen. I slike tilfeller er det da ingen bestemt aktør som tar valget, men valget sier seg selv ut i fra prosjektets egenskaper, som de involverte aktørene sammen definerer.

7.3 Avslutning

I denne rapporten er det sett på tema av stor samfunnsøkonomisk viktighet. Selv om rapportens case er Fornebubanen, er funnene overførbare til andre prosjekter og spesielt komplekse samferdselsprosjekter. Figur 22 viser en tenkt gjennomføringsmodell for Fornebubanen, og denne bør også være aktuell for andre komplekse samferdselsprosjekter.



Figur 22 - Gjennomføringsmodell for komplekse prosjekter som Fornebubanen.

8 Videre arbeid

Det er mye forskning og utvikling som kan gjøres for å forbedre og optimalisere gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier i fremtiden. For å videreføre arbeidet med denne rapporten, samt teste konklusjonen ser forfatterne det nyttig å foreta flere intervjuer med et bredere utvalg av intervjuobjekter og nærmere studier av de utvalgte referanseprosjektene. Av intervjuer ser en det hensiktsmessig å intervju flere sentrale personer i byggherreorganisasjonene, gjerne på direktørnivå. Statens Vegvesen og Jernbaneverket er interessante aktører. En eventuell videre intervjurunde bør også inneholde intervju av flere fagpersoner, fra forsknings- og rådgivermiljøet.

Forfatterne ser stor verdi av studier som ser på de planlagte pilotprosjektene med Best Value Procurement (Difi, 2015a). Dette bør være av interesse for hele bransjen, både i nærings- og forskningsmiljøet. På grunnlag av erfaringene fra pilotprosjektene og studier vil en kunne utvikle en norsk variant, som også kan overføres til andre komplekse anskaffelser, for eksempel IKT.

Follobanen er som nevnt et pilotprosjekt i norsk sammenheng og erfaringene herifra vil nok legge føringer på valg av gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier for norske samferdselsprosjekter i fremtiden. Det bør derfor være av nytte og interesse for bransjen med forskning og evaluering av Follobaneprojekt, både underveis og etter prosjektets ferdigstillelse.

Det vil være av stor samfunnsøkonomisk nytte om en klarer og utvikle optimale gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier for de store samferdselsprosjektene som kommer i fremtiden. Ferjefri E39 er et glimrende eksempel på et stort og komplisert prosjekt, hvor undertegnede mener valg av gjennomføringsmodell og kontraktstrategi vil få store samfunnsøkonomiske konsekvenser.

Referanser

- AGA, F. 2016. *Nye Veier krever entreprenørkompetanse i reguleringsfasen*. Byggeindustrien. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1276464> [Hentet: 31. mai 2016].
- BENTZRØD, S. B. 2015. *Tunnelboremaskinene er tilbake i Norge - vekker begeistring og forvilelse* Oslo: Aftenposten. Tilgjengelig fra: <http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/Tunnelboremaskinene-er-tilbake-i-Norge---vekker-begeistring-og-fortvilelse-8199489.html> [Hentet: 13. desember 2015].
- BERNTSEN, S. 2006. *Dobbeltspor Lysaker - Sandvika*. Stavanger: Dovre International AS.
- BORS, M. IC-utbyggingen - komplisert utbygging som vil gi store gevinster! Seminar om mega-kontrakter 07. april 2016 Nydalen. Prosjekt Norge.
- BREKKHUS, A. 2015. *Måtte gå for store totalentrepriser*. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1235517> [Hentet: 06. mai 2016].
- BREKKHUS, A. 2016. *Går vi mot for store kontrakter?* : Byggeindustrien. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1263945> [Hentet: 20. februar 2016].
- BRULAND, A. 2013. *Kompendium i anleggsteknikk. Fullprofilboring av tunneler*. Trondheim: NTNU.
- BRULAND, A. og JAKOBSEN, P. D. 2016. *RE: Samtale om drivemetoder på Fornebubanen*. Type to SVARE, M. & REITEN, M.
- BYGGEINDUSTRIEN. 2014. *25 millioner til Fornebubanen*. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1211292> [Hentet: 15. november 2015].
- BYPLAN OSLO 2014. *Fornebubanen på vei*. byplanoslo.no: Plan- og bygningsetaten, Oslo kommune.
- DALLAND, O. 2012. *Metode og oppgaveskriving (5. utgave)*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- DIFI. 2015a. *Difi vil ha pilotvirksomheter til effektiv innkjøpsmetode*. Anskaffelser.no. Tilgjengelig fra: <https://www.anskaffelser.no/nyhet/2015-12-10/difi-vil-ha-pilotvirksomheter-til-effektiv-innkjopsmetode> [Hentet: 11. mars 2016].
- DIFI. 2015b. *Forprosjekt*. Tilgjengelig fra: <http://www.anskaffelser.no/prosess/bygg-anlegg-og-eiendombae/byggeprosess/prosjektering/utforelsesentreprise/forprosjekt> [Hentet: 18. mai 2016].
- DIFI. 2015c. *Utførelsesentreprise - BAE*. Tilgjengelig fra: <https://www.anskaffelser.no/temaer-bae/gjennomforingsmodeller/utforelsesentreprise> [Hentet: 31. mai 2016].

