

**Analyse av fremdrift med tilhørende avvik ved
Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole**
En casestudie

Per-Arne Winsnes Kvalvåg

Veileder

Øystein Husefest Meland

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet innestår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Universitetet i Agder, 2013
Fakultet for økonomi og samfunnsvitenskap
Institutt for økonomi

Sammendrag

Kostnadsoverskridelser og forsinkelser er noe vi får stadig inntrykk av at intrefter i store byggeprosjekter. Denne masteroppgaven undersøkte et pågående prosjekt og registrerte og analyserte alle avvik i forhold til fremdriften. Det ble også undersøkt hvilke metoder som ble brukt for fremdriftstyring, og hvordan dette fungerte i praksis. Planlagt ferdigstillelse av Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole var 01/05/2013, men revidert plan indikerer en overtakelse 31/05/2013. Det er fortsatt usikkert om bygget og uteområdet vil være komplett ferdigstilt til skolestart 2013, som var overordnet mål.

Det ble totalt funnet 150 avvik med en samlet estimert kostnad på 2,45 millioner per 02/04/2013. Ved et prosjekt med en investeringskostnad på 163 millioner, og med totale livsløpskostnader på 263 millioner, vil denne summen kun utgjøre en liten prosentandel av de totale kostnadene, og prosjektet vurderes etter dette kriteriet som en suksess. Spørsmålene som må stilles er om prosjektet kunne vært ferdigstilt enda tidligere, og om fremdriftsplanleggingen kunne vært mer oppdatert og hensyntatt aktivitetenes ferdigstillelse på en bedre måte, slik at ny fremdriftsplan kunne vært bedre oppdatert og med dette muliggjort en tidligere ferdigstillelse enn først planlagt. Studiet av dette prosjektet avdekker at flere sentrale teorier som kunne redusert både kostnadene og prosjekttiden, ikke ble benyttet.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en del av min mastergrad i økonomi og administrasjon ved Universitetet i Agder. Oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng og er skrevet våren 2013.

Ved valgt spesialisering i fjerde studieår begynte prosessen med valg av tema til min masteroppgave. Det begynte med en interesse for lean thinking, noe som Kruse Smith implementerer i sitt prosjektarbeid. Gjennom min veileder Øystein Meland ble jeg introdusert for byggeprosjektet Lyngdal Ungdomsskole som skal ferdigstilles til skolestart høsten 2013. Ønsket om å jobbe med et pågående prosjekt med en relevant problemstilling gjorde at dette prosjektet ble et naturlig valg. Det å få innblikk i et stort prosjekt i praksis har vært svært lærerik for meg.

Jeg vil takke min veileder Dr. ing Øystein Meland for forslag til oppgave og råd underveis. En stor takk rettes også til Mikal Stene, Anders Larsen og Dirk Just ved Kruse Smith som har vært meget behjelpelige med innsamlingen av data. Videre vil jeg takke Lars Olsen og Anders Lillelien for meget nyttige tips og råd. Til slutt vil jeg takke familie og venner for støtte og oppmuntring gjennom hele prosessen.

Per-Arne Winsnes Kvalvåg
Kristiansand, 2013

Innhold

Sammendrag	ii
Forord	iv
Figurer	ix
Tabeller	x
Forkortelser	xi
1 Innledning	1
1.1 Oppgavens oppbygning	2
1.2 Problemstilling	2
2 Teoretisk forankring	3
2.1 Hva er et prosjekt?	3
2.1.1 Prosjektets karakter	4
2.1.2 Prosjektets livssyklus	6
2.1.3 Prosjektets organisering	8
2.2 Prosjektledelse og styring	10
2.2.1 Aktiviteter	10
2.2.2 Optimal produksjon	10
2.2.3 Strategi	11
2.2.4 Prosjektledelse	12
2.2.5 Prosjektstyring gjennom styringsløyfa	14
2.2.6 Hvorfor mislykkes enkelte prosjekter?	15
2.2.7 Prosjektmaal	15
2.2.8 Budsjettering og økonomisk styring	16
2.3 Prosjektoppfølgning	17
2.3.1 Prosjektnedbrytning	17
2.3.2 Fremdriftsstyring	18
2.3.3 Fremdriftsdiagram	19
2.3.4 Gantt-diagram	21
2.3.5 Nettverksplanlegging	22
2.3.6 Den kritiske vei	23
2.3.7 Program Evaluation and Review Technique (PERT)	25
2.3.8 Milepelsplanlegging	26
2.4 Bygg og anleggsbransjen	26
2.4.1 Hovedutfordring i et byggeprosjekt	28
2.4.2 Faser i et byggeprosjekt	28

2.4.3	Aktører i et byggeprosjekt	30
2.5	Gjennomføringsmodeller	31
2.5.1	Vederlagsprinsipp	33
2.5.2	Entrepriseform	33
2.5.3	Lov om offentlig anskaffelse	36
2.6	Lean thinking	36
2.6.1	Lean Construction	38
2.6.2	The Last Planner System (LPS)	39
2.6.3	Transformation-Flow-Value (TFV)	40
3	Metode	41
3.1	Definisjon	41
3.2	En kvalitativ tilnærming	41
3.3	Undersøkellesdesign	42
3.4	Caseundersøkelser	44
3.4.1	Dybdeintervjuer	45
3.4.2	Ustrukturerte intervjuer	45
3.4.3	Valg av respondenter	46
3.4.4	Innsamling av data	46
3.4.5	Gyldighet og reliabilitet	47
3.4.6	Induktiv tilnærming	47
4	Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole	49
4.1	Bakgrunn	49
4.1.1	Målsum og livsløpskostnader	51
4.1.2	Overordnet mål	53
4.1.3	Prosjekt mål Lyngdal Ungdomsskole	54
4.2	Lyngdalsmodellen	55
4.3	Aktører og roller	57
4.3.1	Kruse Smith	58
4.3.2	Asplan Viak	59
4.3.3	Rambøll	60
4.3.4	ERV	60
4.3.5	Milepeler i BIM-modell	61
5	Fremdrift og avvik i prosjektet	63
5.1	Fremdriftsplan i prosjektet	63
5.1.1	Prosjekt nedbrytning	63
5.2	Fremdriftsanalyse	64
5.2.1	Gantt-diagram og kritisk vei	68
5.2.2	Replanlegging	68
5.2.3	Estimering av lengde på aktiviteter	69
5.2.4	Oppfølging	69
5.2.5	Soneinndeling	70
5.3	Vurdering av Lyngdalsmodellen i lys av fremdrift	70
5.4	Avviksanalyse	71
5.4.1	Bakgrunn for avvik	73
5.4.2	Prosjektlederens vurdering av prosjektets fremdrift	74

5.4.3	Oppsummering	75
6	Konklusjon	76
6.1	Viktigste funn	77
6.1.1	Begrensninger	78
6.1.2	Diskusjon	78
	Bibliografi	80
A	Detaljert avviksoversikt, fremdriftsplaner & andre vedlegg	83
A.1	Avviksoversikt vedrørende fremdrift	83
A.2	Hovedtidsplan	88
A.3	Hovedfremdriftsplan	91
A.4	Prosessplan	95
A.5	Prosjektprognose	101
A.6	Soneinndeling 1. etg	102
A.7	Soneinndeling 2. etg	103
A.8	Soneinndeling 3. etg	104
A.9	Intervjuguide	105

Figurer

2.1	Grad av unikhet	6
2.2	Prosjektets livssyklus	7
2.3	Endringer og kostnadsnivå	8
2.4	Styringsløyfa	15
2.5	Fremdriftsdiagram	20
2.6	Tendenser i produktiviteten ved et måletidspunkt	21
2.7	Gantt-diagram	22
2.8	Nettverksdiagram for aktiviteter	23
2.9	Fall i produktivitetsnivået	27
2.10	Optimalt antall prosjekteringstimer	28
2.11	Faser i et byggeprosjekt	29
2.12	Entrepriseformer	34
2.13	Lean thinking	37
3.1	Forskningsdesign	43
3.2	Mulighet for generalisering av resultater	45
3.3	Induktiv tilnærming	48
4.1	Illustrasjon av Lyngdal Ungdomsskole sett utenfra	49
4.2	Illustrasjon av Lyngdal Ungdomsskole sett innenfra	50
4.3	Organisasjonskart	56
4.4	Organisasjonskart med ansvarsområder for de utførende	58
4.5	Driftsinntekter Kruse Smith 07-11	59
4.6	Driftsinntekter Asplan Viak 07-11	59
4.7	Driftsinntekter Rambøll Norge 07-11	60
4.8	Driftsinntekter ERV Teknikk 07-11	61
5.1	Planleggingsprosessen ved Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole	65
5.2	Innvendig fem dager før planlagt ferdigstillelse	70

Tabeller

2.1	Kostnad, ressurs og tidsavvik	19
2.2	Produktivitet, kostnadseffektivitet og tidseffektivitet	20
2.3	Betegnelser ved den kritiske vei	24
2.4	Valg av anskaffelsesprosedyre	36
4.1	Arealoppstilling	50
4.2	Budsjett	52
4.3	Livsløpskostnader	53
4.4	Aktører	57
5.1	Antall avvik fordelt per aktør	72
5.2	Estimerte kostnader forbundet med hver aktørs avvik	73
5.3	Oppsummering av metoder brukt i fremdriftsstyringen	75

Forkortelser

AOA Activity on arrow

AON Activity on node

AML Arbeidsmiljøloven

AV Aktuell verdi

BA-bransjen Bygg & Anleggsbransjen

BH Byggherre

BIM BuildingSmart

BNL Byggenæringens Landsforbund

DN Dagens Næringsliv

EF Tidligste slutt

ES Tidligste start

FL Flyt

IV Inntjent verdi

KPD Konkurranspreget dialog

KS Kruse Smith

LF Seneste slutt

LS Seneste start

LOA Lov om offentlig anskaffelser

LPS Last Planner System

NS 3430 Norsk Standard 3430

NS 3431 Norsk Standard 3431

OPS Offentlig privat samarbeid

PBL Plan og bygningsloven

PERT Program Evaluation and Review Technique

PG Prosjektgruppe

PV Planlagt verdi

TFV Transformation Flow Value

TLP The Last Planner

WBS Work Breakdown Structure

Kapittel 1

Innledning

Hensikten med denne oppgaven er å undersøke et pågående byggeprosjekt og avdekke eventuelle avvik i den planlagte fremdriften. Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole skal være klart til skolestart høsten 2013, og bygget er planlagt ferdigstilt 01/05/2013. Denne avhandlingen skal undersøke hvilke avvik i fremdriftsplanen som har forekommet og hvorfor. Dette skal kartlegge kostnadene forbundet med avvikene og predikere hvilke konsekvens disse har hatt for prosjektets fremdrift. Et samarbeid med prosjekt- og anleggsleder, henholdsvis Dirk Just og Mikal Stene, legger grunnlaget for innsamlingen av data som er fundamentet for analysen.

Prosjektarbeid som arbeidsform har hatt tiltagende popularitet de siste årene, og det er grunn til å tro at denne utviklingen vil fortsette framover. Prosjektarbeid er i økende grad i bruk på grunn av at en basisorganisasjon ikke vil ha evner til å utføre spesialiserte oppgaver. Med et prosjektteam vil man kunne øke spesialiseringen, og derfor også øke kvaliteten på et sluttprodukt. Prosjektarbeid er komplisert i stor grad på bakgrunn av flere ulike spesialiserte oppgaver som krever en stor grad av tverrfaglig kompetanse. Enkelte prosjekter vil kreve meget høy kompetanse på mange felt og en effektiv koordinering av dette er komplisert. En prosjektleder må ha innsikt i de ulike fag og oppgaver som skal utføres, og en meget god evne til å samarbeide med representanter for alle fag som bidrar i et prosjekt. I et stort byggeprosjekt vil de ulike fag innebære mange aktiviteter som skal utføres, og et stort antall av disse aktivitetene vil være avhengige av hverandre for å kunne iverksettes eller ferdigstilles. Dette innebærer høye krav til kvaliteten på planleggingen for å unngå avvik i fremdriftsplanen. Avvik i forhold til fremdrift kan være kostbare i forhold til kostnader forbundet med venting, utbedring, nye bestillinger eller omgjøring.

1.1 Oppgavens oppbygning

I første kapittel vil bakgrunnen for valgt tema og problemstilling legges frem, og det diskuteres hvorfor prosjektledelse er et relevant tema. Kapittel 2 vil ta for seg teoretiske temaer som er relevante for oppgaven som helhet. Teoridelen begynner med en definisjon av et prosjekt, og bygger opp mot metoder, begreper og modeller som benyttes av Kruse Smith i det daglige arbeidet. Det teoretiske fundamentet danner grunnlaget for analysen av prosjektet.

I Kapittel 3 beskrives metoden brukt gjennom denne analyseprosessen. Beskrivelsen vil starte med en generell definisjon av metode, før oppgaven vil definere metodisk tilnærming for dette casestudiet. I Kapittel 4 vil Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole beskrives. Det vil legges vekt på informasjon som er relevant for problemstillingen. Analysen vil finne sted i kapittel 5. Relevante data samlet inn gjennom dybdeintervjuer, møter, litteraturstudie og mailkorrespondanse med representanter for Kruse Smith, Rambøll og Asplan Viak vil danne grunnlaget for analysen som vil fokusere på hvilke metoder som er brukt for fremdriftsstyringen, og hvilke avvik som har oppstått. I kapittel 6 trekkes konklusjoner som resultat av analysen, og det vil forekomme en diskusjon av resultater.

1.2 Problemstilling

Problemstillingen vil ta for seg det viktigste som skal studeres i oppgaven. Bakgrunnen for oppgaven er interessen for analyse av fremdriftstyring i prosjektet og hvilke avvik som har oppstått. Problemstillingen lyder derfor som følger:

Hvilke metoder er brukt for fremdriftstyring i Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole, hvilke avvik har oppstått og hvorfor oppstod disse?

Kapittel 2

Teoretisk forankring

Det har til alle tider blitt utført enkeltoppgaver av mennesker, samtidig som vi også alltid har samarbeidet i ulik grad for å oppnå de resultater vi har ansett som ønskelige. Prosjektarbeid som arbeidsform har utviklet seg siden den industrielle revolusjonen som introduserte masseproduksjon som konsept for å øke utbyttet av produksjonsfaktorer. Dette førte til en økt oppmerksomhet mot de oppgaver som ikke kan masseproduseres og deres særegenheter. Det vil alltid være oppgaver som ikke kan masseproduseres grunnet deres kompleksitet og lave frekvens. Disse oppgavene betegnes som prosjekter (Johs et al., 1998).

Prosjekt regnes som en fornuftig måte å organisere arbeid på dersom det er snakk om omfattende oppgaver som i liten grad har blitt gjennomført før, og som ikke bærer preg av å være rutinemessige. Prosjekter kan bidra til økt kvalitet på sluttproduktet. Prosjektarbeid som arbeidsform bidrar til økt spesialisering og fokus på oppgaven, samt at samarbeid øker kompetansen og nivået på kvaliteten (ibid).

2.1 Hva er et prosjekt?

Et prosjekt er et midlertidig foretak som har som oppgave å skape et unikt produkt eller resultat (Larson & Gray, 2011). Det er viktig å definere hva som skiller et prosjekt fra en engangsoppgave. En engangsoppgave i en bedrift kan være å videresende fakturaer eller svare på spørsmål fra kunder. Et prosjekt vil ikke være dagligdagse gjøremål, selv om et prosjekt kan ha dagligdagse gjøremål i seg. I følge Kerzner (2009) er et prosjekt en serie av aktiviteter som:

- Har et spesifikt mål som skal fullføres etter klare spesifikasjoner
- Har en definert tidsramme
- Har et gitt budsjett

- Konsumerer ressurser
- Krever tverrfaglig kompetanse

Et prosjekt er altså en engangsforeteelse som ofte framstilles som et produkt eller en tjeneste. Dette produktet eller tjenesten skal være i tråd med de mål som er satt for prosjektet, da spesialiseringen ofte er grunnen til at et prosjektarbeid som arbeidsform er nødvendig for å oppnå ønskede mål. Et prosjekt må ha et eget mål som er ulikt fra dagligdagse organisatoriske mål (ibid). Det må være klare definerte mål. For utarbeiding av gode mål anvendes *Smart-regelen*, den karakteriserer mål for å undersøke om de er av tilstrekkelig kvalitet. I følge regelen må målene være:

Spesifikke, målbare, ambisiøse og realistiske for at de skal kunne defineres som gode mål.

Prosjektet som arbeidsform velges ofte grunnet et ønske om en høy grad av kvalitet på sluttproduktet (Johs et al., 1998). Et prosjekt vil føre med seg komplekse arbeidsoppgaver hva gjelder teknologi, planlegging, utførelse og samarbeid. Dette fører til at et prosjekt ikke kan masseproduseres og vil derfor ha en lav frekvens. Frekvensen sier noe om hvor ofte en oppgave kommer tilbake. Ved svært lav frekvens forekommer oppgavene så sjeldent at overføring er umulig, samtidig vil oppgaver med noe høyere frekvens føre til at læring kan og bør forekomme for å øke kvaliteten på sluttproduktet ved framtidige prosjekter. Ved at et prosjekt har gitte tids- og kostnadsrammer vil det foregå over en begrenset periode, og det vil derfor være mulig å måle sluttresultater opp mot planlagte resultater. Dette fører til at man kan måle et prosjekts resultater etter kvalitet, pris og utførelse. Hvilke faktorer som er viktigst må prioriteres tidlig i prosjekteringsfasen, og det vil da være nødvendig å sette opp et målhierarki slik at man kan justere aktiviteter etter hvilke måloppnåelser som er viktigst. Et prosjekt vil kreve kompetanse, ressurser, arbeidstakere, tilrettelegging og utstyr for å ha en sjanse til å lykkes (Larson & Gray, 2011).

2.1.1 Prosjektets karakter

Prosjekter vil ikke nødvendigvis være like når de sammenliknes, og derfor karakteriseres prosjekter etter følgende faktorer:

- Usikkerhet
- Frekvens
- Unikhet
- Størrelse

(Johs et al., 1998)

Usikkerhet

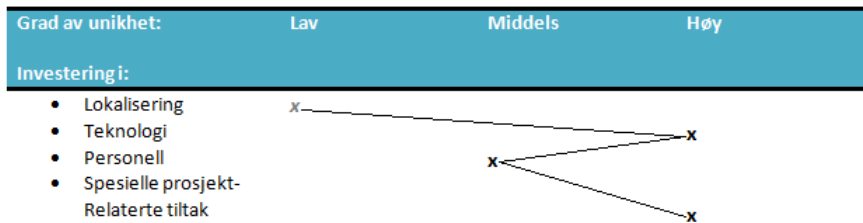
Ved høy usikkerhet vil et prosjekt inneha faktorer som kan være vanskelige å forutsi. Det kan være ytre forhold som makroøkonomiske forhold, kundeforhold, geografiske forhold eller lovgivning. Disse faktorene vil være med på å påvirke sannsynligheten for prosjekt-fiasko.

Frekvens

Et prosjekts frekvens innebærer hyppigheten av gjennomføring for akkurat denne type prosjekt. Har et prosjekt en relativt høy frekvens, kan man bruke erfaringer fra tidligere gjennomføringer som *benchmark* og sammenlikne egne resultater med disse. Det vil også være hensiktsmessig å se på tidligere avvik og undersøke hvordan man kan unngå disse, slik at man øker sannsynligheten for å unngå prosjektfiasko. Prosjektets grad av unikhhet vil påvirke kompleksiteten av hele prosjektgjennomføringen.

Unikhhet

Unikhhet defineres som graden av transaksjonsspesifikke investeringer (Busch, 1994, s. 271). En transaksjonsspesifikk investering gjøres for å dekke et spesielt behov i forbindelse med en transaksjon. Dette kan eksemplifiseres ved å se for seg investeringer gjort i et prosjekt som er spesielt for akkurat dette prosjektet. Dette fører med seg at man ikke kan bruke denne investeringen ved en senere anledning. Krever et prosjekt mange slike investeringer, vil det defineres som et unikt prosjekt. Et prosjekt med meget høy unikhhet vil stille større krav til planlegging, prosjektering og gjennomføring. Et unikt prosjekt vil vanligvis kreve større grad av planlegging, og prosjektet som helhet vil kreve større ressurser for å oppnå suksess, sammenliknet med et ordinært prosjekt. Det vil også forekomme en stor sannsynlighet for avvik, da utførelse av enkelte prosesser ikke har vært gjennomført før. Et prosjekt vil være unikt hvis det krever en høy grad av spesifikke investeringer. Det kan være investeringer i teknologi, arbeidskraft eller utstyr som behøves for å sikre en god gjennomføring av prosjektet. Unikhhet ved transaksjonsspesifikke investeringer kan måles ved å se på investeringer i lokalisering, teknologi, personell og spesielle prosjektrelaterte tiltak (Johs et al., 1998). Ved å måle disse kategoriene kan man danne seg en unikhetsprofil. Her illustrert i figur 2.1 ved et tilfeldig prosjekt:



Figur 2.1: Grad av unikheth
(Johs et al., 1998)

En transaksjonsspesifikk investering defineres ved en investering som ikke kan benyttes til andre formål uten at markedsverdien blir betydelig forringet, ved mange slike investeringer sier vi at prosjektet har en høy grad av unikheth (ibid).