- DIFI. 2016a. *Gjennomføringsmodeller - BAE*. Tilgjengelig fra:
<http://www.anskaffelser.no/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/temaer-bae/gjennomforingsmodeller> [Hentet: 09. mai 2016].
- DIFI. 2016b. *Hva er Offentlig Privat Samarbeid (OPS)*. Tilgjengelig fra:
<http://www.anskaffelser.no/temaer-bae/offentlig-privat-samarbeid-ops/hva-er-offentlig-privat-samarbeid-ops> [Hentet: 21. april 2016].
- DIFI. 2016c. *Tildelingskriterier*. Tilgjengelig fra:
<http://www.anskaffelser.no/anskaffelsesfaglige-temaer/konkurransesgrunnlag/tildelingskriterier> [Hentet: 11. mai 2016].
- DOFFIN. 2016. *Kunngjøring om konkurranse*. Tilgjengelig fra:
<https://www.doffin.no/Notice/Details/2016-252501> [Hentet: 03. mai 2016].
- EHRBAR, H. 2008. Gotthard Base Tunnel, Switzerland. Experiences with different Tunnelling Methods. Proc. 2^o Congresso Brasileiro de Túneis e Estruturas Subterrâneas, 2008.
- EIKELAND, P. T. 1998. *Teoretisk analyse av byggeprosesser*, Trondheim, SiB.
- FESTA, D., BROERE, W. og BOSCH, J. Tunnelling in soft soil: Tunnel Boring Machine operation and soil response. Proceedings of International Symposium on Tunnelling and Underground Space Construction for Sustainable Development, Seoul (Korea) 18-20 March 2013, 2013. Circle Publishing Co.
- FLYVBJERG, B. 2006. Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative inquiry*, 12, 219-245.
- FORNYINGS- OG ADMINISTRASJONSDEPARTEMENTET. 2006. *Veileder til reglene om offentlige anskaffelser*. Oslo: Fornyings- og administrasjonsdepartementet. Tilgjengelig fra:
https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fad/vedlegg/konkurransepolitikk/anskaffelser/veileder_reglene_offentlige_anskaffelser_komp.pdf [Hentet: 11. mai 2016].
- GOOGLE. 2015. Google Maps. Tilgjengelig fra:
<https://www.google.no/maps/place/Fornebu/@59.8944276,10.6152244,2802m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x46416cf324ee9c7d:0xeeda987fbf62d969> [Hentet: 10. desember 2015].
- HASSANPOUR, J., ROSTAMI, J. og ZHAO, J. 2011. A new hard rock TBM performance prediction model for project planning. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 26, 595-603.
- HERRENKNECHT. 2015. Tilgjengelig fra: <http://www.herrenknecht.com> [Hentet: 10. november 2015].
- HIGH SPEED TWO. 2014. *Early Contractor Involvement*. Tilgjengelig fra:
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_