Størrelse

Et prosjekts størrelse kan måles etter flere dimensjoner:

- Antall personer involvert
- Ressursbruk
- Teknologikrav
- Varighet
- Fysiske mål

(Kerzner, 2009)

I tillegg til disse kan et prosjekt måles etter kostnader. Flere av disse dimensjonene kan være avhengige av hverandre, eksempelvis kan høye teknologikrav kreve store kapitalinvesteringer, samtidig kan dimensjonene også være uavhengige av hverandre, eksempelvis ved at et prosjekt krever mye tid, men få involverte personer. Når størrelsen på et prosjekt skal vurderes, vil det være situasjonsbestemte dimensjoner som vil avgjøre, og i hvilken grad et prosjekt er stort innenfor en gitt dimensjon, sammenliknet med liknende prosjekter. Antall personer involvert gjelder de som jobber på prosjektet, samt antall leverandører involvert. Et høyt antall personer involvert vil sette større krav til planlegging og koordinering.

2.1.2 Prosjektets livssyklus

Et prosjekt vil, til forskjell fra en basisorganisasjon, ha en livssyklus. Denne vil kunne identifiseres med et produkts livssyklus. Prosjektet vil ha ulike behov gjennom prosjektets

faser. I modellen utarbeidet av Larson & Gray (2011) defineres en syklus gjennom fire faser. Disse fasene vil kreve ulike ressurser gjennom prosjektets levetid.

1. Defineringsfasen

I figur 2.2 ser vi at i den tidlige fasen vil prosjektet kreve ressurser til definering, altså hvilke rammebetingelser som gjelder, fordeling av arbeidsoppgaver og hovedansvarsområder.

2. Planleggingsfasen

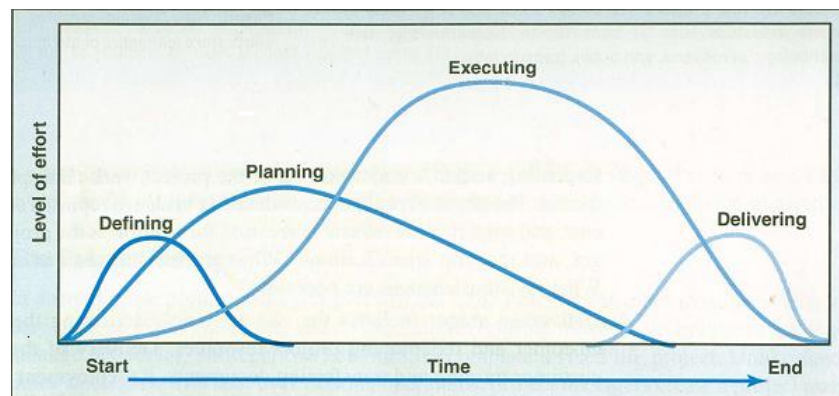
Her vil større ressurser benyttes for å sikre god prosjektering. Prosjekteringen vil i denne fasen utføres i detalj og det planlegges når ting skal utføres, og hvordan dette skal gjøres. Her ligger også beslutninger om budsjettammer.

3. Gjennomføringsfasen

I denne fasen vil utførelsen finne sted. I et byggeprosjekt vil eksempelvis veien eller leilighetsblokka bygges i denne fasen. Her vil det kreves mest ressurser. I denne fasen må det også foretas kontroller for å undersøke om prosjektet følger planen. Det må her også vurderes hvilke tiltak som eventuelt må gjøres om prosjektet ikke skulle ha den ønskede utviklingen.

4. Avslutningsfasen

Her vil prosjektet leveres og avsluttes. Det vil evalueres om prosjektet nådde sine mål og hvilke elementer av læring som kan medbringes til senere prosjekter.

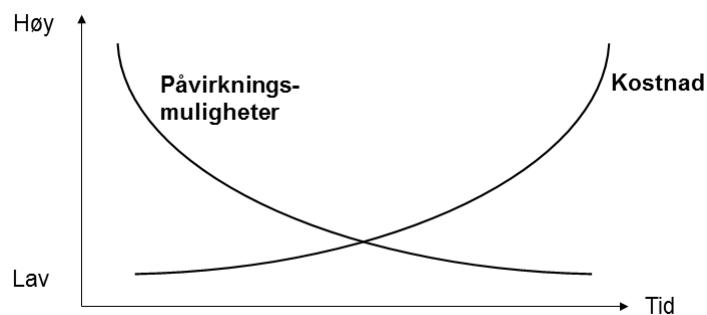


Figur 2.2: Prosjektets livssyklus
(Larson & Gray, 2011)

De ulike aktivitetene vil ha ulike behov for ressurser, men vi ser ut i fra figuren at alle aktivitetene vil ha et stigende behov for ressurser fram til behovet flater ut og synker mot slutten av perioden, gitt at utviklingen i prosjektet er lik den planlagte. I enkelte tilfeller vil prosjektet kreve store ressurser mot slutten av gjennomføringsfasen grunnet

mangelfull fremdriftsplanlegging. Det å ha kjennskap til de ulike ressursbehov ved de ulike fasene fører til bedre planlegging og tilrettelegging for måloppnåelse.

Muligheter for å endre på sluttresultatet av prosjektgjennomføringen, uten å påvirke kostnadene i stor grad, er høyest i startfasen av et prosjekt, for så å synke i takt med prosjektets fremdrift. Figur 2.3 illustrerer at store endringer i spesifikasjoner sent i prosjektgjennomføringen vil føre med seg store kostnader.



Figur 2.3: Endringer og kostnadsnivå
(PMI, 1996)

2.1.3 Prosjektets organisering

Det vil være ulike tilnærminger til organisering av et prosjekt ut ifra interne organisatoriske forhold og prosjektets karakter. Et stort unikt prosjekt vil ofte kreve en annen organisering enn et lite prosjekt. Vi skiller mellom tre hovedmåter å organisere et prosjekt på (Larson & Gray, 2011).

1. Organisering innenfor basisorganisasjonen

Ved denne organiseringen vil prosjektets oppgaver bli fordelt etter det fungerende hierarkiet i bedriften. En basisorganisasjon defineres som den organisasjonen som inngår prosjektavtalen og vil være prosjektets eier (Jessen, 2005). Koordinering vil dermed skje gjennom de samme kanaler som vanlige oppgaver kommuniseres gjennom i organisasjonen. Fordelene ved denne organiseringen er at man unngår å designe en ny organisasjon og kan bruke eksisterende relasjoner, man kan også bruke den kompetanse som finnes innad i organisasjonen, noe som øker fleksibiliteten. Det vil være enkelt for medarbeiderne å fortsette med dagligdagse gjøremål etter prosjektets slutt. Ulemper vil være at medarbeiderne ikke nødvendigvis vil ha samme motivasjon og samme grad av forståelse av mål. En avdeling i bedriften kan oppfatte prosjektet som meget viktig og som en topp prioritet, mens en annen avdeling vil være likegyldige til prosjektets mål og fremdrift. De forskjellige avdelingene kan

også møte på problemer i forhold til samarbeid gjennom tverrfaglighet. De kan være spesialiserte på sitt område, men mangle erfaring i å sette seg inn problemstillinger utenfor sitt ekspertiseområde. Dette kan føre til at fremdriften blir relativt treg. Det skal også nevnes at et prosjekt i en basisorganisasjon kan komme i tillegg til andre oppgaver, og dette kan føre til at de ser på prosjektet som en ekstraoppgave, og får negative relasjoner til aktiviteter knyttet til prosjektet (ibid).

2. Organisering av prosjektet gjennom prosjektteam

Organisering i et prosjektteam innebærer en gruppe som arbeider fulltid med et prosjekt. De vil vanligvis ha en prosjektleder over seg som leder gruppen mot et felles mål. Prosjektlederen kan hente folk innad i organisasjonen, samt ekstern arbeidskraft for å danne en gruppe med tilfredsstillende kompetanse. Forholdet mellom basisorganisasjonen og prosjektteamet vil variere i forhold til finansiell kontroll og styring. I en bransje som byggebransjen, som har en høy andel av prosjektteam i sin organisering, vil det være naturlig med en organisering basert på team. Styrker ved denne organisasjonsformen er at det er en enkel måte å organisere på, og den tilrettelegger for prosjektjobbing ved at eksterne oppgaver i basisorganisasjonen er små eller ikke tilstedeværende. Dette fører til en høyere grad av spesialisering innenfor et felt, noe som øker kompetansen og mulighetene for måloppnåelse ved komplekse prosjekter. Ved en slik organisering vil selve prosjektarbeidet være mer effektivt, da ressurspersoner innenfor gruppen kan bruke sin egen kompetanse i samarbeid med andre til å løse tverrfaglige utfordringer. Disse klare fordelene bærer også med seg noen ulemper. En organisering basert på team er kostbart, og det kan være komplekse sammensetninger av grupper som ikke passer sammen til ulike prosjekter, dette kan føre til høye kostnader ved sammensetning av grupper. Det kan også være vanskelig å bruke enkelte av ressurspersonene på en effektiv måte etter prosjektets slutt (ibid).

3. Matriseorganisering

En matriseorganisering vil representere en hybrid organisatorisk form. Dette vil si at organisasjonen har støtteorganisering opp mot prosjektteamene som fører til en infrastruktur som tilrettelegger for en best mulig gjennomføring av arbeidet. Dette innebærer også at spesialister jobber med flere prosjekter, slik at kompetansen innenfor et felt kan brukes på flere prosjekter. Ressurspersoner eller grupper har egne prosjektporteføljer, med sine ansvarsområder på disse prosjektene, dette fører til en effektivisering i bruken av kompetanse (ibid).

2.2 Prosjektledelse og styring

2.2.1 Aktiviteter

En aktivitet i et prosjekt er en oppgave som må gjøres for at prosjektet skal kunne gjennomføres. Et prosjekt vil inneholde mange aktiviteter. For å kunne analysere fremdrift må alle aktiviteter som skal gjøres defineres og beskrives, deretter må det dannes en aktivitetsliste. Dette gjøres for å få en oversikt over hva som faktisk må gjøres i prosjektet. Aktivitetsattributter utvider beskrivelsen av hver aktivitet ved å identifisere hvilke komponenter som assosieres med hver aktivitet (PMI, 1996).

Disse kan inneholde aktivitetskoder, beskrivelser, ressursbehov og hvilke aktiviteter som må ha blitt gjennomført for å kunne iverksette en gitt aktivitet. Når aktivitetene er korrekt definert kan en milepelsliste dannes, slik at man har en klar oppfatning og oversikt over de viktigste aktivitetene og delmål i gjennomføringen. For å minimere avvik i et prosjekt må aktivitetene planlegges nøyaktig. Dette er viktig grunnet de forskjellige aktivitetenes avhengighet av hverandre, eksempelvis kan ikke isolasjon monteres før yttervegger har blitt reist. Det å planlegge aktiviteter innebærer seks trinn (ibid s. 127):

1. Definere aktiviteter
2. Sekvensere aktiviteter
3. Estimere ressurser knyttet til de ulike aktivitetene
4. Estimere tidsbruk knyttet til de ulike aktivitetene
5. Utvikle gjennomføringsplan for alle aktiviteter
6. Kontrollere

I tillegg er det viktig å hensynta de åtte forutsetningene for optimal produksjon (jfr. 2.2.2). Korrekt utførelse av disse trinn vil øke sannsynligheten for en gjennomføring som er tilfredsstillende i forhold til avvik.

2.2.2 Optimal produksjon

For en optimal produksjon er det åtte forutsetninger som må være på plass for at aktivitetene skal kunne gjennomføres på en effektiv måte. Dette er kritisk for tidlig ferdigstillelse av prosjektet. Ved analyse av fremdrift vil det være en eller flere av disse forutsetningene som svikter ved avvik i forhold til planlagt fremdrift (Meland, 2012^e).

1. Forutgående arbeid

2. Informasjon
3. Mannskap
4. Materialer
5. Utstyr
6. Plass
7. Ytre forhold
8. Etterfølgende arbeid

I et stort, komplekst prosjekt vil forutgående arbeid være viktig. Aktiviteter vil ofte kreve at andre aktiviteter er gjennomført først. Et eksempel kan være at for å støpe en trapp må gulvet være lagt først. Det som kan skje er at en forsinkelse i foregående aktiviteter overføres til aktiviteter som kommer senere kronologisk. Den nødvendige informasjonen må også være tilstede. Det må spesifiseres nøyaktig hvordan noe skal se ut eller hvordan det skal gjøres for å unngå misforståelser og avvik. Mangelfull informasjon fører til et ufullstendig resultat. Mannskap og materialer må på plass, sammen med korrekt utstyr til å utføre jobben. Hva gjelder plass, må andre aktiviteter være ferdig slik at plassen som er nødvendig for gjennomføringen, er tilstede. Ytre forhold kan være vær-situasjonen eller offentlige reguleringer. Disse kan begge sørge for forsinkelser. Disse forutsetningene kan man ofte ikke gjøre så mye med, men det går an å legge inn ekstra tid ved risiko for forsinkelser grunnet ytre forhold. Etter at aktiviteten er fullført må det påses at alt ferdigstilles og ryddes, slik at andre aktiviteter kan påbegynnes. De åtte forutsetningene for optimal produksjon kan definere årsaken til avvik i fremdriften. Når en aktivitet er forsinket eller blitt gjort feil, kan man se på disse forutsetningene og vurdere hva som kunne vært gjort bedre.

2.2.3 Strategi

For å kunne styre et prosjekt gjennom alle fasene basert på et sett med mål må det legges en klar strategi basert på målene som fungerer som et fundament for planleggingsprosessen.

I følge Quinn & Mintzberg (1992, s. 3) defineres strategi slik:

En strategi er et mønster eller en plan som integrerer en organisasjonens store mål, retningslinjer og handlingssekvens i en sammenhengende enhet.

En strategi skal være kjent for prosjektets aktører, det skal ikke være et dokument til

pynt. Det skal være en felles strategi som danner grunnlaget for alt prosjektet foretar seg. Det må også være mulig å endre strategi underveis hvis dette er nødvendig for å nå målene som er satt. En definert strategi basert på målene som er satt, gir et utgangspunkt for de resterende prosesser ved prosjektstyring, og den vil også påvirke hvilken gjennomføringsmodell som velges.

2.2.4 Prosjektledning

Prosjektledning går ut på å tilrettelegge og styre en kompetansegruppe mot et felles mål. En kompetansegruppe defineres som en gruppe aktører utvalgt med gode eller svært gode forutsetninger for å utføre en gitt oppgave.

I følge Kerzner (2009, s. 5) består prosjektledning av:

- Planlegging
- Organisering
- Bemanning
- Delegering
- Oppfølging

I tillegg til disse elementene vurderes effektiv kommunisering og motivering som sentralt for god prosjektledning.

Planlegging

Før selve planleggingsprosessen starter, må de definerte målene lede til en strategi som er grunnlaget for planleggingen. Mangelfull strategi vil føre til en unøyaktig planlegging. Hensikten med planlegging er å skape en bedre innsikt i oppgavene som skal gjennomføres for alle deltakende parter, dette vil danne et grunnlag for å kunne styre mot en felles målsetning. Planlegging er viktig for å sikre at et prosjekts ressurser blir anvendt på en effektiv måte som er hensiktsmessig i forhold til prosjektets mål. God planlegging vil også øke motivasjonen til medarbeiderne gjennom tydeliggjøring av ansvarsområder og aktiviteter slik at man har god oversikt over gjeldene gjøremål. Kostnader knyttet til endring vil være lavest tidlig i prosjektet, effektiv planlegging vil derfor sikre lave kostnader gjennom prosjektets levetid. Effektiv planlegging forutsetter at man har kjennskap til den oppgaven som skal gjennomføres og hvilke ressurser som er til rådighet (ibid). En planleggingsprosess vil i følge Karlsen (2012) inneholde seks hovedtrinn:

1. Planlegge med utgangspunkt i prosjektets mål og valgt strategi
Planleggingen må ha forankring i prosjektets mål for å gi prosjektet en mulighet til suksess.
2. Bryte ned prosjektet i arbeidspakker og aktiviteter
Alle faser i prosjektet vil bestå av arbeidspakker som igjen vil bestå av et sett aktiviteter. For å sikre effektiv fremdrift må alle disse defineres.
3. Definere innholdet i aktiviteter og arbeidsoppgaver, og kartlegge bindingstypen mellom disse.
Alle aktiviteter og arbeidsoppgaver må beskrives, og det må være kjent hvilke forutsetninger de krever for å kunne gjennomføres.
4. Lage en fremdriftsplan med start og slutt-tidspunkter for aktiviteter, samt varighet
Her må aktiviteter sekvenseres slik at man kan skape en oversikt over prosjektets fremdrift.
5. Danne en oversikt over ressursbruk periodevis i prosjektet
De ulike aktivitetene vil kreve ulike mengder ressurser, det må planlegges slik at aktiviteter kan gjennomføres på de mest gunstige tidspunkter.
6. Lage et budsjett for hele prosjektet
En ressursplan vil danne grunnlaget for et budsjett som er en totaloversikt over planlagt ressursbruk knyttet til alle prosjektets aktiviteter. Planlegging handler også om å legge en plan for hvordan å håndtere avvik, altså endringshåndtering og avvikshåndtering. Er dette gjennomtenkt kan man justere fremdriften etter ufordelaktige/fordelaktige endringer i prosjektets gjennomføring.

Organisering

Organisering handler om å bestemme hvilke aktører som skal delta i prosjektet og avklare hva som kreves av hver enkelt aktørs deltagelse.

Bemanning

Å bemanne prosjektet går ut på å allokere ressurser til å utføre de aktiviteter som skal gjennomføres. Dette kan være en kritisk oppgave ettersom prosjektet er avhengig av å ha nok ressurser og kvalifiserte ressurser på plass for å kunne gjennomføre aktivitetene i prosjektet.

Delegering

Delegering går ut på å fordele oppgaver effektivt slik at kompetanse i prosjektet blir brukt på en hensiktsmessig måte.

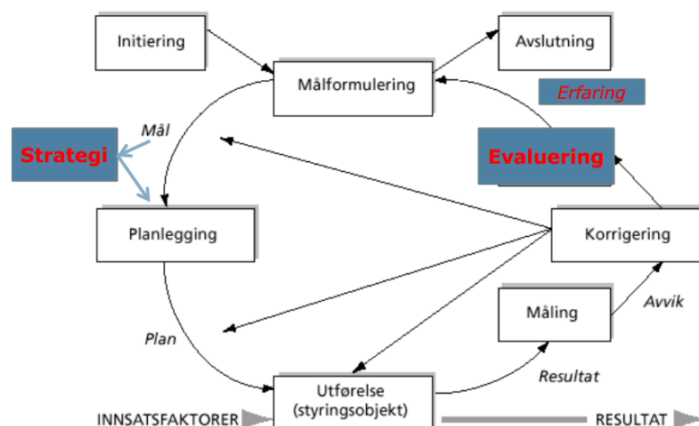
Oppfølging

Vurdere om planlagte delmål blir oppnådd og gjøre eventuelle tiltak for å oppnå målene etter eventuelle nye forutsetninger. Ikke minst er det viktig med rutiner slik at avvik blir oppdaget på et tidlig tidspunkt.

Alle disse aktivitetene er sentrale for å sikre måloppnåelse. Det finnes flere måter å styre en prosjektorganisasjon på for at den skal ha størst mulighet for å nå sitt mål. På den ene siden kan man gi aktører innenfor prosjektet frihet, altså utføre lite kontroll og oppfølging, men forsikre seg om at de har et klart mål å jobbe mot. Denne metoden vil fremme kreativitet, men kan øke risikoen for prosjektlederen grunnet mangel på kontroll over aktiviteter. Dette kan igjen føre til store kostnader i forhold til korrigerende. På den andre siden kan man drive tett oppfølging og kontroll, noe som vil gi liten risiko vedrørende framdrift, men den langsiktige målsetningen kan bli meget vag for medarbeideren. I praksis velges ingen av disse ytterpunktene i dag, selv om frihet til å jobbe mot et mål må sies å være mer populært i dagens næringsliv (Jessen, 2005). Hovedutfordringen ved prosjektstyring er å nå alle mål som er satt gitt spesifikke tid- og kostnadsrammer. Det vil oppstå flaskehalser som tid, budsjett, kompetanse og kvalitet som vanskeliggjør full måloppnåelse (Kerzner, 2009).

2.2.5 Prosjektstyring gjennom styringssløyfa

Styringssløyfa (Meland, 2012^a) illustrerer hvilke prosesser som skjer fra initiering til prosjektets avsluttende fase. Hovedfokus i styringssløyfa ligger i prosjektets strategi og dens påvirkning på planleggingen. Strategi vurderes som svært viktig i et prosjekt, men hvis ikke denne står sentralt i planleggingsfasen, er den lite viktig for prosjektet totalt sett. Manglende bruk av valgt strategi som fundament for planleggingen vil føre til en uklar vei mot prosjektets mål og økt sannsynlighet for forsinkelser og avvik. Et prosjekt vil starte med en initiering som første prosess. Før planleggingsprosessen kan komme i gang er det viktig med en klar målformulering, slik at planleggingen kan styres av gitte mål. Gitte mål må sees i sammenheng med prosjektets rammebetingelser. Det kan hende at man må senke målene noe, for å sørge for at prosjektet har en kostnadsramme som er tilfredsstillende. Prosjektets innsatsfaktorer vil påvirke selve utførelsen og kvaliteten på målformulering og planlegging vil påvirke kvaliteten på utførelsen direkte. Dette vil føre til et resultat som må måles, vurderes og eventuelt korrigeres. Denne korrigeringen vil gi et grunnlag for læring som en prosjekt eller basisorganisasjon kan ta i bruk ved initiering av prosjekter ved et senere tidspunkt.



Figur 2.4: Styringsløyfa
(Meland, 2012^a)

2.2.6 Hvorfor mislykkes enkelte prosjekter?

Et prosjekt vil møte utfordringer på veien mot sine målsetninger. Det vil være mange faktorer som spiller inn i forhold til prosjektets mulighet for suksess, eller årsak til fiasko. Studier viser at mellom 60 og 85 % av alle prosjekter ikke når sine mål i forhold til tid, kostnader og/eller kvalitet (Mantel et al., 2008).