- data/file/377586/Early_contractor_involvement_ECI_guidance_Oct_2014_.pdf [Hentet: 18. mai 2016].
- HORGEN, J. E., STØLEN, M. S., MØRK, S. K., HUSBY, J. V. og SKJESET, G. 2012. *KS2 av Ulriken tunnel*. Oslo: Holte Consulting. Tilgjengelig fra: <https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1261975586/KS2%20Ulriken%20jernbanetunnel%20Holte%2026.10.12%200.pdf> [Hentet: 11. mai 2016].
- IADC. 2013. *Early Contractor Involvement Revisited*. Tilgjengelig fra: <https://www.iadc-dredging.com/ul/cms/fck-uploaded/documents/PDF%20Facts%20About/facts-about-early-contractor-involvement-revisited.pdf> [Hentet: 18. mai 2016].
- JACOBSEN, S. B. 2011. *Anskaffelsesreglementet* Helse Vest IKT AS. Tilgjengelig fra: <http://slideplayer.no/slide/1958472/> [Hentet: 10. mai 2016].
- JAKOBSEN, P. D., LOG, S., SKJEGGEDAL, T., HANSEN, A. M. og PALM, A. 2015. *Kort innføring i bruk av TBM*. Oslo: Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk.
- JERNBANEVERKET. 2008. *Gevingåsen tunnel*. Tilgjengelig fra: <http://www.jernbaneverket.no/contentassets/811aed35ea3b4fb5812187c8933112d9/gevingasen-tunnel-hovedbrosjyre.pdf> [Hentet: 28. januar 2016].
- JERNBANEVERKET. 2009. *Dette er prosjektet i Gevingåsen*. Tilgjengelig fra: <http://www.jernbaneverket.no/Prosjekter/prosjekter/Ferdige-prosjekter/Gevingasen-tunnel/Bakgrunn-og-publikasjoner/Planlegger-for-byggestart-i-Gevingasen/> [Hentet: 28. januar 2016].
- JERNBANEVERKET. 2015a. *Follobanen*. Tilgjengelig fra: http://www.jernbaneverket.no/globalassets/documents/prosjekter/follobanen/jbv_follobanen_nor_5_2411.pdf [Hentet: 27. januar 2016].
- JERNBANEVERKET. 2015b. *Market website*. Tilgjengelig fra: <http://www.jernbaneverket.no/Prosjekter/Prosjekter/follobanen/Prosjektartikler/Market-website/> [Hentet: 03. mai 2016].
- JOHANNESSEN, A., KRISTOFFERSEN, L. og TUFTE, P. A. 2004. *Forskningsmetode for økonomiskadministrative fag. Abstrakt forlag*.
- KALAGER, A. K. 2016. Intervju masteroppgave. In: SVARE, M. & REITEN, M. (eds.). Trondheim: NTNU.
- KASHIWAGI, D. 2011. Case study: Best value procurement/performance information procurement system development. *Journal for the Advancement of Performance Information & Value*, 3.
- KORETZ, D. M. 2008. *Measuring up*, Harvard University Press.
- KRIGSVOLL, I. 2016. Intervju masteroppgave. In: SVARE, M. & REITEN, M. (eds.). Trondheim: NTNU.