I følge Meland (2000) er de tre forhold som påvirker fiaskograden sterkest, i prioritert rekkefølge:

1. Knapp tid
2. Knappe ressurser
3. Mangelfull kommunikasjon

Dette viser at fremdriftsstyring og avviksanalyse i forhold til fremdrift er viktig for å unngå prosjektfiasko.

2.2.7 Prosjekt mål

Målene i et prosjekt deles i tre ulike nivåer. Dette gjøres for å definere hvilke hensikt målene gir ved ulike perspektiver. Eksempelvis vil et ferdigstilt skolebygg gi ulik verdi for ulike aktører. På et samfunnsmessig nivå oppnår vi målet med skolegang for barn, mens på bedriftsnivå bidrar vi med arbeidsplasser og lønnsom drift. Målene skiller derfor etter nivåer for å kunne vurdere resultatene etter et korrekt perspektiv.

- Resultatmål
Et nøye definert mål, eksempelvis når prosjektet skal ferdigstilles.

- Effektmål

Effektmål fokuserer på brukerspektivet og definerer hva prosjektresultatet skal brukes til.

- Samfunns mål

Dette nivået har det lengste tidsperspektivet. Det kan defineres som hensikten med prosjektet og nytten for samfunnet.

(Meland, 2012^a)

2.2.8 Budsjettering og økonomisk styring

Budsjettering er prosessen ved å predikere hvilke ressurser et prosjekt vil kreve, hvilke kvantiteter av de ulike ressursene som er nødvendige, til hvilken tid de behøves, og hvilke kostnader dette vil innebære (Mantel et al., 2008).

Det finnes flere måter å utarbeide et budsjett på, her illustreres to tilnærminger (ibid).

- Ovenfra-ned budsjettering

Her fokuseres det på tidligere erfaring og læring fra prosjektledere og mellomledere. Disse estimerer prosjektets totale kostnader, som fordeles videre nedover i prosjekthierarkiet og fordeles på gjeldene aktiviteter. Dette kan føre til lav nøyaktighet ved enkeltaktiviteter, men det overordnede kostnadsbildet blir tilfredsstillende budsjettert.

- Nedenfra-opp budsjettering

Her fordeles aktiviteter etter ansvarsområder, og de ansvarlige mellomlederne estimerer ressursforbruket knyttet til sine aktiviteter. Her må kostnadsdriverne til hver aktivitet identifiseres og ressursbehovet estimeres etter størrelsen på de ulike kostnadsdriverne, eksempelvis fordeles kostnader ved installering av et elektrisk anlegg etter antall timer levert av elektrikere. Dette resulterer i mer nøyaktige estimater av enkeltaktivitetenes kostnader. Etter at de enkelte aktivitetene har blitt tildelt sine kostnader, legges det til andre generelle kostnader for å kunne budsjettere prosjektets totale kostnader. Denne metoden fører ofte til nøyaktige budsjetter, men det er en fare for at enkelte aktiviteter blir oversett og det totale kostnadsbildet kan bli feil selv om alle budsjetterte aktiviteter er korrekte. Dette kan føre til kostnadseffektivisering, da det er klart definert hvilke kostnader som er budsjettert til de ulike avdelingene og aktivitetene. Denne metoden brukes lite i praksis, grunnet at budsjettet vanligvis blir utarbeidet av topplædelsen. En kombinasjon av disse metodene er det vanligste.

2.3 Prosjektoppfølging

Prosjektoppfølging utføres for å undersøke faktisk fremdrift og kostnadspåslag, og det gir muligheten til å iverksette korrektive tiltak for å justere eventuelle avvik. I følge Jessen (2005) brukes 95 % av tiden til å lage planene, mens 5 % går med til å vurdere dem. Dette gir et dårlig grunnlag for å oppdatere fremdriftsplanen etter at prosjektet er fulgt opp på et gitt tidspunkt. For å kunne følge opp prosjektet på en hensiktsmessig måte, må prosjektet ha en god nedbrytningsstruktur slik at ulike deler av prosjektet kan følges opp, og man har en oversikt over hvilke nivåer ulike elementer i prosjektet har og hva de innebærer. For å kunne tallfeste oppfølgingen må man kunne sette tall på fremdriften og vurdere den etter den planlagte. Det er derfor vanlig å bruke tid, kostnad, ressursbruk og inntjent verdi slik at man har noe man kan sammenlikne med de planlagte verdiene. En korrekt nedbrytningsstruktur er essensiell for å kunne utføre en korrekt måling av prosjektets fremdrift (Rolstadås, 2006). Prosjektoppfølgingen er en oppfølging av faktisk fremdrift og eventuelle kostnadspåslag.

I følge Kerzner (2009, s. 193) består oppfølgingen av:

Måling

Gjennom fremdriftsanalyser, både formelle og uformelle, vurderes det om gjeldene prosjekts fremdrift er i tråd med planlagte delmål.

Evaluering

Her vurderes årsak-virkningssammenhenger av eventuelle avvik og det bestemmes hvilke tiltak som kan iverksettes for å minimere/eliminere disse. Evaluering er en viktig prosess for å kunne definere hvilket forbedringspotensial som foreligger. Dette kan benyttes som en plattform for læring, slik at enkelte prosesser kan gjennomføres på en mer effektiv måte ved et senere prosjekt.

Korrigering

Korrigering gjøres for å endre en ufordelaktig trend i fremdriften, eventuelt utnytte en uvanlig positiv trend. For å kunne iverksette korrekte tiltak under en prosjektgjennomføring, må det brukes korrekte metoder for å bestemme et prosjekts fremdrift. Det er viktig at det lages ny fremdriftsplan hvis det har oppstått endringer i fremdriften i forhold til opprinnelige planer.

2.3.1 Prosjektnedbrytning

En-dimensjonal nedbrytning

Prosjektnedbrytning er en måte å strukturere prosjektets arbeidsoppgaver på i et hierar-

ki (Rolstadås, 2006, s. 129). En-dimensjonal nedbrytning kalles WBS, *work breakdown structure*, og består av å bryte ned prosjektet i elementer, komponenter, tjenester o.l. på en systematisk måte slik at disse er mulig å følge opp på et senere tidspunkt. Disse elementene brytes videre ned til flere nivåer og arbeidspakker som til slutt brytes ned til aktiviteter (Rolstadås, 2006). Nedbrytning av prosjektet til aktiviteter vil gjøre det enklere å følge opp prosjektet på ulike nivåer, og dette gir en bedre mulighet til å klargjøre hva som kan gå galt i prosjektet, grunnet at man får klarhet i hvilke aktiviteter som kreves for de ulike elementene. Det fungerer som en måte å identifisere hva som er nødvendig for å nå prosjektets mål, samtidig vil en nedbrytning gi referanser for oppfølging og gi et rammeverk for planlegging (ibid). En god nedbrytning tar for seg en fysisk dekomponering som er en dekomponering av de fysiske delene sluttresultatet består av, en funksjonell nedbrytning som eksempelvis tar for seg tekniske systemer og elektrisk anlegg, samt en geografisk dekomponering som presiserer hvor arbeidet skal utføres (ibid). Det vil ofte bli brukt en kombinasjon av disse, og nedbrytningen vil veksle mellom fysiske enheter og oppgaver. For suksessfull nedbrytning må det hensyntas selve utføringen. Det må betraktes arbeidsflyt, kontraktsstrategi og oppfølgingskrav (ibid). Rolstadås (2006, s. 136) anbefaler en følgende nedbrytning; prosjekt, delprosjekt, kontrollsenter, kontraktspakke, arbeidspakke og ned til aktiviteter på laveste nivå.

To-dimensjonal nedbrytning

To-dimensjonal nedbrytning baserer seg på en nedbrytning av organisasjonen og WBS, og en integrasjon av disse (Rolstadås, 2006, s. 137). Slik som WBS blir brutt ned til aktiviteter vil organisasjonen brytes ned til grupper som skal utføre bestemte arbeidsoppgaver. Dette gjør det mulig å integrere disse to strukturene (ibid).

2.3.2 Fremdriftsstyring

Formålet med fremdriftsplanleggingen er å få oversikt over alle prosjektets aktiviteter og faser, hvordan disse er synkronisert og forbundet med hverandre, samt oversikt over tildelt ansvar for å få gjennomført aktivitetene (Faveo, 2013).

Dette gjøres for å kunne fastsette når prosjektet kan ferdigstilles og definere kritisk vei. Et prosjekt må brytes ned i flere nivåer. En komplett nedbrytningsstruktur vil definere alt som må gjøres i prosjektet, på ulike nivåer. En nedbrytning vil fungere som et hierarki som har prosjektets overordnede mål på toppen og de enkelte aktiviteter på bunnen. For å kunne drive effektiv fremdriftsstyring må man ha en klar oversikt over hvilke styringselementer som finnes i et prosjekt (Rolstadås, 2006).

Prosjektets samlede styringselementer: (Meland, 2012^e)

- Arbeidsomfang

- Tid
- Kostnad
- Prosesser
- Kvalitet

Det er disse elementene som skal kontrolleres for å kunne styre alle elementer ved et prosjekts fremdrift. Det må defineres hvilke arbeidsoppgaver som er tilknyttet hvert styringselement slik at fremdriften kan styres og kontrolleres på detaljnivå. For å kunne analysere fremdriften må det skilles mellom effektivitet og produktivitet; Produktivitet er å gjøre tingene riktig, mens effektivitet handler om å gjøre de rette ting.

2.3.3 Fremdriftsdiagram

Fremdriftsdiagrammet (Rolstadås, 2006), illustrerer hvilke forhold som bestemmer faktisk fremdrift. Det er viktig å måle fremdrift etter inntjent verdi i forhold til påløpte kostnader, og ikke bare i forhold til planlagt verdi eller aktuell verdi. Dette må gjøres for å undersøke hvilken verdiskapning som faktisk har skjedd og tilhørende ressursbruk.

Aktuell verdi (AV): Påløpte virkelige kostnader.

Inntjent verdi (IV): Måler hva som faktisk er utført, dette gir et reelt bilde av hvor langt prosjektet har kommet i forhold til fremdriftsplanen målt i arbeidsvolum.

Planlagt verdi (PV): Er den verdien som planlegges å være oppnådd etter tidspunktet t . Den mest sentrale verdien for måling av faktisk fremdrift og analyse av tidsbruk er volumavviket i forhold til tid, gitt ved differansen mellom planlagt og inntjent verdi. I tillegg til disse verdiene er produktivitetsutvikling forholdet mellom planlagt ressursbruk og det arbeid som faktisk er utført. Et ressurspådrag illustrerer i hvilken grad ekstra ressurser har blitt brukt for å oppnå et delmål. Fysisk ferdigstillelse refererer til sjekkpunkter på en tidsplan definert som milepeler (Rolstadås, 2006).

Kostnadsavviket er gitt ved	IV-AV
Ressursavviket er gitt ved	PV-AV
Tidsavviket er gitt ved	IV-PV

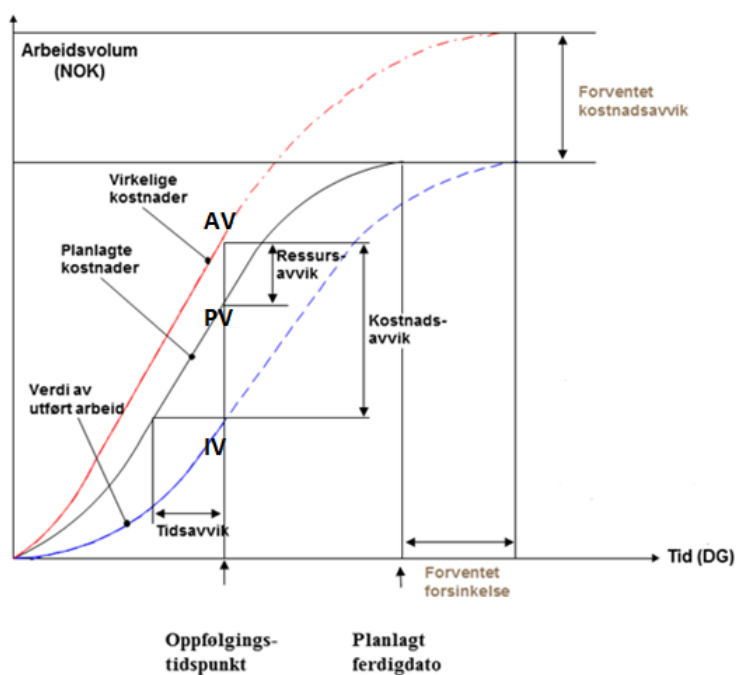
Tabell 2.1: Kostnad, ressurs og tidsavvik
(Meland, 2012^e)

Det er viktig å skille disse tre, IV, AV og PV, slik at kostnadsavviket ikke blir mistolket med ressursavviket. For at dette skal være mulig, må man utvikle gode målemetoder for å definere verdiskapningen til et prosjekt. Har man dette, vil man ha muligheten til å analysere ressursavviket, samt det totale kostnadsavviket. For å kalkulere produktivitet, kostnadseffektivitet og tidseffektivitet brukes følgende beregninger:

Produktivitet	IV/PV
Kostnadseffektivitet	IV/AV
Tidseffektivitet	IV/PV

Tabell 2.2: Produktivitet, kostnadseffektivitet og tidseffektivitet
(Meland, 2012^f)

Fremdriftsdiagrammet, figur 2.5, illustrerer virkelige og planlagte kostnader, samt verdi av utført arbeid. Dette kan brukes til å oppdage trender i fremdriften og kan derfor brukes som grunnlag til å endre opprinnelige fremdriftsplaner.

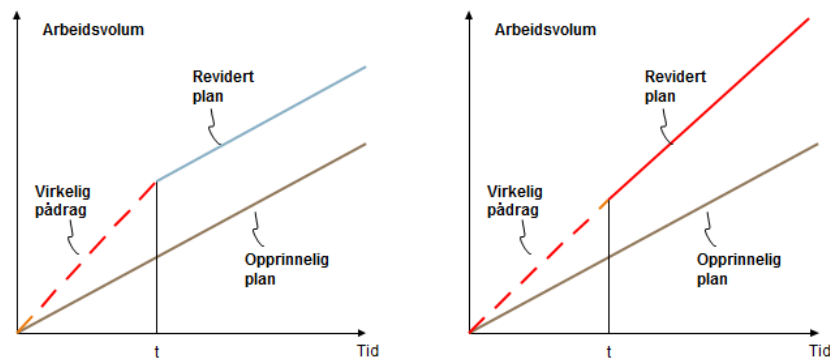


Figur 2.5: Fremdriftsdiagram
(Rolstadås, 2006)

S-kurvene dannes etter empirisk forskning som tilsier at ressursbruk vil ha et forløp som kan illustreres ved S-kurver. Fremdriftsdiagram med S-kurver gjør det mulig å følge opp kostnader, tid og arbeidsomfang i ett og samme diagram, noe som gjør det lettere

å undersøke sammenhengen mellom disse faktorene. Dette muliggjør beregning av avvik på grunnlag av planlagte verdier. Det integrerte fremdriftsdiagrammet er et godt styringsverktøy for oppfølging av prosjekter, her kan virkelige og planlagte kostnader sees i sammenheng med verdi av utført arbeid slik at man vil få en oversikt over prosjektets fremdrift og avvik. Dette bør brukes til å fastsette hvilke avvik som har oppstått, og eventuell ny ferdigstillelsesdato.

Tendenser i fremdriften ved et måletidspunkt vil bestemme hvilken produktivitet prosjektet har. Denne kan vise seg å være negativ i forhold til planen, eller det kan vise seg at enkelte aktiviteter har tatt kortere tid enn planlagt, og at det kan være mulig å ferdigstille prosjektet tidligere enn først antatt. Dette vil ofte ikke bli justert grunnet ønske om en forsikring om at prosjektet ikke blir forsinket, da dette ofte er et viktig fokus ved store byggeprosjekter. Måling av fremdrift kan avdekke at den opprinnelige fremdriftsplanen ikke var helt korrekt, og for å drive effektiv fremdriftsstyring bør det dannes ny hovedfremdriftsplan uansett om trenden er positiv eller negativ. Figur 2.6 viser måling av produktivitet og forskjellen på å fortsette gjennomføringen med planlagt produktivitet eller med den faktisk oppnådde produktiviteten på måletidspunktet. Figuren til høyre viser at den reviderte planen fortsettes med det virkelige pådraget, mens til venstre fortsetter den reviderte planen med den opprinnelige produktiviteten.

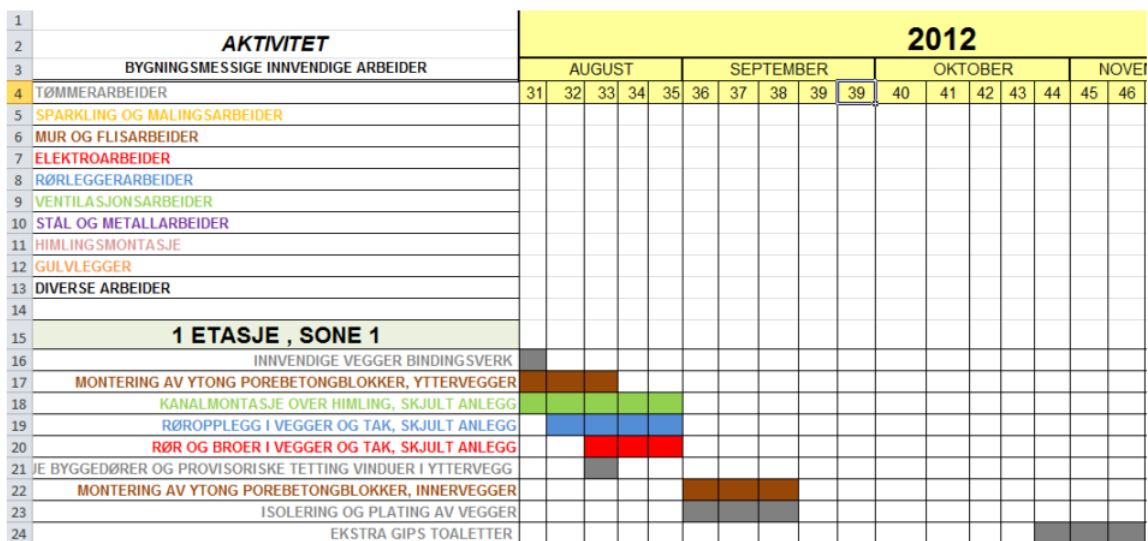


Figur 2.6: Tendenser i produktiviteten ved et måletidspunkt
(Meland, 2012^f)

2.3.4 Gantt-diagram

Fram til de rene nettverksmetodene var utviklet, var Gantt-diagrammet det dominerende verktøyet for planlegging av aktiviteter (Johs et al., 1998). Gantt-diagrammet illustrer grafisk på hvilket tidspunkt en aktivitet skal starte, hvor lang tid den skal ta, og hvilke aktiviteter som må gjøres før den kan iverksettes. Dette gir en enkel og tydelig fremstilling av den planlagte gjennomføringen av aktivitetene, illustrert i figur 2.7. Diagrammet kan

brukes som visuell presentasjon av andre, mer kompliserte planleggingsmetoder, da Gantt-diagrammet ikke viser ressursfordeling per aktivitet eller avhengigheten mellom aktiviteter (ibid).



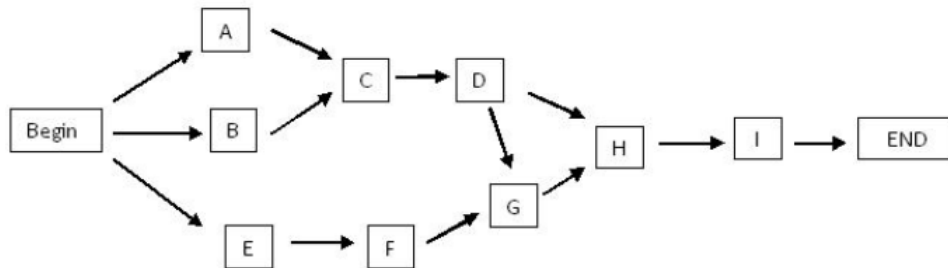
Figur 2.7: Gantt-diagram
(Kruse Smith, 2013)

Gantt-diagrammet illustrert i figur 2.7, viser et prosjekts aktiviteter som rektangulære bokser målt mot en horisontal tidsramme. Problemer med denne fremstillingen kan oppstå hvis det finnes mange aktiviteter med samme starttidspunkt og varighet. Dette kan føre til vanskeligheter med å definere den kritiske sti. For et nøyaktig Gantt-diagram må ikke-kritiske aktiviteter skilles fra kritiske, dette fører også til at man kan legge inn slakk grafisk. Dette vil gi et totalt bilde av aktivitetene i prosjektet, og i hvilke områder man tåler forsinkelser, og hvor store disse kan være før det går på bekostning av den totale prosjektiden. Et Gantt-diagram er et godt verktøy for fremdriftsplanlegging fordi hovedfokus ikke er på ressursbruk, men på tidsbruk. Det gir også et godt bilde av hvilke aktiviteter som må ferdigstilles for at en annen kan begynne. Dette muliggjør detaljplanlegging av de ulike fags aktiviteter som kan tilrettelegge for fremdrift med få avvik.