- LOVITT, M. og COLLINS, A. 2012. Improved tunneling performance through smarter drilling and design. *Electrical Measuring Instruments and Measurements*, 7.
- LÆDRE, O. 2006. *Valg av kontraksstrategier i bygg og anleggsprosjekter*, Trondheim, NTNU.
- LÆDRE, O. 2012. *Gjøre det selv eller betale andre for jobben*. NTNU. Tilgjengelig fra:
https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010610/Temahefte_e_Kontraktstrategi_webutgave.pdf/4854197e-6f54-408c-a5bf-5b86d720307a [Hentet: 20. mai 2016].
- MACIAS, F. J. og BRULAND, A. 2014. D&B versus TBM: Review of the parameters for a right choice of the excavation method. *Rock Engineering and Rock Mechanics: Structures in and on Rock Masses*. CRC Press.
- NERMOEN, B. 2016. Intervju masteroppgave *In: SVARE, M. (ed.)*. Trondheim: NTNU.
- NORCONSULT 2014a. *Reguleringsplan, Fornebubanen - Parsell 1*, Oslo, Norconsult.
- NORCONSULT 2014c. *Fagrappport geoteknikk, ingeniørgeologi og konstruksjon*, Oslo, Ruter As.
- NORCONSULT 2015. Fornebubanen, Detaljplan, Parsell 1: Fornebu – Lysaker, 1-8-1 Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS). Oslo: Norconsult.
- OLSSON, N. 2011. *Praktisk rapportskrivning*, Trondheim, Tapir akademiske forlag.
- ROLSTADÅS, A. 2006. *Praktisk prosjektstyring*, Trondheim, Tapir Akademisk Forlag 4.utgave.
- RUTER. 2015. *Fornebubanen*. Tilgjengelig fra: <https://ruter.no/om-ruter/rapporter-planer-prosjekter/fornebubanen/> [Hentet: 10. november 2015].
- RØD, S. 2016. *Best Value Procurement*. Difi. Tilgjengelig fra:
https://www.difi.no/sites/difino/files/bvp-stale_rod_-_skanska.pdf
[Hentet: 30. april 2016].
- SANNER, J. T., HALLERAKER, Ø., HELLELAND, T., ASTRUP, N., DAHL, A. O., NØRVE, E. R., MYRAUNE, L. og LØDEMEL, B. 2010. *Representantforslag 179 S. Stortinget*. Tilgjengelig fra: <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Representantforslag/2009-2010/dok8-200910-179/2/> [Hentet: 21. mai 2016].
- SMITH, E. 2015a. Kontraktstrategier på Follobanen. *NFF Temadag 2015*. NFF.
- SMITH, E. 2015b. *Gjennomføringsstrategi på Follobanen*. Byggeindustrien. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1229247> [Hentet: 04. mai 2016].
- SMITH, E. 2016. Intervju masteroppgave. *In: MAGNUS SVARE & MARTIN REITEN (eds.)*.

- SOILAMMI, A. 2015. *Best Value Procurement*. Norges bygg- og eiendomsforening. Tilgjengelig fra:
http://www.nbef.no/fileadmin/Kursprogrammer/2015/1501316_Strategisk_eiendomsledelse/Soilammi_2015-01_NBEF-Strategisk-eiendomsledelse_Best-Value-Procurement.pdf [Hentet: 11. mars 2016].
- SOLERØD, A. W. 2012. *Slik blir ein tunnel bygd*. Statens Vegvesen. Tilgjengelig fra:
<http://www.vegvesen.no/vegprosjekter/ryfast/Fakta/Tunnelbygging> [Hentet: 10. april 2016].
- SPORVEIEN. 2016. *Om Sporveien T-banen*. Tilgjengelig fra:
https://www.sporveien.com/inter/omktp/artikkel?p_document_id=2416976 [Hentet: 11. mai 2016].
- STATENS VEGVESEN. 2010. *Slik bygges tunnelen*. Tilgjengelig fra:
http://www.vegvesen.no/_attachment/162259/binary/305339 [Hentet: 11. mai 2016].
- STORLEER, R. 2015. *Kurs i informasjonssøking + EndNote for IØT master-/prosjektstudenter*, Trondheim, NTNU Universitetsbiblioteket.
- SVARE, M. og REITEN, M. 2015a. *Bruk av TBM på Fornebubanen*. NTNU.
- SVARE, M. og REITEN, M. 2015b. *Litteratursøk*. NTNU.
- SVENNINGSSEN, J. 2016. *Oslo-etat blir sjef for bane-utbyggingen*. Budstikka. Tilgjengelig fra:
<http://www.budstikka.no/fornebubanen/fornebu/anette-solli/oslo-etat-blir-sjef-for-bane-utbygging/s/5-55-315865> [Hentet: 24. mai 2016].
- SØRENSEN, V. 2016. Hva er Best Value Procurement. Best value procurement (BVP) - Frokostseminar 2016. Direktoratet for forvaltning og IKT.
- TRAN, D., MOLENAAR, K. R. og GRANSBERG, D. D. 2016. Implementing Best-Value Procurement for Design-Bid-Build Highway Projects. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 26-33.
- VALMOT, O. R. 2006. *Fjell ingen hindring - bygger i berge*. Tilgjengelig fra:
<http://www.tu.no/artikler/fjell-ingen-hindring-bygger-i-berge/322517> [Hentet: 10. mai 2016].
- VAN VALKENBURG, M., LENFERINK, S., NIJSTEN, R. og ARTS, J. Early contractor involvement: a new strategy for buying the best in infrastructure development in the Netherlands. Third International Public Procurement Conference (IPPC), 2008.
- YIN, R. K. 2013. *Case study research: Design and methods*, Sage publications.