2.3.5 Nettverksplanlegging

Nettverksplanlegging innebærer å planlegge et prosjekts aktiviteter med den hensikt å bestemme prosjektets sluttdato, samt avgjøre hvilke aktiviteter som er viktigst med tanke på prosjektets varighet. Aktiviteter må planlegges i riktig rekkefølge, slik at man har et klart bilde over hvilke aktiviteter som må være avsluttet før neste kan begynne. Et nettverksdiagram dannes, og aktiviteter kodes slik at man kan danne piler mellom disse for å få et bilde av hvilke aktiviteter som er avhengige av hverandre. Dette beskriver

ikke hvor lang tid den enkelte aktivitet vil bruke, men hvilke aktiviteter som må være avsluttet, eventuelt kommet til et gitt punkt, før neste kan begynne. Dette illustrerer i figur 2.8.



Figur 2.8: Nettverksdiagram for aktiviteter
(PMI, 1996)

Vi skiller mellom to hovedtyper av nettverksdiagrammer. Activity-on-node (AON) nettverk viser hver aktivitet illustrert i en boks med piler som viser deres forhold til hverandre (Mantel et al., 2008). Eksempelvis må både aktivitet A og B være fullført før C kan iverksettes. Figur 2.8 illustrerer et AON-nettverk.

Activity-on-arrow (AOA) nettverk vil være noe vanskeligere å illustrere grafisk, men det illustrerer det teknologiske forholdet mellom aktivitetene på en nøyaktig måte. Tall illustrerer når en aktivitet er ferdig, og dette gir en eksakt rekkefølge på aktivitetene.

Korrekt definering av varighet på de ulike aktivitetene vil være viktig, grunnet at i et byggeprosjekt vil mange aktiviteter utføres kronologisk. Dette innebærer at svært mange aktiviteter er avhengig av ferdigstillelse av en annen aktivitet for å kunne initieres. Dette øker risikoen for fremdriften ved økt sannsynlighet for venting.

2.3.6 Den kritiske vei

Analyse av den kritiske vei brukes for å vurdere hvilke aktiviteter som er kritiske for ferdigstillelse av et prosjekt. En aktivitet vurderes som kritisk hvis en forsinkelse av denne fører til en forsinkelse i hele prosjektet. En sekvens av kritiske aktiviteter danner prosjektets kritiske vei. Denne serien av aktiviteter vil være svært viktige i forhold til forsinkelser gjennom hele prosjektgjennomføringen. Dette fører til at disse aktivitetene må prioriteres på planleggingsnivå, slik at sannsynligheten for forsinkelser minimeres. Den kan også endres underveis, om prosjektet har en annen utvikling er planlagt. Evnen til å endre den kritiske vei etter utviklingen i prosjektet gir muligheten til å justere fremdriften effektivt etter hvor langt man kan kommet på et gitt tidspunkt. Dette fører til at fra måletidspunktet og

ut har man mulighet til å senke den totale prosjektiden. Denne metoden skiller mellom kritiske aktiviteter og andre aktiviteter. Den mengden av forsinkelser som tåles ved de andre aktivitetene uten at det skaper forsinkelser for den totale prosjektiden, defineres som slakk. Aktiviteter på den kritiske vei vil ha null slakk (Mantel et al., 2008). I alle prosjekter vil det være ønskelig å ferdigstille prosjektet så tidlig som mulig, uten at dette går utover kvalitet. Dette frigjør ressurser som eventuelt kan brukes på andre prosjekter, samtidig kan prosjektresultatet brukes på et tidligere tidspunkt. For å kunne redusere prosjektiden må man redusere tiden brukt på aktiviteter som ligger på den kritiske vei i prosjektet. Muligheter for effektivisering innebærer kortere tid brukt i forhold til opprinnelig tid ved bruk av innovative løsninger, utføre flere aktiviteter samtidig eller outsource flere aktiviteter til andre leverandører. Det kan også ved tidspress være aktuelt å redusere omfang og kvalitet for å spare tid. Hvilke valg som tas i forhold til ferdigstillestidspunkt vil defineres av prosjektets mål og strategi. Videre følger regler for hvordan man kan beregne tidligste slutt og seneste start for en aktivitet, samt flyt mellom aktivitetene (ibid).

Betegnelser:

ES	Tidligste start
EF	Tidligste slutt
LS	Seneste start
LF	Seneste slutt
FL	Flyt
t_i	Varighet for aktivitet i

Tabell 2.3: Betegnelser ved den kritiske vei

Regler for beregning av tidligste slutt, seneste start og flyt:

Tidligste slutt for en aktivitet finnes ved å legge varighet til aktivitet i med en aktivitetens tidligste start:

$$EF_i = ES_i + t_i$$

Seneste start for en aktivitet finnes ved å subtrahere varigheten for aktivitet i fra aktivitetens seneste slutt:

$$LS_i = LF - t_i$$

Flyt mellom aktivitetene finnes ved å ta utgangspunkt i en aktivitets seneste start og subtrahere tidligste start:

$$FL_i = LS_i - ES_i$$

Eventuelt ta utgangspunkt i en aktivitets seneste slutt og subtrahere aktivitetens tidligste slutt:

$$FL_i = LF_i - EF_i$$

(Rolstadås, 2006)

2.3.7 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

(PERT) beskrives som *the Program Evaluation and Review Technique* (PMI, 1996). Denne modellen ble opprinnelig utviklet for prosjekter som inneholdt aktiviteter med høy usikkerhet knyttet til tidsbruk. Det brukes derfor en statistisk sannsynlighet for tidsanslag (Johs et al., 1998). Det defineres tre estimater for og predikere lengde på en aktivitet. Dette fører til en matematisk sannsynlighetsberegning av prosjektets totale fremdrift. Vi skiller mellom den mest sannsynlige tidsbruken, samt et pessimistisk og et optimistisk tidsanslag.

- Mest sannsynlig α
- Optimistisk β
- Pessimistisk γ

(PERT) kalkulerer en forventet lengde ϵ på aktivitetene ved bruk av et vektet gjennomsnitt av disse tre estimater. Dette tar hensyn til usikkerheten i aktivitetenes varighet og danner et stokastisk anslag:

$$\epsilon = \frac{\beta + 4\alpha + \gamma}{6}$$

Standardavviket vil være gitt ved:

$$\sigma = \frac{\beta - \gamma}{6}$$

Variansen finnes ved:

$$\sigma^2$$

Det forutsettes en betafordeling, det vil si at toppunktet i fordelingen vil være nærmere det optimistiske punktet enn det pessimistiske (PMI, 1996). Lengdeestimering av aktiviteter basert på denne likningen vil kunne øke nøyaktigheten, og dette vil øke kvaliteten på aktivitetsplanleggingen. PERT-modellen brukes for å estimere en sannsynlighet på ferdigstillelse av hele prosjektet. Risiko vil ligge i vurdereringen av pessimistiske, optimistiske og mest sannsynlige utfall. Disse kan også variere stort, noe som kan øke sannsynligheten for forsinkelser.

2.3.8 Milepelsplanlegging

Milepeler representerer tidspunkter i prosjektet hvor man forsikrer seg at prosjektet har den ønskede fremdriften og representerer en tilstand prosjektet bør være i på et gitt tidspunkt. Det bør ikke være for mange eller for få milepeler, og disse beskriver hva vi skal oppnå, men ikke hvordan. Milepeler representerer tidspunkter for oppnåelse av delmål. Den representerer derfor prosjektdelmål fordelt over tid (Johs et al., 1998). Dette er et godt verktøy for målstyring av prosjekter. Denne metoden brukes ofte i mindre prosjekter grunnet at den er enkel å utføre, og supplerer kritisk vei metoden i større prosjekter. Selve planleggingen starter med å etablere et antall milepeler. En milepel beskrives som en kontrollstasjon i prosjektet hvor vi kan forsikre oss om at vi er på rett vei. En sekvens av milepeler defineres som et resultatløp (Rolstadås, 2006, s. 205).

Forskjeller i tolkning av milepel- og nettverksplan

En milepelsplan viser milepeler og deres avhengighetsforhold. Eksempelvis kan ikke milepel B nås før milepel A er nådd, men aktiviteter for å nå B kan startes før A er nådd.

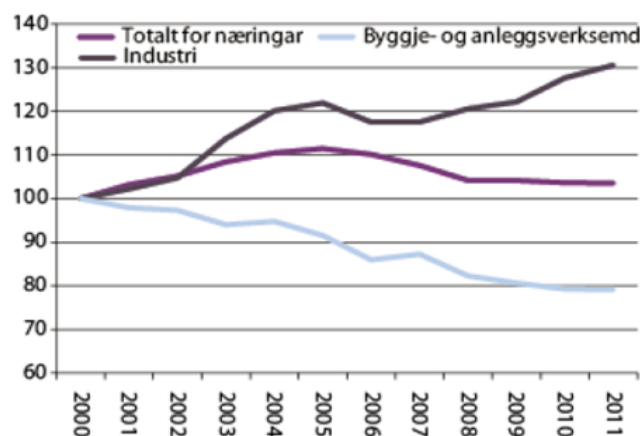
I en nettverksplan vises aktiviteter og deres avhengighetsforhold. Aktivitet C og D kan ikke startes før aktivitet B er ferdig. Tidspunktene for avslutning av en aktivitet kan være en milepel. En nettverksplan vil være mer detaljert og gi et mer eksakt bilde over prosjektets fremdrift.

2.4 Bygg og anleggsbransjen

Byggenæringen ble hardt rammet etter finanskrisen i 2008. Etter dette tilbakesteget, finnes det nå optimisme og vekst i byggenæringen (DN, 2010). I følge Byggenæringens Landsforbund (BNL) slet næringen med både få oppdrag og streik blant arbeiderne. Etter

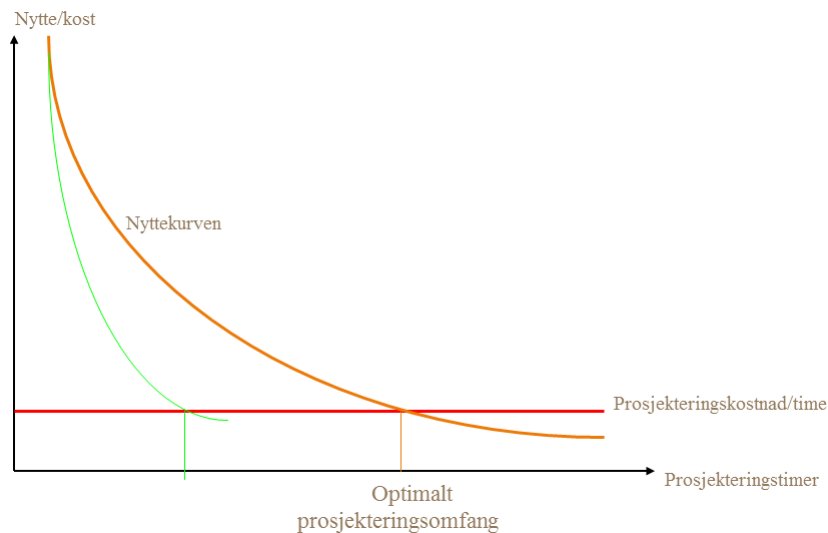
2010 meldes det om vekst i bransjen. En undersøkelse utført av KPMG (2010), fant ut at 48 % av 170 ledere i bransjen spådde vekst, enten i form av økt etterspørsel, eller ekspansjon til nye markeder. Det nevnes også at et økt fokus faller på risikohåndtering og økt effektivitet. Prognoser for 2012-2013 utført av BNL, indikerer vekst i BA-bransjen. Nedjusteringer av opprinnelige tall for 2012-2013 skyldes uroligheter i Europa, spesielt med tanke på euromarkedet. Svekket tillit til euroen i markedet kan føre til færre investeringer i 2012-2013. I anleggsbransjen forventes en vekst på 15 % i 2012 og mellom 5 og 10 % i 2013 (bnl.no).

Figur 2.9 illustrerer utviklingen i produktivitetsnivået i BA-bransjen fra 2000-2011. Den viser en nedgang på over 20 % i denne tidsperioden. Sammenliknet med industri og totalt for alle næringer er denne utviklingen uvanlig og negativ. Utviklingen gjennom de siste ti årene har gått i retning av mer kontroll hos en totalentreprise som gjør en liten del av jobben, og outsourcer resten. Dette fører til store utfordringer knyttet til koordinering av alle fag og aktiviteter. Denne jobben vil også gjøres av personell som ofte ikke har ekspertkompetanse på annet enn sitt fag i utførelsesfasen.



Figur 2.9: Fall i produktivitetsnivået
(Meland, 2013)

For økt produktivitet må det legges inn større ressurser i definering av strategi, som danner grunnlaget for prosjektets mål, som er utgangspunktet for all planlegging. Figur 2.10 illustrerer verdien av prosjektering og hvilket prosjekteringsomfang som sikrer den beste løsningen med hensyn til prosjektets totale kostnader. Figuren illustrerer at prosjektets totale kostnader vil senke seg ved en økning av antall prosjekteringstimer, helt til et punkt hvor verdien av en prosjekteringstime er mindre enn kostnaden ved denne timen. Målet er å illustrere at en definert strategi skal være fundamentet for mål og planlegging, som gir et grunnlag for prosjekteringen.



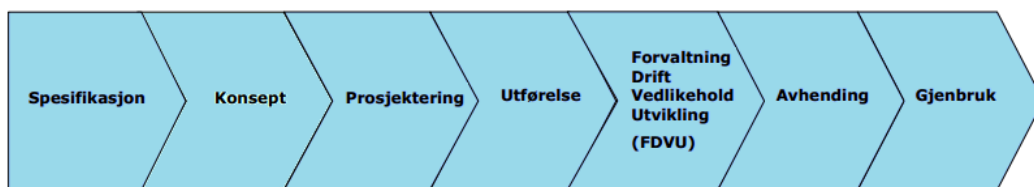
Figur 2.10: Optimalt antall prosjekteringstimer
(Meland, 2012^f)

2.4.1 Hovedutfordring i et byggeprosjekt

Et byggeprosjekt skiller seg ut fra et annet prosjekt ved at sluttproduktet er et bygg. Et byggeprosjekt bærer med seg store utfordringer grunnet sin tverrfaglighet, og ikke minst sin tverrfaglighet på et gitt tidspunkt, nemlig når bærekonstruksjon og yttervegger er satt opp. Da skal mange aktører inn på samme tidspunkt, og dette kan føre til store utfordringer i forhold til koordinering, samarbeid og kommunikasjon.

2.4.2 Faser i et byggeprosjekt

Et byggeprosjekt vil, som et hvilket som helst prosjekt, ha en livssyklus som har en definert start og slutt. Det vil inneha samme definisjon som et vanlig prosjekt, nemlig at det skal skape et unikt produkt eller en unik tjeneste etter gitte rammer. Et byggeprosjekt skiller seg ut ved at resultatet av prosjektgjennomføringen skal være et bygg, eller restaurering av et bygg. Dette fører til en tydeligere inndeling av faser, hvor spesifisering, konsept og prosjektering tilhører tidligfasen som består av definering og planlegging, mens utførelse og drift tilhører gjennomføringsfasen. Avhending og gjenbruk tilhører avslutningsfasen. Figur 2.11 illustrerer et byggeprosjekt delt opp i sju faser, med ulike behov for ressurser og kompetanse.



Figur 2.11: Faser i et byggeprosjekt
(Meland, 2012^b)

Et byggeprosjekt vil begynne med en spesifikasjonsfase hvor ulike krav må defineres ut i fra forskjellige parametere. I denne fasen skal prosjektets behov og krav defineres. Dette legger grunnlaget for prosessene i senere faser. Det skal her besluttes hva som skal bygges, men ikke hvordan. Det legges her fokus på foutsetninger, rammebetingelser og byggeprosjektets formål. Vi deler inn spesifikasjonsfasen i fire prosesser:

- **Behovsspesifikasjon**

Her defineres prosjektets behov. Det er i denne fasen de overordnede behov og krav defineres.

- **Hovedfunksjonsspesifikasjon**

I denne prosessen defineres det hvilke krav som stilles til prosjektets hovedfunksjon. Det vil her bestemmes hvilke krav som stilles til de viktigste attributtene til prosjektet.

- **Detaljfunksjonsspesifikasjon**

I denne prosessen vil krav settes til prosjektets detaljfunksjoner. Det vil vurderes hvilke behov som er viktige for å nå ønskede mål gjennom krav til detaljfunksjoner.

- **Romfunksjonsspesifikasjon**

Her vil krav defineres til siste del av prosjektets gjennomføring, eksempelvis hvilke spesifikasjoner som gjelder inne i klasserommet ved byggingen av en skole.

(Meland, 2012³)

Konseptfasen

I konseptfasen utvikles det og beskrives hvilke forskjellige muligheter man har for løsninger i forhold til gjennomføring. Det legges fram muligheter i forhold til eksisterende løsninger kontra nye, og fordeler og ulemper disse knytter til seg i forhold til innovasjon, kostnader og kvalitet. Det må også tas valg i forhold til hvilken grad av kvalitet som skal aksepteres. I en konseptfase bør det også utføres en analyse over prosjektets interne og eksterne utfordringer og muligheter. Dette må vektlegges i de ulike konseptideene slik at ulike løsninger tar hensyn til sentrale eksterne og interne forhold. Dette kan være alt fra markedsmessige

forhold til tekniske spesifikasjoner spesielt for det gjeldene prosjektet. En konseptprosess skal inneholde ulike ideer og skisser, som skal etter nøye evaluering munne ut i et konseptprinsipp som legger grunnlaget for prosjekteringen (ibid).

Prosjekteringsfasen

I følge Meland (2000) defineres prosjektering som *prosessen med å lansere konseptuelle ideer og bearbeide den valgte ide til et ferdig, immaterielt produkt i form av tegninger, modeller og beskrivelser*. Prosjekteringsfasen innebærer et konkret løsningsforslag til hvilke aktiviteter som skal gjennomføres i utførelsesfasen. Løsningene skal bygge på det valgte konseptet utarbeidet gjennom prosjektets strategi. Det legges et fokus på hvordan aktiviteter skal gjennomføres og hvilke ressurser dette krever. Dette vil innebære valg i forhold til hvordan byggeprosjektet vil se ut ved prosjektslutt, og valg i forhold til tekniske løsninger som vil bestemme kvalitet og kostnader både i gjennomføring og i forhold til sluttproduktet.

Utførelsesfasen

I utførelsesfasen vil selve tilvirkningen foregå. I denne fasen skal planer, modeller og illustrasjoner utviklet i tidligere faser gjennomføres slik at et sluttprodukt kan ferdigstilles etter de krav og mål som er satt.

FDVU-fasen

FDVU-fasen representerer prosjektets forvaltning, drift, vedlikehold og utviklingsfase. Forvaltning omhandler å påse at nødvendig papirarbeid er utført til enhver tid, og at alle offentlige avgifter er betalt. Dette vil være en administrasjonsoppgave, og eksempelvis kan dette innebære et prosjekts forsikringer eller andre avtaler med ulike offentlig eller private instanser.

Avhending og gjenbruksfasen

I denne fasen leveres prosjektet og sluttresultatet skal vurderes etter prosjektets rammer. Avhengig av prosjektets karakter vil det i enkelte tilfeller også vurderes om deler eller hele prosjektet har en gjenbruksverdi. Den kompetansen som er utviklet eller er ny i prosjektet, videreføres til fremtidige liknende prosjekter.

2.4.3 Aktører i et byggeprosjekt

Aktører i et byggeprosjekt vil avhenge av prosjektets kompleksitet, organisering og størrelse. Et stort, komplekst prosjekt vil vanligvis kreve flere aktører, enten i prosjektering eller utførelsesfasen. Dette begrunnes i følge anleggsleder Mikal Stene ved Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole av at et stort prosjekt krever ekspertkompetanse innenfor flere fag, og de

enkelte fagene kan innebære flere aktører.

Byggherre

Byggherren vil være den part i prosjektet som tar fortløpende beslutninger om hvordan resultatet skal bli. Byggherren er ansvarlig for byggeplassen og for at gjeldene lover og forskrifter overholdes her. Det vil være en overlapp mellom tiltakshaver, prosjekteier og byggherre, hvor stor den overlappen vil være avhenger av ansvarsfordeling gjennom gjennomføringsmodell.

Prosjekteier

Prosjekteieren vil stå ansvarlig for finansieringen av prosjektet og ha oversikt over overordnet fremdrift. En prosjekteier kan bekle flere roller uavhengig av kompetansen den innehar.

Tiltakshaver

Tiltakshaveren har ansvaret for de formelle prosessene knyttet til et byggeprosjekt. Dette innebærer godkjenninger fra offentlige instanser, i mange tilfeller den lokale kommunen, samt plan og bygningsloven (PBL).

Byggherrens Prosjektleder

Prosjektlederen har det operative ansvaret for gjennomføringen av prosjektet. Prosjektlederen vil i en tidlig fase av prosjektet utarbeide en overordnet fremdriftsplan basert på prosjektets mål og kompleksitet. Prosjektlederen jobber mot et best mulig sluttresultat etter de rammer som er gitt.

Anleggsleder

Anleggsleder har ansvaret for koordinering og gjennomføring på byggeplassen.

Utførende

Utførende består av entreprenører som gjennomfører aktivitetene i utførelsesfasen. Dette innebærer de håndverkere og andre utførende aktører som har ansvaret for ulike fag med tilhørende aktiviteter av ulik størrelse og kompleksitet.

2.5 Gjennomføringsmodeller

I følge Meland (2012^b) defineres en gjennomføringsmodell som organisering, struktur for styring, entrepris- og kontraktsform, anskaffelsesstrategi og vederlagsform i et byggeprosjekt. Anskaffelsesstrategi defineres som en plan oppdragsgiver har med klare mål vedrørende anskaffelsen og hvordan man skal kunne nå disse. Sentralt i anskaffelsesstra-

tegien står kontraheringsstrategien og kontraksstrategien (Meland, 2012^a). Anskaffelser defineres som leveranser til prosjektet fra leverandører. Dette innebærer leveranser av materialer, utstyr og tjenester (Rolstadås, 2006). I anskaffelsesprosessen må det skilles mellom det billigste tilbudet, og det tilbudet som er mest gunstig økonomisk for byggherren (gitt at prosjekter faller inn under LOA). Ekvivalentkostnaden er en evaluering av leverandøren som hensyntar priskomponenten, samt en *straff* for manglende kvalitet ved en leverandør (Meland, 2012^h). Dette vil vurdere både pris og kvalitet opp mot hvilken verdi det vil ha for kunden. Metoden vil gi en score per leverandør som ikke representerer kostnaden, men den rangerer leverandørene opp mot hverandre for å finne det beste tilbudet totalt sett. Ekvivalentkostnaden beregnes som følger:

$$EK = \frac{P(M^2+k)}{((\sum vm)^2+k)}$$

EK: ekvivalentkostnad

P: pris

M: maks score, f.eks. 10

k: konstant

v: vekt. Summen av v=1

m: tildelt karakter, f.eks. 1-10

(ibid)

Det velges hvor stor innflytelse kvaliteten skal ha på valget. Vektes den lavt, vil prisen telle mye. Prosjekter med meget høy kompleksitetsgrad og lav frekvens vil ofte vektes kvalitet høyt, og dette vil da få stor betydning for scoren til en leverandør. Det må defineres hvilke kvalitetselementer som skal telle, og hvor mye de skal vektes (ibid).

En kontraheringsstrategi er hva man gjør og hvordan man gjør det for å inngå de kontraktene som er nødvendige for å nå valgte mål. For at dette skal gjøres på en effektiv måte må man ta hensyn til målprioritering, prosedyrevalg, utvelgeskriterier og tildelingskriterier (Meland, 2012^d). Kontraheringsstrategien er viktig slik at man sikrer seg leverandører som er i tråd med målprioriteringen. Har man et overordnet mål om lavest mulig investeringskostnad vil det påvirke kontraheringsstrategien ved at kunden søker etter, og vurderer leverandører som kan tilby ønsket kvalitet til en lav pris. Ved selve kontraktinngåelsen vil kontraksstrategien innebære valg i forhold til kontraktstype, beskrivelser og delegering av arbeidsmengde og opplegg for hvordan dette skal administreres (ibid).

2.5.1 Vederlagsprinsipp

Vederlagsform defineres som en formell avtale mellom to parter som forplikter seg til å levere en avtalt tjeneste til den andre part, mot et avtalt vederlag i gjengjeld. Hvilket vederlagsprinsipp som skal brukes avtales mellom partene. I følge (Meland, 2012^d) er det tre prinsipper for kompensasjon:

1. Prisbaserte kontrakter
2. Kostnadsbaserte kontrakter
3. Verdibaserte kontrakter

Ved en prisbasert kontrakt vil en fast sum avtales på forhånd. Dette gir kunden en lav kostnadsrisiko, men samtidig gir det leverandøren en høy kostnadsrisiko. Fra kunden sitt perspektiv vil de ha en pris å forholde seg til, og det er liten risiko knyttet til dette, men leverandøren kan støte på uforutsette kostnader som vil spise av deres dekningsbidrag. Det kan også føre til at leverandøren velger billige løsninger for å øke sine egne marginer. Ved en kost pluss kontrakt vil kostnadene beregnes fortløpende etter hvilke valg som tas. Dette kan føre til at kostnadene blir større enn antatt for kunden, mens leverandøren vil få sin inntjening uansett. Fordelen for kunden i denne sammenhengen er at de kan påvirke valg i større grad, samt at incentivene for kvalitet blir større enn ved en prisbasert kontrakt.

2.5.2 Entrepriseform

Byggeprosjekter gjennomføres etter prosjektmodellen, og valg av gjennomføringsmodell vil avgjøres av prosjektets karakteristika. Det vil være mange faktorer som spiller inn. Det defineres tre kategorier for entrepriser:

- Delt leverandørorganisasjon
- Integrert leverandørorganisasjon
- Integrert organisasjon

Figur 2.12 illustrerer hvilke undermodeller som ligger under disse tre kategoriene.

Modellar	Delt leverandørorganisasjon NS8405/8406				Integrrert leverandør- organisasjon	Integrrert organisasjon			
	CM	BH-styrte delentrepriser	Hoved- entrepriser	General entrepriser		Total entrepriser	(OPS) BOT	(OPS) BOOT	Partner- ing
KONTRAKT:					NS 3431/8407				
Kun eigen spesialitet	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Avgrensa arbeidspakke		X	X	X	X	X	X	X	X
Koordinerende ansvar			X	X	X	X	X	X	X
All bygging				X	X	X	X	X	X
Prosjektering					X	X	X	X	X
Drift						X	X		(X)
Finansiering							X		(X)
Brukermedv. / programmering								X	X

Figur 2.12: Entreprisereformer
(Buskeland et al., 2003)

De tre hovedkategoriene skiller seg fra hverandre i forhold til samarbeid gjennom hele prosjektprosessen. Helt til høyre i modellen ser vi entreprisereformer hvor koordinering mellom byggherre og leverandør foregår i alle ledd. Ved samarbeid mellom leverandører, eller med en aktør sittende med ansvaret for alle prosessene i prosjektet vil kostnadene øke, men det vil gi rom for større krav til kvalitet.

I en delt leverandørorganisasjon vil alle modellene karakteriseres ved at henholdsvis ansvaret for prosjektering og utførelse er delt mellom flere leverandører. Følgende entreprisereformer faller inn under delt leverandørorganisasjon (Buskeland et al., 2003):

1. Construction Management
2. Byggherrestyrte sideentrepriser
3. Hovedentrepriser
4. Generalentrepriser

Disse entreprisereformene karakteriseres ved at byggherren har en ren oppdragsgiverposisjon og har kontrakter med entreprenører som er ansvarlige for hele produksjonen. Byggherren er ansvarlig for koordineringen mellom prosjekterende og utførende, og sitter med risikoen for forsinkelser og feil (ibid). Det at prosjektering og utførelse er delt mellom ulike aktører, kan skape utfordringer i gjennomføringsfasen som følge av komplisert koordinering og kommunikasjon mellom aktørene med ulike ansvarsområder. Med inndelte entreprisereformer kan man senke investeringskostnaden gjennom flere prisgunstige kontrakter hvor påslag for risiko ikke er til stede som for eksempel ved en totalentrepriser. Risiko vil

ligge hos byggherre, og han vil også sitte med kontroll over prosjekteringen (ibid).

Ved en integrert leverandørorganisasjon vil en part ha fullt ansvar, og byggherren vil bare ha en kontrakt å forholde seg til. Denne entreprenøren vil organisere prosjektet og inneha kontrakter med valgte underleverandører. Dette flytter mye risiko fra byggherre til totalentreprenøren, men med dette vil det også komme påslag fra totalentreprenøren for risiko i gjennomføringen. Det er vanlig at entreprenøren som har en kontrakt med byggherren har ansvar for prosjektering og utførelse. Det er vanlig at byggherren i en oppstartsfase benytter seg av rådgivende arkitekter for å danne et grunnlag som de ulike entreprenørene kan konkurrere på for å få oppdraget. Dette gjøres for å vurdere hvilke entreprenører som har en god gjennomføringsevne til et spesifikt prosjekt, og for å ha en viss form for priskonkurranse mellom de ulike leverandørene. Det nevnes at ved store komplekse prosjekter vil det ofte ikke være mange entreprenører med tilfredstillende erfaring, og at konkurransen ofte står mellom svært få entreprenører. Det finnes ulike varianter av totalentrepriser hvor eksempelvis incitamentsavtaler vil variere. Dette varierer med ulike prosjekter og deres prioriteringer. Ulike vederlagsformer kan dele risikoen for ekstra kostnader, eller dele profitten ved gjennomføring under målsum. Ved å benytte denne modellen kan byggherren dra nytte av kompetansen og erfaringen til entreprenøren, som også vil inneha all risiko. Dette gjør forholdet mellom byggherre og entreprenør enklere, og de har kun en kontrakt å forholde seg til. Ulempen med dette er at en kontrakt kan føre til et kostnadspress for entreprenøren og dette kan påvirke kvaliteten (Buskeland et al., 2003).

En integrert organisasjon legger opp til en involvering i alle deler av prosjektet. Det vil være et samarbeid mellom oppdragsgiver, rådgivere og entreprenører. Integrerte prosjektteam fokuserer på et effektivt samarbeid mellom kunde/ leverandør, mens partnering og allianser brukes når kunden leverer til seg selv (Buskeland et al., 2003). En partneringmodell innehar brukermedvirkning slik at prosjektets brukere har direkte påvirkning på hvilke løsninger som skal velges. En OPS-modell vil ikke ha denne brukermedvirkningen og vil ha et opsjon om privat finansiering (ibid). Den integrerte organisasjonen legger opp til et tett samarbeid i alle prosjektets faser, dette gir en mulighet for å skape høy kvalitet ved komplekse langvarige prosjekter gjennom samarbeid og kompetanseutveksling. Denne organiseringen gir også muligheten til at flere parter vurderer løsningen og evaluerer valg kontinuerlig. Dette gir en god plattform for kommunikasjon mellom partene, og underliggende krav og ønsker kommer fram. Det legges opp til at beslutningsprosessene skal gjennomføres hurtig og med større grad av informasjon hos alle parter, noe som gir beslutninger på et bedre grunnlag for alle parter (ibid). Lyngdalsmodellen faller inn under kategorien integrert organisasjon grunnet at alle parter involveres i prosjektet på et tidlig tidspunkt og at det er lagt opp til en høy grad av brukerinvolvering.

2.5.3 Lov om offentlig anskaffelse

Offentlige oppdragsgivere er underlagt lov om offentlige anskaffelser (LOA), slik som tilfellet er i lyngdalsprosjektet. Det må vurderes hvilken anskaffelsesprosedyre som skal velges før en avtale inngås. Et sentralt prinsipp i LOA er at entreprenører skal velges etter objektive kriterier slik at det kan etterprøves hvorfor en spesifikk entreprenør ble valgt. Hvilke tildelingskriterier som velges må oppgis i konkurransegrunnlaget. Dette skal sikre et sunt konkurransemarked i bransjen. Dette innebærer blant annet at alle entreprenører skal ha lik informasjonsflyt med oppdragsgiver, slik at alle får like lang tid til å forberede et anbud.

Det er flere måter å utføre en anbudskonkurranse på. Det skilles mellom åpen anbudskonkurranse, begrenset anbudskonkurranse eller konkurransepreget dialog (Buskeland et al., 2003).

Prosedyre/ Beskrivelse	Spesifikasjonsgrad	Antall tilbydere	Forhandlingsgrad
Åpen anbudskonkurranse	God	Få	Liten
Begrenset anbudskonkurranse	God	Mange	Liten
Konkurransepreget dialog	Begrenset	Mange	Stor

Tabell 2.4: Valg av anskaffelsesprosedyre
(ibid)

Et kvalifiseringskriterie innebærer formalkrav og minimumskrav, dette inkluderer beviser, attester og dokumentasjon på at leverandørene opererer etter lover og regler. Disse gjelder bedriften som helhet. Kvalifikasjonskravene knytter seg til om leverandøren har nødvendig soliditet, kapasitet og erfaring til å kunne oppfylle kontrakten. Dette avgjør om den er kvalifisert eller ikke kvalifisert. I følge LOA skilles det kun mellom laveste pris og det økonomisk mest gunstige tilbudet for byggherren, når en kontrakt skal tildeles (ibid). Kvaliteten på leveransen må av den grunn vurderes, slik at den løsningen som er best for Lyngdal Kommune velges, eksempelvis ved å rangere leverandører etter prioritert mål og gi trekk for mangelen kvalitet, jfr. 2.5 Ekvivalentkostnaden.

2.6 Lean thinking

Begrepet Lean thinking refererer til eliminasjonen av alle aktiviteter i verdikjeden som ikke skaper verdi for sluttkunden. Dette oppsto i bilindustrien i Japan, hvor Toyota var først ute med tankegangen i årene etter 2. verdenskrig (Halpin and Kueckmann, 2002). Den omhandler alle prosesser i en bedrift. Denne tankegangen foregår i en sirkel hvor man i ulike faser forsøker å effektivisere prosesser og aktiviteter, før man igjen utfører disse på nytt med en grad av forbedring. Dette fører til en kontinuerlig prosess av effek-

tivisering som senker kostnadene og øker verdien for kunden. Dette oppsto med tanke på produksjonsbedrifter, men har i senere tid blitt overført til andre virksomheter.

I følge Harrison et al. (2011) baserer lean thinking seg på 5 prinsipper:

1. Identifisere verdi

Verdi er definert av kunden. Det er her viktig å definere hvilke aktiviteter i verdikjeden som øker verdien for kunden, alle andre må elimineres. Vi skiller mellom kjerne- og støtteaktiviteter.

2. Kartlegge verdistrømmen

Når verdi er definert i et kundeperspektiv, må man identifisere hvilke prosesser som skaper denne verdien.

3. Skape flyt

Sørge for effektivisering av aktiviteter gjennom verdikjeden.

4. Skape sug

Produsere etter respons fra kunde om etterspørselen er tilstede. Dette vil minimere lager- og transportkostnader.

5. Etterstrebe perfeksjon

Lære av prosesser i alle fasene, evaluere og utbedre disse ved framtidige transaksjoner.



Figur 2.13: Lean thinking
(Harrison et al., 2011)

Hensikten med lean thinking er å analysere bedriftens prosesser systematisk slik at man kan identifisere og forbedre de verdiskapende prosessene i verdikjeden. På bakgrunn

av dette kan man eliminere alle prosesser som ikke skaper verdi for sluttkunden. Disse prosessene vil øke bedriftens kostnader uten å øke verdi for kunden, og kalles for *waste*. *Waste* defineres som sløsing. For å øke effektiviseringen må man identifisere sløsing slik at den kan elimineres.

Syv kilder til sløsing: (Harrison et al., 2011)

1. Sløsing ved overproduksjon
2. Sløsing i form av venting
3. Sløsing i form av ineffektive prosesser
4. Sløsing i form av unødvendig lagerbeholdning
5. Sløsing i form av unødvendige bevegelser
6. Sløsing ved feilproduksjon
7. Sløsing ved transport

I tillegg til dette vurderes det som sløsing ved feil prioritering av aktiviteter, med andre ord at den kritiske vei ikke blir prioritert. I et byggeprosjekt vil flere av disse prosessene utgjøre store kostnader, og flere av disse kan vise seg å være avgjørende for et prosjekts suksess. I byggeprosjekter er koordinering mellom fagfolk en utfordring og dette kan føre til forsinkelser. Utfordringen i forhold til dette ligger i at planleggingen blir kompleks ved koordinering av flere fag i et kort tidsrom.

2.6.1 Lean Construction

Begrepet Lean Construction ble introdusert i 1992, av Lauri Koskela ved Stanford University, USA (Koskela, 1992). Lean thinking fokuserer på å studere prosesser som har et mål om å forbedre flyten av ressurser slik at et produkt eller et prosjekt kan oppnå høy kvalitet med en akseptabel kostnad (Halpin and Kueckmann, 2002). I løpet av de siste 10 år har konseptet *Design Build* oppstått. Dette begrepet beskriver et tettere samarbeid mellom designer og entreprenør for å minimere kostnad i gjennomføringsfasen ved å eliminere aktiviteter som ikke er verdiskapende for kunden. Ved et økt fokus på design for å øke effektivitet i gjennomføringsfasen, nærmer man seg prinsippene for kostnadsminimering i produksjonsbedrifter (ibid). Ved bruk av simulering i designfasen i et byggeprosjekt kan man minimere avvik ved korrekt planlegging av aktiviteter. Lean thinking fokuserer på et strukturert format hvor prosessene kan kategoriseres og defineres slik at simuleringen kan optimalisere rekkefølgen på aktivitetene, og koordinere disse. Kruse Smith benytter seg

av denne tankegangen i gjennomføringen av Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole. Prosjektleder ved prosjektet begrunner dette med at planleggingen blir mer effektiv, og at det oppstår en bedre kontroll over forutsetningene aktivitetene har for gjennomføring, slik at eventuelle hindre kan fjernes på et tidligere tidspunkt.

2.6.2 The Last Planner System (LPS)

Bortsett fra de minst kompliserte oppgaver, vil design og tilvirkning av et prosjekt kreve planlegging og oppfølging av forskjellige mennesker, til ulike tider og steder. Planlegging på toppnivå i en organisasjon fokuserer ofte på overordnede mål og styring av hele prosjektet, dette vil igjen styre planlegging av prosessene som fører til oppnåelse av gitte mål. På laveste planleggingsnivå bestemmes spesifikt hva som skal gjøres i påfølgende uke. Disse oppgavene styres av en person eller en gruppe. Denne personen eller gruppen vil være *The Last Planner* (TLP) (Ballard, 2000). En nøkkelfaktor for suksess vil derfor være graden av kvalitet på planleggingen til nettopp denne personen eller gruppen. Hensikten er å kunne planlegge for korte perioder, slik at nøyaktigheten i planleggingen øker, og dette fører til bedre framdriftsplaner og mindre avvik. For at dette skal kunne skje, må følgende kriterium være oppfylt for oppgavene som fordeles av TLP:

- Oppgaven må være korrekt definert
- Rekkefølgen på aktivitetene må være korrekt
- Det må planlegges et korrekt antall aktiviteter
- Aktivitetene som planlegges må være mulig å gjennomføre

(Ballard, 2000)

Disse kriteriene må sees i sammenheng med de åtte forutsetningene for optimal produksjon, slik at aktivitetene har en mulighet til å bli gjennomført på planlagt tidspunkt. I et komplekst prosjekt med mange ulike fag, vil det kreve en høy grad av koordinering mellom de ulike aktivitetene for å unngå avvik. Et avvik i denne sammenheng defineres ved at en aktivitet ikke har den planlagte varigheten, eller at den iverksettes for sent i forhold til fremdriftsplanen. Hovedprinsippet ved LPS er som nevnt et planhierarki, der det utarbeides detaljerte fremdriftsplaner etter detaljerte tverrfaglige møter. Ved Kruse Smith defineres dette som *lappeteknikk*. Dette følges opp med *utkikksmøter* med et intervall som gjør det mulig å fjerne eventuelle hindringer for de ulike aktivitetene. Siste planleggingsnivå innebærer ukentlige møter for å kartlegge nøyaktig hva som skal gjøres den uken. Som en del av denne teorien har Lyngdal Ungdomsskole blitt delt inn i soner slik at effektiviseringen kan økes gjennom å ferdigstille en sone før arbeidet med ferdigstilling av en annen

sone påbegynnes. Dette senker den totale arbeidsmengden ved at man unngår å omgjøre enkelte aktiviteter som kan være tilfelle hvis store områder ferdigstilles likt. Det må da gjøres avsluttende arbeid i flere soner, noe som kan føre til ineffektivitet.

2.6.3 Transformation-Flow-Value (TFV)

Koskela (2000) definerer tre aspekter av produksjonsprosessen. Den transformasjonsorienterte, den flytorienterte og den verdiskapningsorienterte.

Den transformasjonsorienterte retningen behandler produksjonen som en prosess hvor input blir omgjort til output. For å få til dette må arbeidet brytes ned til arbeidspakker og aktiviteter og minimere kostnadene forbundet med disse.

I den flytorienterte retningen beskrives produksjonen som en strøm av aktiviteter. Den må sees på som en sammenhengende kjede av prosesser som strekker seg fra start til sluttidspunkt. Sentralt i teorien står inndelingen av aktiviteter i to kategorier, verdiskapende og ikke-verdiskapende. En verdiskapende aktivitet defineres ved at det tilfører sluttproduktet verdi. Forutsetningene for gjennomføring av aktiviteter (jfr. 2.2.2) står også sentralt i denne teorien.

Den verdiskapningsbaserte teorien fokuserer på kundens behov. Dette gjøres ved at kunden vurderer verdien av sluttproduktet uavhengig av produksjonskostnad. Kundens krav vil her stå i fokus (Koskela, 2000).

Kapittel 3

Metode

3.1 Definisjon

I følge Johannessen og Tufte (2002, s. 3) stammer metode fra det greske ordet *methodos*, som betyr å følge en bestemt vei mot et mål. Metode kan defineres som: *en systematisk måte å undersøke virkeligheten på* (Halvorsen, 1993 s. 26). Metode dreier seg om hvordan vi skal gå fram når vi henter inn informasjon om virkeligheten, og hvordan vi skal analysere denne for å gi oss ny innsikt i det fenomenet som studeres (Johannessen og Tufte, 2002). Vi skiller mellom kvalitative og kvantitative tilnærminger for å markere at dette er forskjellige, men likestilte måter å etablere kunnskap på, og som gjerne kan kombineres i ett og samme forskningsprosjekt (ibid). Et grovt skille mellom kvantitativ og kvalitativ tilnærming går på tall sammenliknet med ord. Tilnærmingene skiller seg både med hensyn til hvilke datainnsamlingsmetoder som benyttes, og også etter metoder for valg av respondenter, i tillegg til dataanalysen. Kvalitative metoder er meget nyttig når komplekse fenomen skal studeres, og man får tilgang til førestehåndsinformasjon fra individer med ekspertkompetanse på et gitt område (ibid).