Publikasjoner

Entreprenørene vil involveres tidligere



Fjordkryssingene på Fergefri E39 er komplekse samferdselsprosjekter der kompetansen til entreprenøren som skal gjøre jobben kan komme godt med. Illustrasjon: Statens vegvesen/Vianova/Aas Jakobsen.

Når feil aktør tar de kritiske valgene i komplekse samferdselsprosjekter alene, vil det føre til feil plassering av risiko og at den samlede kompetansen i prosjektene ikke blir utnyttet. I komplekse samferdselsprosjekter bør kompetansen til den som skal gjøre jobben benyttes ved valg av utførelsesmetode og til å avdekke prosjektets risiko i utviklingsfasen i stedet for i utførelsesfasen.

Magnus Svare, Martin Reiten og Ola Lædre

Inst. for bygg, anlegg og transport

Som en del av en masteroppgave på NTNU har vi intervjuet toppledelsen i flere av Norges største entreprenørselskaper, representanter fra Jernbaneverket og Sporveien samt uavhengige fagpersoner. Det er gjennomført et litteraturstudium, et dokumentstudium og totalt tolv intervjuer.

Problemstillingene i masteroppgaven var å identifisere avgjørende faktorer for valg av gjennomføringsmodell, og finne ut hvilke aktører som skal bestemme utførelsesmetodene. Masteroppgaven har Fornebu-banen som case, der valget står mellom driving med konvensjonell sprengning og tunnelboremaskin.

Bakgrunnen for valg av problemstillinger var en mistanke om at hvis feil aktør tar de kritiske valgene i komplekse samferdselsprosjekter alene, kan det føre til

feil plassering av risiko og at den samlede kompetansen i prosjektene ikke blir utnyttet.

De kritiske valgene

I dagens anleggsbransje benyttes i stor grad utførelsesentrepriser og entreprenøren involveres etter utviklingsfasen, noe som fungerer i enkle og oversiktlige prosjekter. Enkelte byggherrer prøver også ut totalentrepriser. Noen entreprenører er kritiske til dagens gjennomføring av totalentrepriser. De hevder at det i mange totalentrepriser blir tatt for mange beslutninger før entreprenøren blir engasjert. Dette medfører at byggherren plasserer risiko hos entreprenøren uten at det følger med en reell påvirkningsmulighet. Prosjektet ender da opp som en utførelsesentreprise, men med risikoen plassert hos entreprenøren slik som i en totalentreprise.