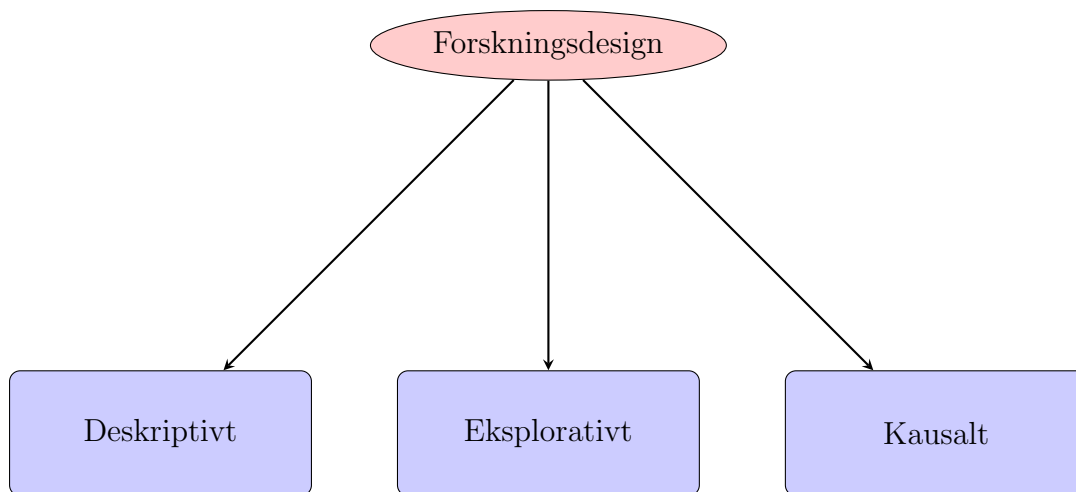
3.2 En kvalitativ tilnærming

I følge Halvorsen (1993) ligger hovedforskjellen mellom en kvantitativ og kvalitativ tilnærming i dataen som blir samlet inn. De kvalitative metodene uttrykkes med ord, mens de kvantitative uttrykkes med tall. En kvantitativ tilnærming gir forskeren en mulighet til å gå dypt inn i ett tema og undersøke spesifikke fenomen om dette temaet. Da datainnsamlingen ved en kvalitativ metode kan være svært tidkrevende, undersøkes det ofte få enheter. Det fokuseres heller på inngående studie av få enheter kontra studier av mange enheter hvor det muligens blir vanskelig med inngående studier av disse enhetene. Det vil være emner som er skreddesydd de to tilnærmingene og fordeler og ulemper ved disse. En kvantitativ studie kan undersøke mange enheter og avdekke trender og uttrykke

generaliserende resultater. Eksempelvis kan man studere antallet studenter som stryker på eksamen i et gitt fag. En kvalitativ studie vil da kunne utføres for å forsøke å avdekke hvorfor en student stryker. Et dybdeintervju av en student som har strøket kan gi et bilde av problemet, men vil ikke være gjeldene for alle som har strøket. Dette avdekker noe av problemet med et casestudie av ett prosjekt. Resultater som blir funnet kan ikke generaliseres, men det kan tenkes at enkelte feil kan unngås av andre prosjektorganisasjoner hvis man studer andre liknende prosjekter inngående. Til gjengjeld gir et casestudie inngående kunnskap gjennom informasjonsutveksling fra eksperter på området som studeres. Dette gir en unik mulighet for inngående kunnskap om et relativt ukjent felt i operativ sammenheng. Med få respondenter med ekspertkompetanse sitter man med muligheten til å få inngående kunnskap gjennom deres erfaringer og tanker, samt at disse få respondentene sikrer at den dataen som samles inn er meget relevant. Denne inngående kunnskapen og dette detaljfokuset ansees som viktig i denne oppgaven, og derfor er en kvalitativ tilnærming valgt. utfordringer knyttet til kvalitativ metode innebærer tidkrevende datainnsamling, fraværende mulighet for generalisering, store mengder etterarbeid knyttet til intervjuer og krevende analysearbeid i etterkant av datainnsamlingen.

3.3 Undersøkellesdesign

Et undersøkelsesdesign danner grunnlaget for hvilket opplegg som benyttes for å innhente nødvendig data for å gjennomføre en ønsket undersøkelse. Det må på et tidlig tidspunkt bestemmes hva og hvem som skal undersøkes og hvordan dette skal gjennomføres. Undersøkelsesdesign omhandler alt som gjøres for å innhente ønsket data, hvilke resultater de forskjellige design vil gi, og hvordan disse resultatene skal behandles. De forskjellige design vil ha enkelte fenomener som de passer best til, i forhold til gjennomføring av undersøkelser, for å oppnå gode resultater (Johannessen og Tufte, 2002).



Figur 3.1: Forskningsdesign
(Jacobsen, 2005)

I denne oppgaven vil en caseundersøkelse bli gjennomført grunnet fenomenets kompleksitet og nødvendigheten av et intensivt opplegg for å innhente relevante data.

Deskriptivt design

Dette design kan brukes når forskeren har en grunnleggende kunnskap om et tema og skal danne et bilde av situasjonen i øyeblikket. Det brukes ofte kvantitative metoder som undersøkelser med ferdig formulerte spørsmål og svaralternativer (Jacobsen, 2005).

Kausalt design

Siktemålet ved kausalt design er å kartlegge årsak-virkningsforhold.

En vanlig metode her er å bruke eksperimenter for å kartlegge den uavhengige variabelens påvirkning på den avhengige (ibid).

Eksplorativt design

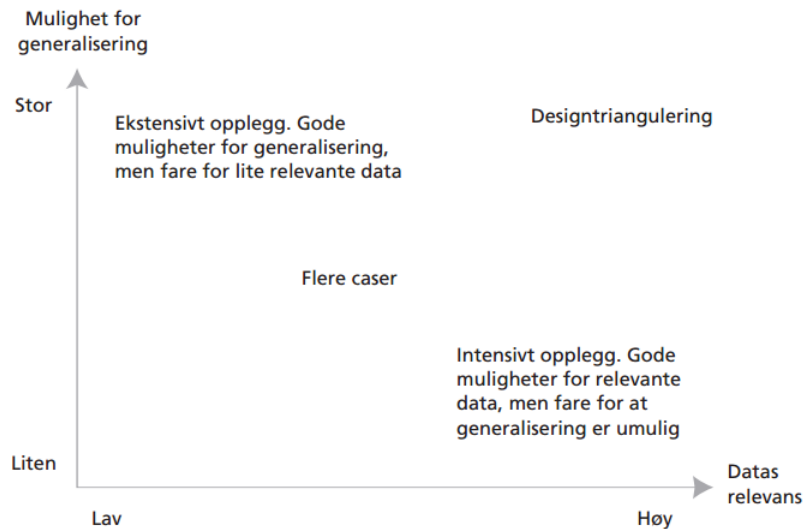
Eksplorativt design brukes når man har en utforskende tilnærming til et tema eller fenomen man har begrenset forhåndskunnskap om. Forskeren har en åpen tilnærming, med hensikt å forstå sammenhenger og lære om fenomenet. Det brukes en kvalitativ tilnærming med fokus på å få innsikt i fenomenet av objekter som regnes som eksperter på området som skal studeres, gjennom disse kan man få innsikt i hvorfor ting er som de er (ibid).

I denne oppgaven er det valgt et eksplorativt design. Dette valget er tatt med bakgrunn i at med lite forkunnskaper om fremdriftsstyring av komplekse byggeprosjekter og avvikshåndtering i praksis, vil det være mest hensiktsmessig med et design som legger opp til å forstå sentrale problemstillinger og utfordringer knyttet til dette gjennom eksperter

på området. En triangulering vil finne sted da både kvalitative intervju, dokumentanalyse og sekundærdata benyttes.

3.4 Caseundersøkelser

Case, fra latin casus, betyr *tilfelle* (Johannesen og Tufte, 2002, s. 61). Det å undersøke ett enkelt tilfelle betegnes som et enkelt-case-studie. I dette tilfellet representert ved et byggeprosjekt. Case-studier egner seg for ett enkelt, interessant tilfelle og når det er ønskelig med en dypere forståelse av en spesiell hendelse (Jacobsen 2005, s. 92). Ved casestudier er det særlig to kjennetegn som er felles; en avgrensning av hva som inngår i caset og hva som faller utenom, dessuten en inngående beskrivelse av det definerte caset. Det avgjørende er at forskeren får frem det særegne og vesentlige ved det enkelte case. Det handler om å samle mye informasjon om et avgrenset fenomen (Johannesen og Tufte, 2002). En case-studie benyttes i denne masteroppgaven for å undersøke Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole. Caseundersøkelsen som metode benyttes for å kunne samle informasjon om prosjektet, for deretter å utføre en analyse av resultatene. Ved en casestudie kan både kvantitativ og kvalitativ metode brukes. Ved bruk av begge metoder ved undersøkelse av et fenomen, øker sannsynligheten for å anskaffe mye og detaljert data om dette fenomenet. Ved en casestudie vil man ha gode muligheter for å innhente relevant data, grunnet det intensive opplegget, men dette vil føre med seg problemer knyttet til generalisering. Dette skyldes at det er få eller kun ett fenomen som studeres. Slutninger for andre liknende fenomen kan derfor være vanskelige å trekke. Ved et ekstensivt opplegg studerer man flere fenomen, slik at slutninger basert på flere liknende hendelser kan trekkes. Dette vil i dette tilfelle føre til for lite data om gjeldene fenomen, og brukes derfor ikke i denne oppgaven. I følge Halvorsen (1993) vil dette fungere ved studie av ett fenomen grunnet at casestudie som metode brukes til analytiske formål og ikke med sikte på generalisering. Et intensivt opplegg vil danne grunnlaget for en analyse om et tilfelle, i denne sammenhengen et byggeprosjekt. Figur 3.2 illustrerer sammenhengen mellom datas relevans og mulighet for generalisering gjennom ekstensive og intensive opplegg.



Figur 3.2: Mulighet for generalisering av resultater (Jacobsen, 2005)

3.4.1 Dybdeintervjuer

Intervju brukes i dette casestudiet for å danne et helhetlig bilde av spesifikke forhold. Intervju som metode for datainnsamling passer til å skaffe dybde om det fenomenet som skal studeres. Et intensivt intervju brukes for å få en dyp forståelse av objektets atferd og meninger (Halvorsen, 1993). Det legges opp til at informantene bruker egne ord, og informantens kroppsspråk må tolkes for å vurdere hvilke oppfølgingsspørsmål som skal stilles. Det bør legges opp til at objektets virkelige meninger og oppfatninger skal komme fram gjennom en rekke sammenhengende spørsmål som justeres etter svarene som gis. Dette for å avdekke de underliggende meninger til intervjuobjektet.

3.4.2 Ustrukturerte intervjuer

Det ustrukturerte intervju kalles også samtale eller informantintervju (Halvorsen, 1993, s. 87). Dette intervjuet foregår muntlig, og det er lagt opp til en uformell samtale mellom forsker og intervjuobjekt. Dette fører til at objektet kan snakke fritt og dele sine tanker uten å bli for bundet av spesifikke spørsmål. Dette fører til at svarene som kommer ofte er tanker informantene har sittet inne med over tid, og uttrykker genuine meninger om et fenomen. Dette kan også bidra til flere og mer utfyllende svar kontra et dybdeintervju angående enkelte deler av problemstillingen. Felles for begge intervjuformene er at de er uformelle, og at det utarbeides en liste over temaer som skal diskuteres, men at en detaljert spørsmålliste ikke er laget. Dette fører til at intervjuobjektet ikke tvinges inn i en måte å tenke på, og kan uttrykke seg relativt fritt (ibid).

3.4.3 Valg av respondenter

Denne oppgaven er en casestudie og for å få inngående informasjon om dette prosjektet ble i første fase prosjektleder Dirk Just og anleggsleder Mikael Stene kontaktet. Informasjonsflyt mellom disse to og undetegnede har forgått gjennom mailkorrespondanse av generell informasjon og viktige dokumenter, kalkyler, prognoser, fremdriftsplaner, samt møter 14/03/2013 og 25/04/2013. Det ble brukt båndopptaker for å sikre en god flyt av informasjon og for å lettere kunne analysere informasjonen i etterkant. Møtene bar preg av et intervju med direkte spørsmål, men det var lagt vekt på flyt i samtalen og en bestemt rekkefølge ble ikke fulgt. Informasjonen fra Asplan Viak har blitt hentet gjennom mailkorrespondanse og telefonintervju. Fra Rambøll ble informasjonen hentet gjennom et møte 28/05/2013. Alle respondenter ble valgt grunnet sin ekspertise på ett eller flere deler av prosjektet.

3.4.4 Innsamling av data

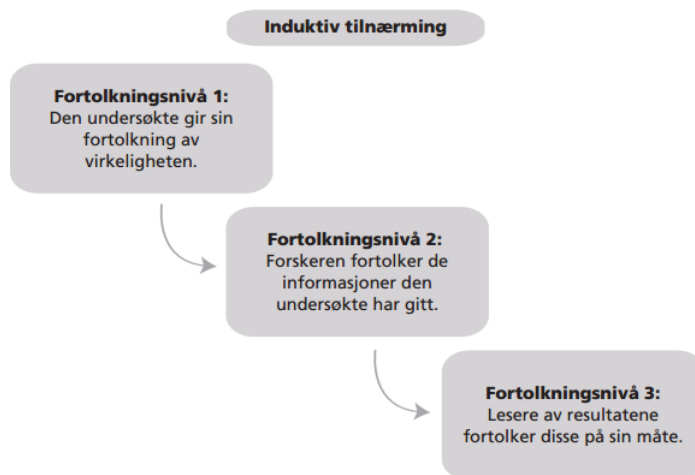
For å kunne utføre en analyse av avvik i forhold til fremdrift ved Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole er det gjennomført studier av relevant faglitteratur, med hensyn til prosjektledelse generelt, men også i forhold til fremdriftstyring og ulike metoder for å behandle fremdrift og hvordan analysere dette. Det har blitt studert fagbøker, pensumlitteratur, artikler, rapporter, master- og doktoravhandlinger, samt nettbaserte kilder. Disse kildene har alle blitt brukt for å danne et bredt bilde av relevant teori, slik at analysen kan gjennomføres på en tilfredstillende måte. Det skal nevnes at enkelte teorier rundt lean thinking og lean construction ikke er ferdig utviklet, og det kan være fordeler og ulemper ved disse teoriene som ikke er påvist i praksis ennå. Dette er også med på å gjøre undersøkelsen relevant i forhold til utviklende teorier. Det har også blitt samlet inn relevante mengder data gjennom <http://www.byggeweb.dk/cms/no> som er en nettbasert lagringstjeneste for Lyngdalprosjektet hvor deltakende aktører legger ut informasjon om prosjektet. Gjennom Kruse Smith har jeg fått tilgang til dette og brukt rapporter, fremdriftsplaner, budsjetter og annet materiale som har hatt tilknytning til min problemstilling. Dette har ført til innsikt om aktuelle problemstillinger før intervjuene har blitt gjennomført, og har vært meget nyttig i så måte. Primærdata er samlet inn gjennom intervjuer, med sekundærdata som grunnlag for intervjuene. Det har vært nødvendig å forberede seg godt til intervjuer og samtaler slik at et godt grunnlag legges for å forstå hvilke meninger intervjuobjektene virkelig har. For å diskutere sammenhenger mellom avvik og fremdrift, samt hvorfor spesifikke avvik har oppstått, har dybdeintervjuer av representanter for Kruse Smith blitt gjennomført. Asplan Viak og Rambøll har også bidratt med sine perspektiver på dette området. Dette har gitt innsikt i deler av prosjektet som har vært kritisk i forhold til dette casestudiet.

3.4.5 Gyldighet og reliabilitet

Gyldighet og reliabilitet definerer om man faktisk måler det vi ønsker å måle, at det vi har målt oppfattes som relevant, og at det vi måler hos noen få også gjelder for flere (Jacobsen, 2005). Vi skiller mellom intern og ekstern gyldighet. Intern gyldighet går ut på at vi faktisk måler det vi tror vi måler (*ibid*). Med andre ord om det finnes en plausibel årsak- virkningssammenheng. Det finnes flere eksempler fra forskningen på at bedrifter har vist endring ved en undersøkelse, eksempelvis ved endrede produksjonsforhold, men at endringen skyldes andre tiltak enn de som er undersøkt. Ekstern gyldighet og relevans går på om resultater fra et avgrenset område, også er gyldige i andre sammenhenger (*ibid*). Reliabiliteten er høy hvis en undersøkelse gjøres flere ganger og man ender opp med forholdsvis like funn. Det vil si at man har en etterprøvbar og tydelig gjennomført undersøkelse. I denne oppgaven vil resultatene komme fra et avgrenset område, nærmere bestemt et byggeprosjekt. Det må derfor nøye vurderes om konklusjoner trukket for dette spesifikke prosjektet er relevante for andre liknende prosjekter. Utfordringen ligger i å samle inn data som er relevant for problemstillingen, slik at en konklusjon kan trekkes på korrekt grunnlag (Halvorsen, 1993). Validitet innenfor kvalitativ data skiller seg noe ut grunnet at datamaterialet ofte består av tekst istedenfor tall, noe som gjør de mindre målbare. Det vil ligge mer bak svarene enn selve teksten, og informantene selv vil ha mulighet til å vurdere hvor valide resultatene er (*ibid*).

3.4.6 Induktiv tilnærming

En induktiv tilnærming fokuserer på å undersøke et fenomen med et åpent syn, uten forhåndsbestemte hypoteser og teorier. Kritikken mot denne induktive strategien er at det er krevende å analysere virkeligheten med et helt åpent sinn (Jacobsen, 2005). En undersøkelse vil alltid ha en høy sannsynlighet for en viss grad av subjektivitet, om dette enten gjelder gjennomføring av undersøkelsen eller tolkning av resultater.



Figur 3.3: Induktiv tilnærming
(Jacobsen, 2005)

I moderne forskning er det ikke lenger like vanlig å snakke om rene induktive eller deduktive tilnærminger, men det legges vekt på at forskeren selv begrenser hvilke data som samles inn. Dette vil i mange tilfeller utelate mye informasjon, men vil igjen øke fokus på de fenomen som faktisk studeres. Dette kan føre til subjektive vurderinger som igjen kan påvirker undersøkelsens validitet, men det fører også til større innsikt om et spesialisert fenomen som kan øke kvaliteten på konklusjonene (ibid).

Kapittel 4

Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole



Figur 4.1: Illustrasjon av Lyngdal Ungdomsskole sett utenfra
(Asplan Viak, 2012)

4.1 Bakgrunn

Etter et voksende behov for en ny utdanningsinstitusjon for ungdom i Lyngdal bestemte kommunen seg 19. mai 2011 å iverksette et forprosjekt med sikte på en ny ungdomsskole i Lyngdal. Det ble planlagt å bygge en ny ungdomsskole på samme tomt som den eksisterende skolen med adresse Stadionveien 10 i Lyngdal sentrum. Anskaffelsesprosedyren valgt i prosjektet er konkurransepreget dialog (KPD). Denne prosedyren går ut på at oppdragsgivere fører en dialog med leverandører om hvilke løsninger som kan være hensiktsmessige,

før det gis konkurrerende tilbud (Meland, 2012^g). Dette fører til en fleksibilitet som vil øke kvaliteten på sluttresultatet gjennom mulighet for endringer til bedre løsninger underveis og individuelle muligheter for forbedring for leverandører. Det begrunnes også med at krav og behov ikke lar seg fullt ut forhånds spesifisere (ibid). Ekvivalentkostnaden ble vurdert når leverandørene skulle velges, og dette gjorde at Kruse Smith ble valgt (jfr. 2.5). Figur 4.2 viser et illustrert bilde av skolen innvendig.



Figur 4.2: Illustrasjon av Lyngdal Ungdomsskole sett innenfra
(Asplan Viak, 2012)

Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole består av to hoveddeler, en ny skole med kapasitet på 360 elever, samt en flerbrukshall for idrett. Totalt har prosjektet et bruttoareal på 6000 m² og fordeler seg slik:

Beskrivelse	Størrelse
Hjemmeområde	1 785 m ²
Spesialutstyrte arealer	865 m ²
Samlingsareal	599 m ²
Administrasjon og personalrom	490 m ²
Helse og drift	373 m ²
Kulturlokaler	116 m ²
Idrettshall	1 772 m ²
Sum	6 000 m²

Tabell 4.1: Arealoppstilling
(Asplan Viak, 2013^b)

Det er lagt opp til fleksibilitet i bygget, slik at en utbygging er mulig ved et senere tidspunkt.

Eksterne rammer

Eksterne rammer er faktorer som påvirker prosjektet direkte eller indirekte, og som settes av utenforstående aktører. Disse rammene kan derfor ikke påvirkes, da de i stor grad er et resultat av markedsbetingelsene. Dette kan være lover og reguleringen som setter begrensninger for prosjektutførelsen. Prosjektet faller inn under LOA, grunnet at Lyngdal Kommune er oppdragsgiver. Den geografiske plasseringen av skolen virker fornuftig, sentralt i Lyngdal med kort vei til idrettsanlegg og barneskole. Dette gjør av skolen bygges i et miljø hvor utdanningsvirksomhet er kjent og allerede fungerer.

Interne rammer

Interne rammer settes av prosjekteier og er premisser som prosjektdeltakerne må forholde seg til. De interne rammene defineres etter prosjektets mål og prioriteringer i prosjektet. Til tross for krav om høy kvalitet legges det opp til stram økonomistyring. Vederlagsformen i prosjektet er lagt opp etter prosjektets mål, men fokus på lave livsløpskostnader og kvalitetsløsninger. Gjennom samarbeidsmodellen skal viktige beslutninger tas av prosjektgruppen, og prosjektledelsen skal inngå avtaler med leverandører som er kreative og kan levere ønskede produkter og tjenester. Vederlagsformen er regningsarbeid hvor leverandører får betalt det det koster å levere avtalt tjeneste eller produkt. Dette fører til at kvaliteten blir tilfrestillende, men at risikoen ved feil, mangler og utbedringer ligger hos kunden. Det kan forekomme kostnadsoverskridelser i form av dette, men grunnet modellens tette samarbeid med alle involverte vurderes det som en fornuftig organisering gitt prosjektets målprioritering.