Fordeling av risiko og ansvar

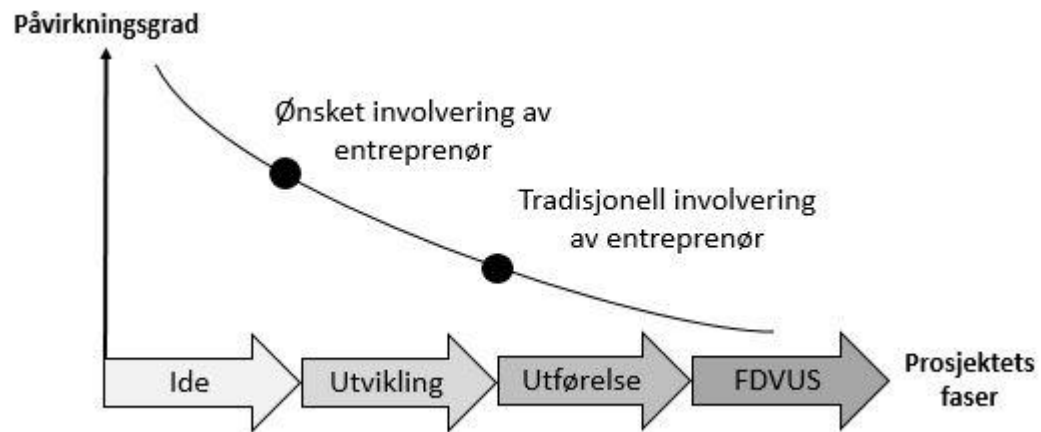
Fordeling av risiko og ansvar blir trukket frem som en avgjørende faktor for valg av kontraktstrategi. Tilbud langt over byggherrens budsjettestimat skyldes i mange tilfeller feil plassering av risiko og et uavklart risikobilde. For å unngå store risikopremier bør risikoen identifiseres før utførelsesfasen og plasseres hos aktøren som best kan påvirke den.

Kompetanseutnyttelse

Entreprenørene mener de sitter på mye kompetanse som ikke blir utnyttet i utførelsesentrepriser. Dette gjelder spesielt på komplekse prosjekter hvor det er vanskelig å avdekke risikoen. Påvirkningsgraden synker desto lengre ut i prosjektet man kommer, og derfor må en utnytte tilgjengelig kompetanse i prosjektets tidligere faser. Aktørene som ble intervjuet, så et potensial for å utnytte hverandres kompetanse gjennom et tettere samarbeid.

Hovedkonklusjon

Det er naturlig at entreprenørene er positive til tidlig involvering, for det gir dem en større andel av verdikjeden. Representantene fra byggherrene har delte meninger, men er ikke avvisende til tidlig involvering av entreprenørene. For å få entreprenørene involvert tidligere trengs det en kulturendring over tid. For Fornebubanen ser det for oss ut som at det vil være gunstig med tidlig involvering av entreprenør blant annet for å avgjøre valget mellom konvensjonell sprengning og tunnelboremaskin. Det handler om å benytte kompetansen til den som skal gjøre jobben til å velge utførelsesmetode og avdekke prosjektets risiko i utviklingsfasen i stedet for i utførelsesfasen.



Tidspunkt for tradisjonell involvering av entreprenør, sammenlignet med ønsket involvering i komplekse prosjekter. Illustrasjon: NTNU.

Vedlegg

Vedlegg A - Intervjuguide byggherre

Vedlegg B - Intervjuguide entreprenør og uavhengige fagpersoner

Vedlegg C - Referat fra intervjuer

Vedlegg A – Intervjuguide byggherre

Om oss

Vi er to masterstudenter, fra NTNU ved institutt for bygg, anlegg og transport, som våren 2016 skriver masteroppgave innen anleggsteknikk. Magnus Svare (23) kommer fra Hommelvik i Sør-Trøndelag og Martin Reiten (24) er fra Tynset i Hedmark. Begge er tidligere utdannet byggingeniører ved Høgskolen i Sør-Trøndelag og går nå siste semesteret ved den 2-årige masterutdanningen i bygg- og miljøteknikk på NTNU.

Bakgrunn for intervjuet

Masteroppgaven tar for seg gjennomførings- og kontraktstrategi på store samferdselsprosjekter, der vi ønsker å se nærmere på Fornebubanen. Dette er en planlagt T-banetunnel på ca. 8km, mellom Fornebu og Majorstuen. Skissert byggestart er per dags dato år 2017. Vi har valgt å fokusere på valg av drivemetode og hvilke prosesser som fører til at drivemetoden blir valgt. Formålet med masteroppgaven er å finne en gjennomførings- og kontraktstrategi som kan være aktuell på Fornebubanen. Masteroppgavens to problemstillinger er:

- 1) Hvilke faktorer må være kjent før en kan bestemme gjennomførings- og kontraktstrategi.
- 2) Hvilken aktør(er) skal ta valget om drivemetode.

For å få svar på problemstillingene ønsker vi å få redegjort hvordan valg av drivemetode, gjennomførings- og kontraktstrategi ble gjort på liknende prosjekter. Vi har valgt ut fire prosjekter der vi finner flere likheter mellom prosjektene. Valgene av referanseprosjekter ble gjort på bakgrunn av tidsperiode for drivingen, lengde på tunnelen, bergkvalitet, tverrprofil, drivemetode og type (bane, ingen veitunneler). Prosjektene vi har valgt er alle med Jernbaneverket som byggherre og inkluderer Follobanen (TBM), Ulriken (TBM), Gevingåstunnelen (konvensjonell drift) og Bærumstunnelen (konvensjonell drift).

I tillegg til å intervju sentrale personer fra referanseprosjektene vil det bli foretatt intervjuer med representanter fra markedsledende entreprenører. Dersom det er ønskelig for intervjuobjektet å være anonym vil dette ønsket selvfølgelig bli tatt hensyn til.

Det er for undertegnede ønskelig å få tilgang til dokumenter knyttet til anbudsprosessen på de enkelte prosjekt, som anbudsprotokoll og tilbud. Vi håper dere kan være hjelpelige med å fremskaffe dette.

Tema vi ønsker å belyse:

- Valg av gjennomføringsmodell og plan for prosjektet
- Valg av kontraktsstrategi
- Valg av drivemetode
- Kartlegging av usikkerheter
- I hvilke fase av prosjektet de ulike aktørene engasjeres
- Hvem skal ta valget om drivemetode
- På hvilket grunnlag skal avgjørelsen om drivemetode tas
- Erfaringer fra lignende prosjekter

Spørsmål til intervjuet

Del 1: Gjennomførings- og kontraktstrategi

Problemstilling: Hvilke faktorer må være kjent før en kan bestemme gjennomførings- og kontraktstrategi?

1. Valg av gjennomførings- og kontraktstrategi på prosjektet?
2. I hvilke fase ble/blir de ulike aktørene engasjert i prosjektet?
3. Hvilke faktorer er avgjørende for valg av gjennomførings- og kontraktstrategi?
4. Hvem kartlegger og identifiserer disse faktorene?
5. Synspunkter rundt dagens situasjon, hva fungerer bra i dagens marked og hva kan forbedres?

Del 2: Valg av drivemetode

Problemstilling: Hvilken aktør(er) skal ta valget om drivemetode

6. Hvordan var prosessen rundt valg av drivemetode for det aktuelle prosjektet?
7. Hvordan påvirket faktorene som nevnt nedenfor valg av drivemetode?
 - Geologi, trasévalg, tunnelens lengde og utforming, tidsperspektiv, økonomi
8. På hvilket grunnlag skal avgjørelsen om drivemetode tas og i hvilken fase av prosjektet?
9. Hvilken aktør(er) bør bestemme valg av drivemetode og hvordan bør denne prosessen foregå?
10. Hvordan ser du for deg utviklingen i Norge mtp. valg av drivemetode i fremtiden?

Del 3: Oppsummering

11. Hvordan er du/dere fornøyd med gjennomføringsstrategien på prosjektet?
12. Kunne kontraktstrategien vært utformet annerledes?
13. Benyttes erfaringer fra dette prosjektet på andre prosjekter?
14. Hvordan vil gjennomførings- og kontraktstrategier på store samferdselsprosjekter utvikle seg og se ut i fremtiden?
15. Øvrige kommentarer/synspunkter som ikke har blitt belyst i intervjuet?

Vedlegg B – Intervjuguide entreprenør og uavhengige fagpersoner

Om oss

Vi er to masterstudenter, fra NTNU ved institutt for bygg, anlegg og transport, som våren 2016 skriver masteroppgave innen anleggsteknikk. Magnus Svare (23) kommer fra Hommelvik i Sør-Trøndelag og Martin Reiten (24) er fra Tynset i Hedmark. Begge er tidligere utdannet byggingeniører ved Høgskolen i Sør-Trøndelag og går nå siste semesteret ved den 2-årige masterutdanningen i bygg- og miljøteknikk på NTNU.