Karakteristika

Grunnet sitt BTA og kostnadsramme, vurderes prosjektet som stort. Prosjektet opererer med en middels grad av usikkerhet. Det må fokusere på løsninger som fungerer i en 50 årsperiode for å sikre lave livsløpskostnader.

4.1.1 Målsum og livsløpskostnader

Opprinnelig målsum for prosjektet var 150 millioner kroner (eks mva). Det har etter forprosjektrapporten ble utført et oppjustering av målsummen til 163 millioner kroner (eks. mva) (jfr. vedlegg A.4). Dette skyldes beslutningen om å øke kapasiteten til skolen fra 240 til 360 elever. Bruttoarealet økte fra 5400 m^2 6000 m^2 . Økningen i målsum er utarbeidet gjennom en usikkerhetsanalyse utarbeidet av prosessleder Øystein Meland. Meland har også utarbeidet den opprinnelige målsummen gjennom sin usikkerhetsanalyse som tar hensyn til ulike risikoelementer i forhold til budsjetterte summer i prosjektet. Kruse Smith nevner at denne er helt realistisk i forhold til de rammene som er satt, og

at målsummen er kvalitetssikret av kommunen og gjennom prosessleder Øystein Meland. Det legges videre til at denne målsummen er den mest bearbejdede og realistiske noen gang, grunnet det grundige arbeidet som ligger bak. Investeringskostnaden baserer seg på kostnadsoppstillingen i NS 3453. Denne standarden fastlegger et mønster for spesifikasjon av byggkostnader og angir hvilke kostnader som skal inngå. Hovedkontoene i standarden følger NS 3451 (Kruse Smith, 2012^b). Den totale målsummen er budsjettert som følger:

Beskrivelse	Mill kr	Kostnad kr/m ²	BTA
Felleskostnader	13,6	2 267 kr/m ²	BTA
Bygning	57,6	9 600 kr/m ²	BTA
VVS-installasjoner	18,4	3 067 kr/m ²	BTA
Elkraftinstallasjoner	10,1	1 683 kr/m ²	BTA
Andre heisinstallasjoner	0,5	83 kr/m ²	BTA
Huskostnad	100,2	16 700 kr/m ²	BTA
Utenomhusarbeider	10,2	1 700 kr/m ²	BTA
Entreprisekostnad	110,4	18 400 kr/m ²	BTA
Byggherrens generalkostnader	22,4	3 733 kr/m²	BTA
Byggekostnad	132,6	22 100 kr/m ²	BTA
Inventar og utstyr	12,1	2 017 kr/m ²	BTA
Reserve	5,3	933 kr/m ²	BTA
KS Påslag	12,8	2 133kr/m ²	BTA
Målsum	162,8	27 133 kr/m²	BTA

Tabell 4.2: Budsjett
(Asplan Viak, 2013^b)

I tillegg til investeringskostnaden på 163 millioner kroner, vil prosjektet føre med seg ytterligere kostnader gjennom levetiden. De totale livsløpskostnadene defineres som alle kostnadene knyttet til prosjektet gjennom alle prosjektets faser. Dette omfatter investeringskostnaden, bygningsrelaterte kostnader som oppstår i driftsfasen og kapitalkostnader. I driftsfasen inngår kostnader knyttet til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling. Beregning av livsløpskostnader er forankret i LOA § 6 og er et verktøy for kostnadsstyring gjennom prosjektets faser. De totale livsløpskostnadene for prosjektet budsjetteres til 235 millioner kroner.

Beskrivelse	Mill kr	Kostnad kr/m ²	BTA
Totalinvestering	163,0	27 167 kr/m ²	BTA
Restverdi	11,6	1 933 kr/m ²	BTA
Kapitalkostnad	151,4	25 233 kr/m ²	BTA
Forvaltningskostnader	4,8	800 kr/m ²	BTA
Driftskostnader	53,3	8 883 kr/m ²	BTA
Vedlikehold	22,4	3 733 kr/m ²	BTA
Reserveavsetning	3,1	517 kr/m ²	BTA
Livsløpskostnader	235,0	39 167 kr/m²	BTA

Tabell 4.3: Livsløpskostnader
(Asplan Viak, 2013^b)

Dette gir en total kostnad per elevplass på 652 778 kroner. I følge Lyngdalsmodellen beregnes kostnader basert på brukeren, altså per elev, og ikke på den tradisjonelle metoden som baserer seg på en utregning i forhold til kostnader fordelt på kvadratmeter. Livsløpskostnader vurderes i henhold til NS 3454 *Livssyklus kostnader for byggverk-prinsipper og struktur*. I NS 3454 fremkommer kontostruktur, definisjoner og beregningsanvisning (Kruse Smith, 2012^b).

4.1.2 Overordnet mål

Prosjekt Lyngdal ungdomsskole har som overordnet mål å bygge et fremtidsrettet skolebygg som skal erstatte eksisterende Berge ungdomsskole. Skolen er et ledd i kommunens strategi om å skape et tilfredstillende utdanningstilbud til barn og unge i Lyngdal. Det er lagt fokus på at bygget skal inneha praktiske løsninger, *slik at skoleanlegget opprettholder estetiske og funksjonelle kvaliteter over tid* (Asplan Viak, 2012). For at prosjektet skal skape ønskede resultater benyttes *Lyngdalsmodellen*. Skolens elever og lærere defineres som prosjektets brukere, og disse står i fokus når sentrale valg i planleggingsfasen tas. Utgangspunktet for prosjektet er at eksisterende ungdomsskole er nedslitt og har for liten kapasitet (Kruse Smith, 2011). I følge Kruse Smith (2011) er hovedideen bak prosjektet å:

Utvikle og bygge nye Berge Ungdomsskole på en optimal måte for å understøtte skolens mål for opplæring med høy kvalitet, til lavest mulig årlig kostnad per elev og med nødvendig mulighet for tilpasninger til endrede behov.

4.1.3 Prosjektmål Lyngdal Ungdomsskole

Det er definert tre hovedfokusområder for Lyngdal Ungdomsskole.

- Bedre kvalitet for brukere og byggherre
Den eksisterende skolen vurderes til å ikke tilfredstille gjeldene krav med hensyn til prosjektets brukere. En ny skole vil øke kvaliteten både for brukerne og byggherre. Dette vil understøtte effektiv tjenesteyting i utdanningssektoren.
- Lavere livsløpskostnader
Prosjektgjennomføringen skal sikre effektive, funksjonelle løsninger slik at driftskostnader holdes lave gjennom hele prosjektets levetid. Kruse Smith har tilbudt seg å stå for driften, og dette skaper incentiver for løsninger som sikrer lave driftskostnader.
- Bedre opsjonsmuligheter i bygget
Fleksibilitet i forhold til ulik bruk.
Generalitet for flerbruksmuligheter.
Elastisitet til større eller mindre arealer.

Jfr. prosjektmålhirearkiet 2.2.3 har prosjektet definert mål i de tre definerte nivåene:

Samfunnsmål

Verdiskapning gjennom integrering og hevet kunnskapsnivå for alle elever.

Brukermål (Effektmål)

Skoleanlegget skal bevisst brukes til å:

- Bygge gode relasjoner mellom elever, mellom elever og ansatte, ansatte imellom og mellom skole og omverden
- Styrke skolens flerkulturelle miljø

Dette skal måles ved elevundersøkelsen, mobbeundersøkelsen og trivselsundersøkelsen.

Resultatmål

1. Et skoleanlegg som gir gode muligheter for variert pedagogisk tenkning. Tilpassningsdyktige bygningsdeler, tekniske systemer og form. Bygningen gir muligheter for variert undervisning gjennom klasserom, grupperom og åpne arealer.
2. Et anlegg med arkitektoniske og tekniske løsninger som fremmer et godt og inspirerende læringsmiljø for elever og lærere.

3. Et uteområde som fungerer som arena for trygg aktivitet og læring.
4. Et skoleanlegg som er utformet med sikte på lavest mulige årskostnader per elev over levetiden.

(Asplan Viak, 2012)

4.2 Lyngdalsmodellen

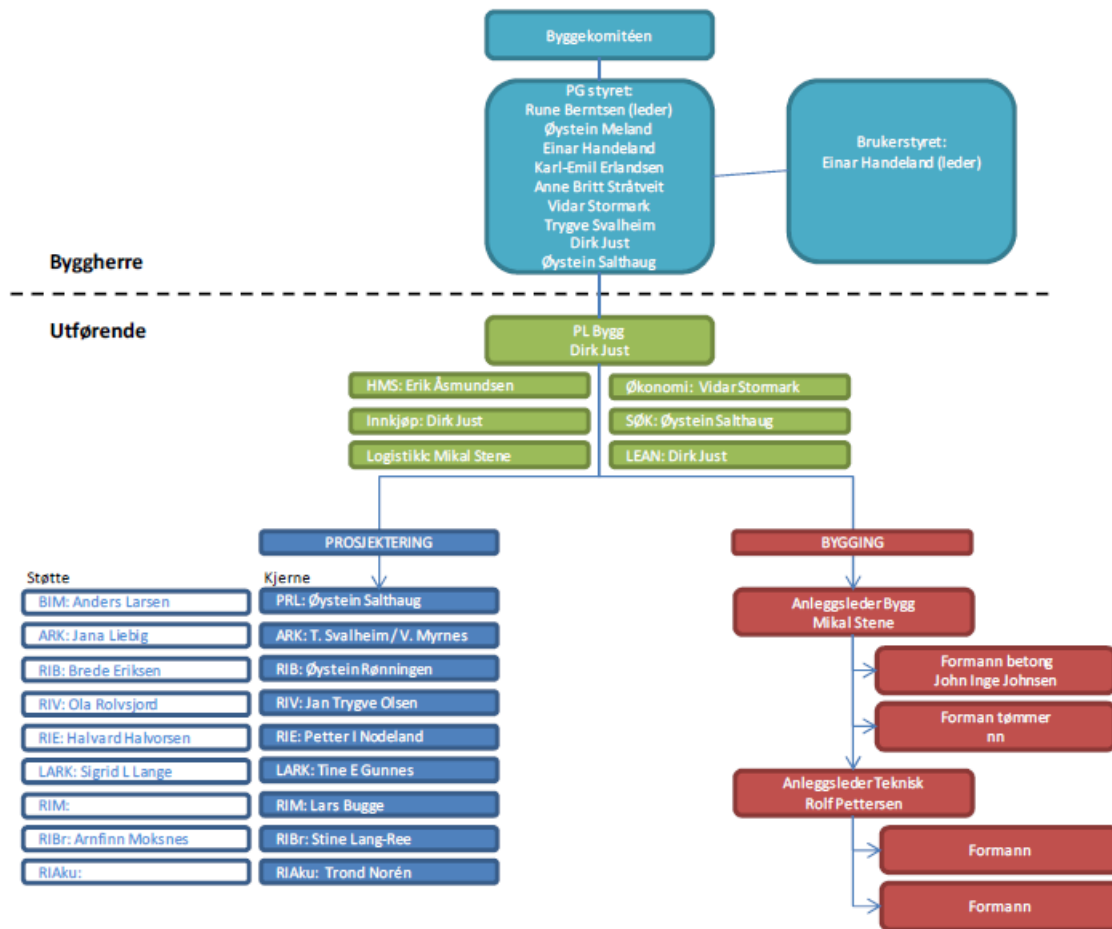
Lyngdalsmodellen er et prosjekt som baserer seg på en brukerstyrt, samspillsorientert OPS-modell. Lyngdalsmodellen er en videreførelse av den klassiske totalentreprisen, med klare trekk av partnering, men har flere vesentlige forskjeller. Lyngdalsmodellen er illustrert i figur 2.12, og sammenliknet med de andre entreprisformene.

Mikael Stene, anleggsleder ved prosjektet, legger vekt på at ved en totalentreprise vil en underleverandør få en sum for et stykke avtalt arbeid som er definert av en kontrakt mellom partene. Hvis det forekommer endringer i utførelsen, eller det blir gjort feil og ting må utbedres krever dette en endringsmelding og en utvidelse av det opprinnelige vederlaget. Dette kan påvirke kostnadene drastisk gitt underleverandørens manglende incentiv til å velge varige kvalitetsløsninger. Det vil også i stor grad være opp til underleverandøren alene hvilke materialer og løsninger som velges. Det kan også diskuteres en incentivproblematikk i forhold til endringer av utførelse, da endringer og tilleggsarbeid fører til økt vederlag. Lyngdalsmodellen beskrives av Kruse Smith som en *allianse*, hvor det står sentralt at en prosjektgruppe (PG) tar alle beslutninger. Prosjektleder Dirk Just peker på at dette fører til en unik åpenhet i forhold til valg og løsninger hos alle underleverandører og aktører i prosjektet, og at dette fører til en høy grad av oppfattet kvalitet hos alle parter. I følge Meland (2012^g) er det flere klare fordeler med Lyngdalsmodellen:

- Tidlig involvering og reelle påvirkningsmuligheter for brukerne og eier i hele utformingsprosessen
- Bedre kvalitet på gjennomføringsprosessen
- Bredere beslutningsgrunnlag
- Lavere livsløpskostnader
- Bedre opsjonsmuligheter i bygget

Et klart insentiv til kvalitet ligger i byggherrens opsjon om drift av bygget. De har mulighet til å sette dette bort til Kruse Smith. Dette skal føre til at kvalitetsløsninger velges. Med brukerne i fokus har man muligheten til å utføre løsninger som er riktige for disse, dette

fører igjen til at elever og lærere vil vurdere sluttproduktet som en skole med funksjonelle løsninger og høy kvalitet. Figur 4.3 illustrerer prosjektets organisasjonskart.



Figur 4.3: Organisasjonskart
(Kruse Smith, 2011)

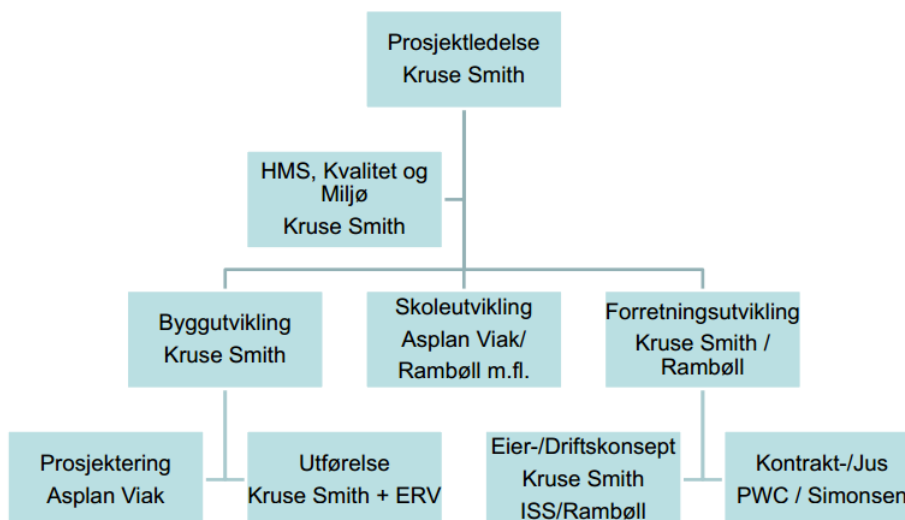
4.3 Aktører og roller

Aktører som bidrar i prosjektet:

Oppdragsgiver	Lyngdal Kommune
Byggherre	Lyngdal Kommune
Prosjektansvarlig	Karl-Emil Erlandsen
Leder brukerstyret	Einar Handeland
Brukerkoordinator	Anne Brit Stråtvedt
Brukere	Elever og ansatte ved skolen
Prosjektleder	Kruse Smith v/ Dirk Just
Prosessleder	UiA v/ Øystein Meland
Arkitekt	Asplan Viak
Byggeteknisk Rådgiver	Asplan Viak
VVS-teknisk rådgiver	Asplan Viak
Elektroteknisk Rådgiver	Asplan Viak
Miljø og energi Rådgiver	Asplan Viak
Brannteknisk Rådgiver	Asplan Viak
Lyd og Akustikk	Asplan Viak
Økonomisk Rådgiver	Kruse Smith
Prosjekteringsleder	Rambøll
Entreprenørrådgiver Bygg	Kruse Smith
Entreprenørrådgiver Teknisk	ERV
Hovedentreprenør Bygg	Kruse Smith
Hovedentreprenør Teknisk	ERV

Tabell 4.4: Aktører
(Asplan Viak, 2012)

Prosjektet er organisert etter Lyndalsmodellen, jfr. 4.2.3, dette fører til at en klassisk hierarkisk organisering ikke finner sted, men at det er en prosjektgruppe som samarbeider om beslutninger. Figur 4.4 gir en oversikt over ansvarsområder for de utførende i prosjektet.

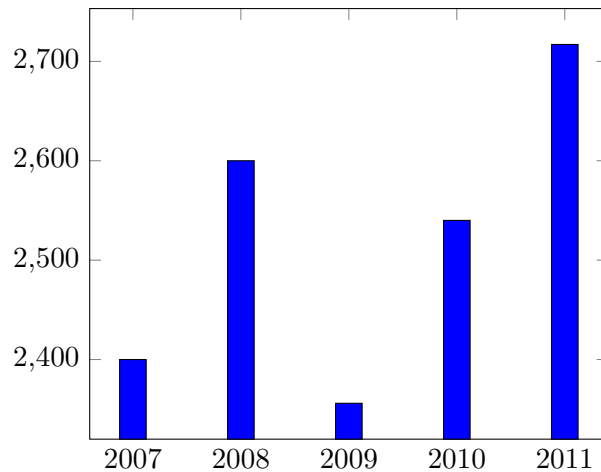


Figur 4.4: Organisasjonskart med ansvarsområder for de utførende

Alle aktører beskrevet under har levert stabile, gode regnskapstall i en tilfredstillende tidsperiode. Dette styrker gjennomføringsevnen til prosjektet gjennom en kontrollert lav risiko for konkurs og andre problemer knyttet til lønnsomheten hos samarbeidspartnerne.

4.3.1 Kruse Smith

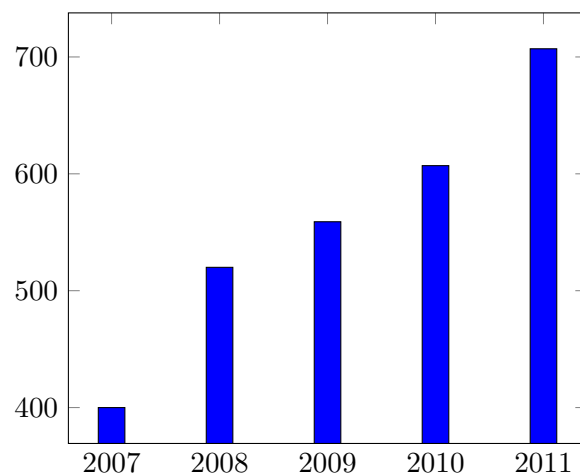
Kruse Smith AS ble etablert i 1935. I dagens marked er selskapet en av de ledene aktørene i forhold til omsetning. Lokal forankring er noe de verdsetter høyt (Kruse Smith, 2012^a). Selskapet er Norges sjette største entreprenør med 950 ansatte. Konsernets primære markedsområde er Sør-Norge, men engasjementet strekker seg over hele landet. Selskapet har delt sin aktivitet inn i forretningsområdene bygg, byggfornyelse, anlegg og bolig- og eiedomsutvikling (Proff.no, 2013^a).



Figur 4.5: Driftsinntekter Kruse Smith 07-11
Alle tall i millioner kroner (ibid)

4.3.2 Asplan Viak

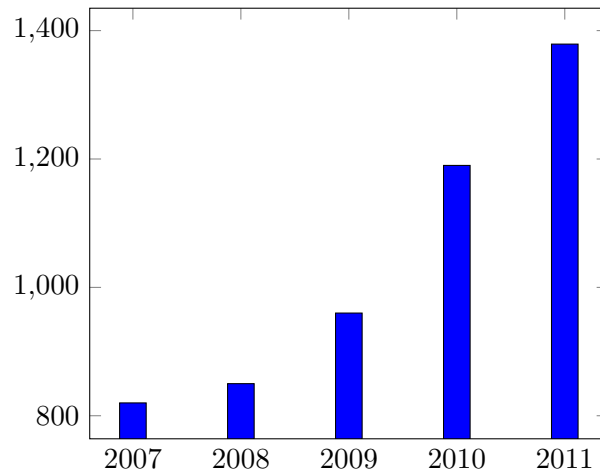
Asplan Viak AS er et konsulent- og rådgivningselskap som innehar tverrfaglig kompetanse innenfor BA-bransjen. Selskapet har ca. 600 ansatte og opererer også innenfor arealplanlegging, energi og miljøteknikk, landskapsarkitektur og teknisk installasjon (Asplan Viak, 2013). Selskapet utfører oppdrag i hele Norge og hadde i 2011 driftsinntekter i overkant av 700 millioner kroner (Proff.no, 2013^b).