Bakgrunn for intervjuet

Masteroppgaven tar for seg gjennomførings- og kontraktstrategi på store samferdselsprosjekter, der vi ønsker å se nærmere på Fornebubanen. Dette er en planlagt T-banetunnel på ca. 8km, mellom Fornebu og Majorstuen. Skissert byggestart er per dags dato år 2017. Vi har valgt å fokusere på valg av drivemetode og hvilke prosesser som fører til at drivemetoden blir valgt. Formålet med masteroppgaven er å finne en gjennomførings- og kontraktstrategi som kan være aktuell på Fornebubanen. Masteroppgavens to problemstillinger er:

- 1) Hvilke faktorer må være kjent før en kan bestemme gjennomførings- og kontraktstrategi.
- 2) Hvilken aktør(er) skal ta valget om drivemetode.

For å få svar på problemstillingene ønsker vi å få redegjort hvordan valg av drivemetode, gjennomførings- og kontraktstrategi ble gjort på liknende prosjekter. Vi har valgt ut fire prosjekter der vi finner flere likheter mellom prosjektene. Valgene av referanseprosjekter ble gjort på bakgrunn av tidsperiode for drivingen, lengde på tunnelen, bergkvalitet, tverrprofil, drivemetode og type (bane, ingen veitunneler). Prosjektene vi har valgt er alle med Jernbaneverket som byggherre og inkluderer Follobanen (TBM), Ulriken (TBM), Gevingåstunnelen (konvensjonell drift) og Bærumstunnelen (konvensjonell drift).

I tillegg til å intervju sentrale personer fra referanseprosjektene vil det bli foretatt intervjuer med representanter fra markedsledende entreprenører. Dersom det er ønskelig for intervjuobjektet å være anonym vil dette ønsket selvfølgelig bli tatt hensyn til.

Det er for undertegnede ønskelig å få tilgang til dokumenter knyttet til anbudsprosessen på de enkelte prosjekt, som anbudsprotokoll og tilbud. Vi håper dere kan være hjelpelige med å fremskaffe dette.

Tema vi ønsker å belyse:

- Valg av gjennomføringsmodell og plan for prosjektet
- Valg av kontraktsstrategi
- Valg av drivemetode
- Kartlegging av usikkerheter
- I hvilke fase av prosjektet de ulike aktørene engasjeres
- Hvem skal ta valget om drivemetode
- På hvilket grunnlag skal avgjørelsen om drivemetode tas
- Erfaringer fra lignende prosjekter

Spørsmål til intervjuet

Del 1: Gjennomførings- og kontraktstrategi

Problemstilling: Hvilke faktorer må være kjent før en kan bestemme gjennomførings- og kontraktstrategi.

1. Hva mener du/dere er viktig ved valg av gjennomførings- og kontraktstrategi på større samferdselsprosjekter?
2. I hvilke fase av prosjektene bør de ulike aktørene bli engasjert?
3. Synspunkter rundt dagens situasjon, hva fungerer bra i dagens marked og hva kan forbedres?

Del 2: Valg av drivemetode

Problemstilling: Hvilken aktør(er) skal ta valget om drivemetode.

4. Hva er ditt/deres synspunkt på de ulike drivemetodene?
5. Hvilke faktorer er viktig ved valg av drivemetode?
6. Hvilken aktør(er) bør bestemme valg av drivemetode og hvordan bør denne prosessen foregå?
7. Hvordan ser du for deg utviklingen i Norge mtp. valg av drivemetode i fremtiden?

Del 3: Oppsummering

8. Hvordan vil gjennomførings- og kontraktstrategier på store samferdselsprosjekter utvikle seg og se ut i fremtiden?
9. Øvrige kommentarer/synspunkter som ikke har blitt belyst i intervjuet?

Vedlegg C – Referat fra intervjuer

**Elektronisk versjon overlevert Institutt for Bygg, anlegg og transport ved
NTNU**