Figur 4.6: Driftsinntekter Asplan Viak 07-11
Alle tall i millioner kroner (ibid)

4.3.3 Rambøll

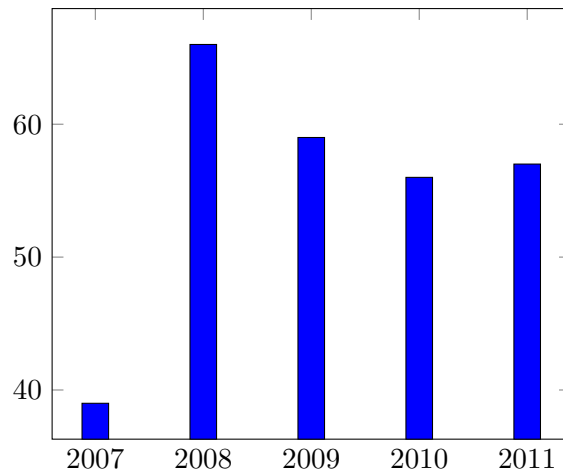
Rambøll er et dansk selskap opprettet i 1945. Selskapet sysselsetter over 10 000 ansatte og er nordens største rådgivende ingeniørselskap. Rambøll opererer innefor BA-bransjen, energivirksomhet, telekommunikasjon og generell virksomhetsrådgivning. Selskapet innehar bred kompetanse og erfaring som prosjektet vil ha nytte av (Ramboll.no, 2013).



Figur 4.7: Driftsinntekter Rambøll Norge 07-11
Alle tall i millioner kroner (ibid)

4.3.4 ERV

ERV er en teknisk entreprenør som har samarbeidet med Kruse Smith på et stort antall prosjekter. Selskapet er en av de mindre aktørene i prosjektet, men har drevet siden 2006 og har en lokal forankring til prosjektet i og med at de er stasjonert i Lyngdal (Erv.enklest.com, 2013). Etter et rolig førsteår har selskapet levert positivt stigende resultater og vurderes som en stabil samarbeidspartner.



Figur 4.8: Driftsinntekter ERV Teknikk 07-11
Alle tall i millioner kroner (ibid)

4.3.5 Milepeler i BIM-modell

Fremdriften i prosjekteringsfasen styres etter bulidingsmart (BIM)

BIM bygger på 4 prinsipper: (BuildingSmart, 2013)

1. En ide - effektiv informasjonsflyt er nøkkelen for å utnytte mulighetene som ligger i moderne IKT-verktøy
2. Et sett standarder som muliggjør effektiv informasjonslogistikk
3. En organisasjon - som forvalter standardene
4. Prosjekter - arenaer for utførelse hvor standardene kan brukes

Milepel 1: Yttervegger og bæresystem

Milepel 2: Planløsning

Milepel 3: Endelig løsning utvendig

Milepel 4: Komplettering tekniske systemer

Milepel 5: Endelig løsning innvendig

Milepel 6: Innredning

BIM-modellen er et system hvor all informasjon om bygget modelleres med alle detaljer. Detaljene tildeles egenskaper, slik at man kan undersøke hvordan en endring vil påvirke et annet objekt (ibid). BIM-modellen har vært en avgjørende faktor for en god prosjektgjennomføring. Dette grunnet problemer med kommunikasjon og leveransen i prosjekteringsfasen, og grad av parallell prosjektering/utførelse. Anleggsleder kunne selv hente ut

mye og korrekt informasjon fra 3D modellen utarbeidet etter BuildingSmart prinsippene. Denne modellen stiller prosjektledelsen seg veldig positiv til bruk i fremtidige prosjekter.

Kapittel 5

Fremdrift og avvik i prosjektet

5.1 Fremdriftsplan i prosjektet

Overordnet fremdriftsplan er som følger:

Skisseprosjekt vedtatt av kommunestyret: 19/05/2011.

Forprosjekt presentert for kommunestyret 22/09/2011 og behandlet 13/10/2011.

Planlagt rivningsarbeid: 01/11/2011.

Planlagt byggestart: 15/11/2011.

Planlagt ferdigstillelse: 01/05/2013.

Planlagt virksomhetsstart: Skolestart høsten 2013.

(Asplan Viak, 2012)

Hovedfremdriftsplanen har blitt revidert tre ganger, og prosjektet er nære den planlagte fremdriften, den ble sist revidert mai 2013 for å fastsette endelig ferdigstillelsesdato, denne ble satt til 30/05/2013. De resterende datoer ovenfor har blitt overholdt, sier Kruse Smith. Den overordnede fremdriftsplanen har ikke vært fokus for planleggingen, da denne er unøyaktig og kun gir et overordnet bilde over fremdriften. Prosessplanen har vært den planen som har vært oppdatert og brukt som styringsverktøy. Per 23/05 predikerer prosjektledelsen at prosjektet skal overleveres 31/05, med forsinkelser på enkelte fag, med stål og murarbeid som de viktigste. Det forekommer også sentrale forsinkelser forbundet med utomhus, og dette blir i sin helhet ikke ferdigstilt til skolestart 2013.

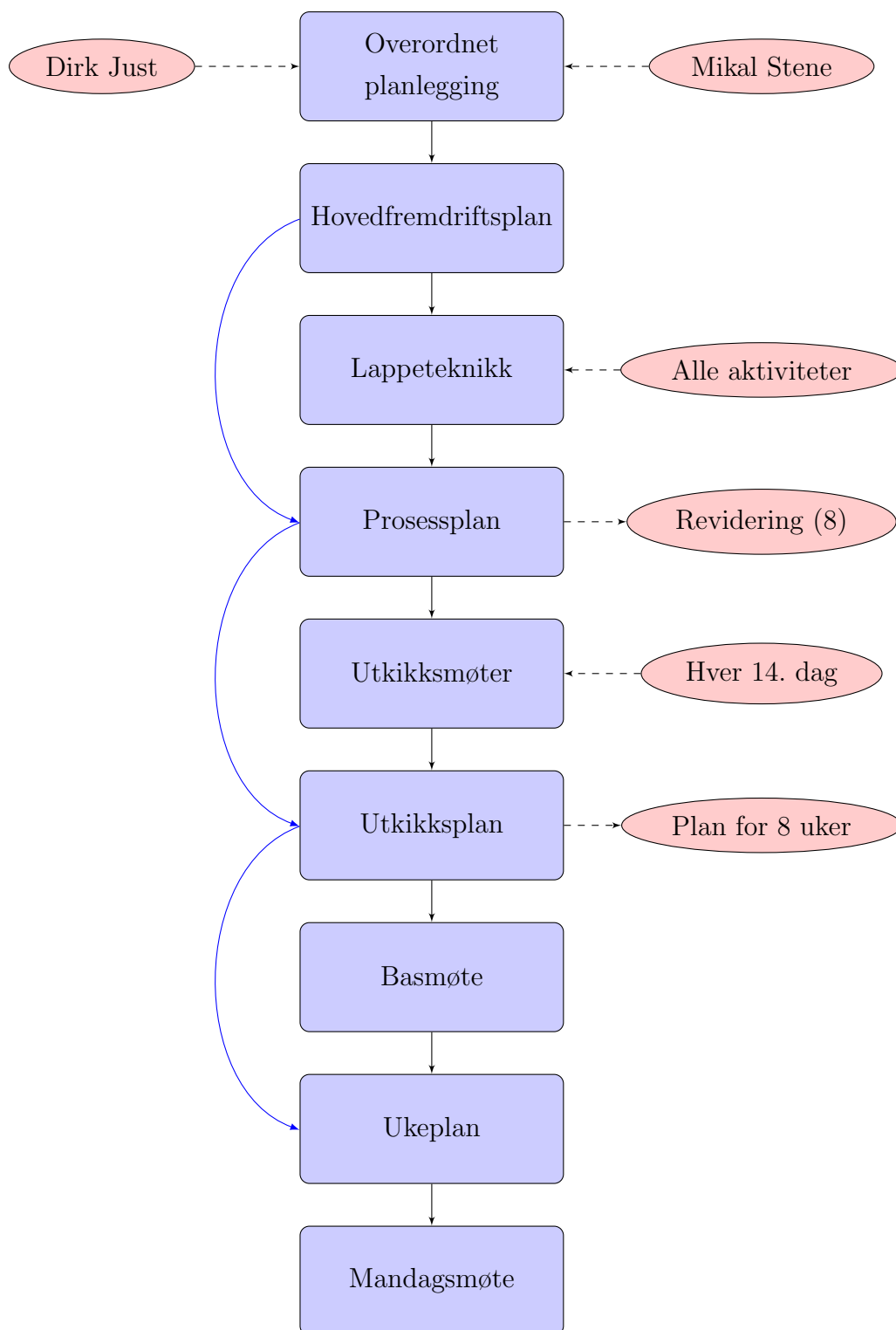
5.1.1 Prosjektnedbrytning

Følgende nedbrytningsstruktur ble planlagt å bruke: Prosjekt, delprosjekt, kontrollsen-ter, kontraktspakke, arbeidspakke og aktivitet. Denne ble ikke benyttet og prosjektet ble istedet brutt ned fra overordnet nivå av Mikal Stene og Dirk Just, til fag. Det viktigste fokus lå på å bryte ned i fag og la representanter fra fagene selv definere aktivitetene

innenfor sitt fag. De innvendige inkluderer; tømmerarbeid, sparkling, mur og flis, elektro, rør, ventilasjon, stål og metall, himlingsmontasje, gulv og diverse. De utvendige inkluderer; betongarbeid, grunnarbeid, stålkonstruksjon, taktekking, fasade, blikkenslager, glass, luftbehandlingsanlegg og energianlegg. Disse aktivitetene fikk sine egne farger for å kunne illustreres grafisk med varighet, oppstart- og sluttidspunkt i et Gantt-diagram. De ulike fagene fikk en ansvarlig entreprenør som vurderte alle aktivitetene faget inkluderte. Det ble deretter vurdert hvor lang tid de ulike aktivitetene ville ta og hvilke forutsetninger som måtte være oppfylt for at de kunne iverksettes.

5.2 Fremdriftsanalyse

Kruse Smith har lang erfaring i bransjen og har derfor utviklet metoder for fremdriftsstyring. Deres metode ble lagt fram i sammenheng med dette casestudiet av anleggsleder Mikael Stene. Planleggingsprosessen i prosjektet er illustrert i figur 5.1.



Figur 5.1: Planleggingsprosessen ved Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole

Fritt etter samtale med Mikal Stene.

“Vår implementering av Lean thinking er å fjerne ineffektivitet i planleggingsprosessen. Dette blir gjort gjennom en grundig planleggingsprosess.”

— *Mikal Stene*

Overordnet planlegging

Første steg innebærer en overordnet planlegging utført av prosjektledelsen (jfr. vedlegg A.3). Her settes det opp i grove trekk alle fag som behøves i prosjektet og hvor lang tid de tilhørende aktivitetene vil ta. Dette er for å gi et overordnet blikk på tidsrammen.

Hovedfremdriftsplan

Den overordnede planleggingen fører til en hovedfremdriftsplan. Det nevnes at det i denne er lagt inn en del slakk. Når hovedfremdriftsplanen er i boks, har man oversikt over hvilke fag som skal delta i prosjektet, og man har da en viktig jobb med å innhente den nødvendige kompetansen gjennom underleverandører, slik at en gjennomføring av alle prosjektets aktiviteter er mulig.

Oppstartsmøte og lappeteknikk

Oppstartsmøtet er en del av Kruse Smith sin Lean Construction tankegang med fokus på å effektivisere kommunikasjonen mellom entreprenørene i oppstartsfasen. Det er i denne fasen det er mest gunstig å endre på ting, da endringer i senere faser relativt sett innebærer større kostnader. Her får de tid til å bli kjent før den hektiske oppstarten på byggeplassen, og særegne elementer ved de forskjellige fagene kan uttrykkes før de eventuelt diskuteres høytlytt på selve byggeplassen. Det er en arena hvor strategi kan diskuteres, og alle kan få et bedre innblikk i prosjektets overordnede mål og hva som må fungere for å oppnå en tilfredstillende gjennomføring. Denne tidlige kommunikasjonen kan føre til tidsbesparelser senere i produksjonen gjennom økt forståelse for hverandres fag og risikoelementer i disse. Det legges også opp til at de involverte i prosjektet skal bli involvert i større grad slik at de får en økt interesse for at prosjektet som helhet lykkes, og ikke bare sine spesifiserte aktiviteter. Bakgrunnen for dette er at i et byggeprosjekt vil de ulike fagene være så avhengige av hverandre, og derfor påvirke hverandres mulighet til en tilfredstillende gjennomføring. En klar fordel med dette er at materialbestillinger blir enklere å gjennomføre til rett tid i prosjektet. I planleggingsformen lappeteknikk møtes representanter fra alle fagene og legger fram hvor lang tid de trenger på sine aktiviteter. Dette er noe de anslår selv etter profesjonelle erfaringer. Dette gjøres slik at de ulike fagene kan koordineres og aktivitetene som er avhengige av hverandre kan planlegges og fastsettes i forhold til dato og tid. Dette gir de ulike representantene et bilde over hvilket tidsrom de kan utføre sine aktiviteter, grunnet sin mulige avhengighet av ferdigstilling av andre fags aktiviteter. Denne prosessen er essensiell for å kunne legge opp til en fremdrift som ikke preges av venting

på ferdigstilling av aktiviteter fra andre fag. Dette resulterer i en prosessplan (jfr. vedlegg A. 4). Hovedpoenget bak lappeteknikken er i følge Mikal Stene at tidligere har ulike fag planlagt fremdriften hver for seg, og så har det kræsjet på byggeplassen. Kommunikasjonen har ikke vært god nok i forkant av byggestart. Denne metoden sørger for planlegging i fellesskap slik at alle involverte kan forstå hvilke utfordringer som ligger i de ulike fagene.

Prosessplan

Prosessplanen er en detaljert oversikt over de ulike aktivitetene, datoene de skal gjennomføres, hvor lang tid de har tilmålt, og hva som må være ferdigstilt før de kan iverksettes. Dette vil være den planen de utførende bruker når de planlegger når og hvor de skal utføre sine aktiviteter. Denne planen revideres kontinuerlig, og er nå revidert åtte ganger (28/05/13).

Utkikksmøter

En viktig del av Lean Construction metoden er å utføre utkikksmøter hver fjortende dag, slik at det er mulig med en kontinuerlig effektivisering av aktivitetsgjennomføringen i prosjektet. Utkikksmøtene tar utgangspunkt i aktivitetenes åtte forutsetninger for å kunne gjennomføres.

Alle aktiviteter som skal gjennomføres må vurderes opp mot disse forutsetningene på utkikksmøtet. På dette tidspunktet er det mulig å fjerne eventuelle hinder for aktivitetene. Utkikksmøtene *times* derfor med to ukers mellomrom og planlegger aktiviteter for åtte uker fram i tid. Dette gir muligheten til å oppdage og fjerne hindre tidnok slik at aktiviteter kan iverksettes til planlagt tid.

“Utkikksmøtene fører til at vi kan sjekke om alt som må være ferdig før en aktivitet kan begynne, faktisk er det.”

— Mikal Stene

Dette er et viktig verktøy for å minimere avvik i forhold til fremdriften. Det er her hindringsanalysen ligger, slik at det kan vurderes hvilke hindringer som har oppstått eller er mest sannsynlig at kan oppstå. Alle hindringene skal være fjernet før basmøtet.

Utkikksplan

Utkikksplanen baserer seg på prosessplanen og utkikksmøtene, og er en åtte ukers oversikt over hva som skal gjøres.

Basmøter

Basmøtene legger opp til at alle fagene skal kunne kommunisere hvilken sone de skal

jobbe i og gjøre avtaler angående rekkefølgen på aktivitetene. Tidligere har det oppstått problemer ved at enkelte fag har gjort sitt uten å kommunisere med andre, og det må omgjøringer til for at andre fag kan få gjort sitt. Dette møte holdes ukentlig. Representanter for alle fag ser på utviklingsplanen og diskuterer alle ukens aktiviteter og drøfter hvilke utfordringer som kan oppstå. Det fokuseres på om det har oppstått noen endringer som kan skape hindringer for gjennomføring av utviklingsplanens aktiviteter. Det er her den teoretiske planleggingen går over til den praktiske, nevner Dirk Just.

Ukeplan

Ukeplanen lages etter basemøtet, og basene videreformidler til sine egne baser. Representanten for sitt fag må videreformidle hvilke aktiviteter som skal gjøres gjeldene uke, og hvilke eventuelle utfordringer de står ovenfor.

Mandagsmøte

Mandagsmøte holdes hver mandag klokken 07. Her går planleggingen ned på et detaljnivå hvor det kort gjennomgås hva som skal gjøres gjeldene uke. Det legges fram akkurat hva som skal gjøres og hvem som skal utføre dette arbeidet.

5.2.1 Gantt-diagram og kritisk vei

Det ble utarbeidet Gantt-diagram i prosjektet, slik at alle prosjektets aktører enkelt kunne få oversikt over alle prosjektets fag og aktiviteter, og det illustrerer på en god måte aktivitetenes rekkefølge. Med denne metoden er det også hensiktsmessig å danne kritisk vei for prosjektet, slik at man har en god oversikt over delmål. Den grafiske fremstillingen (Gantt-diagrammet) skal kunne endres etter hvert, ved endringer i fremdriften. Denne fremstillingen gjør det lett for alle parter å få oversikt over hva som skal utføres de ulike ukene i gjennomføringsfasen. Det har i prosjektet vært fokus på hvilke aktiviteter som er kritiske og skille disse fra de andre. Det har fungert bra gjennom utviklingsmøter å fjerne hindre for disse kritiske aktivitetene slik at alle forutsetninger for iverksettelse er på plass. Milepeler er lagt inn i den opprinnelige hovedtidsplanen og markert med et diamantsymbol. Det har ikke blitt dannet kritisk vei i planleggingsfasen, og ikke ved et senere tidspunkt heller. Dette utydeliggjør defineringen av hvilke aktiviteter som er kritiske og hvilke man tåler forsinkelse på.

5.2.2 Replanlegging

Jfr. figur 2.6 kan et måletidspunkt av fremdriften beregnes i en tallfestet produktivitet. Denne indikerer en sammenheng mellom tid og arbeidsvolum som kan sammenliknes med den opprinnelige planen. Det skal avdekkes hvilket kostnadspåslag som eventuelt

har oppstått og hvordan prosjektet ligger an i forhold til tid og verdi. Den målte produktiviteten skal sammenliknes med den planlagte slik at man kan avdekke tendenser i produktiviteten. Det må fra dette tidspunkt vurderes om det skal lages en revidert plan med den oppnådde produktiviteten, eller om fremdriftsplanen fortsatt skal basere seg på den opprinnelige, planlagte produktiviteten. Dette kan være tilfellet hvis ekstraordinære hendelser har inntruffet som ikke vil påvirke produktiviteten resten av tiden. Hvis bakgrunnen er at produktiviteten har vært lavere enn planlagt generelt, bør videre fremdrift basere seg på den oppnådde produktiviteten gjennom en ny fremdriftsplan. Det må da også dannes en ny kritisk vei og vurdere om milepelene må endres. Sentralt i fremdriftsstyring står endring. Hovedpoenget med å følge opp prosjektet er å kartlegge kostnadspåslag og kunne sette en ferdigstillelsesdato med større sikkerhet enn ved den planen som er lagt før utførelsesfasen startet. Det er derfor et stort forbedringspotensiale når overordnet fremdriftsplan ikke er justert etter oppnådd produktivitet, det er kun prosessplanen (jfr. 5.2) som endres, denne endrer bare aktivitetene for en åtte ukers periode, og vil ikke ha stor innvirkning på ferdigstillelsesdato. Det store fremdriftsbildet må også vurderes, slik at man kan danne ny kritisk vei og sette ny ferdigstillelsesdato etter en oppfølging av fremdriften. Dette kan føre til lavere kostnader for den resterende prosjekttiden. Man kunne også vurdert hvilke aktiviteter som kunne blitt *krasjet*. Dette ville representert en kostnad for en tidlig ferdigstilling. Vurderingen kunne blitt målt opp mot besparelser ved å iverksette andre aktiviteter tidlig, og i det store bildet ferdigstilt prosjektet tidligere.

5.2.3 Estimering av lengde på aktiviteter

I prosjektet har det blitt lagt vekt på at de ulike representantene for fagene har estimert lengde på prosjektets aktiviteter. Estimeringen har blitt gjort gjennom *lappeteknikken* (jfr. 5.2) Det har ikke blitt estimert lengde på aktiviteter gjennom eksempelvis (PERT) eller andre sannsynlighetsberegninger for aktivitetslengde. Det har kun blitt lagt vekt på fagrepresentantens erfaring og skjønnsmessige vurdering. Slik kan den estimerte tiden blir for lang på grunn av representantens tendens til å planlegge litt for lenge grunnet frykten for forsinkelser. Dette kan føre med seg unødvendige kostnader og en misbrukt sjanse til å ferdigstille prosjektet tidligere.

5.2.4 Oppfølging

Prosjektet måles opp mot kostnadene fra kalkylen og reviderte totalsummer for hver enkelt post. Disse tallene gjennomgås og rapporterte til byggherre ved PG-styret og plan og byggekomiteen månedlig. Det vurderes her hvilke kostnadspåslag som har oppstått. Fremdriften følges opp ved prosessene i Lean Construction, hvor det kontinuerlig utføres hindringsanalyser i forhold til aktiviteter, og det rapporteres hvilke avvik som har oppstått

og hvorfor. Forsinkelser vil påvirke den videre planleggingen på utviklingsmøtene, som resulterer i prosessplanen.

5.2.5 Soneinndeling

Som del av Lean Construction ble bygget delt opp i soner slik at en sone kunne ferdigstilles før en annen, for å redusere dobbeltarbeid og omgjøring. For komplett soneinndeling se vedlegg A.6, A.7 og A.8. Dette førte til økt effektivitet ved planlegging av hvor arbeid skulle utføres og gjorde materialflyttingen lettere. Soneinndelingen har av flere aktører blitt beskrevet som vellykket og effektivt, og noe som har effektivisert planleggingen. Et unntak er i avslutningsfasen; figur 5.2 viser innvendig sone 3,4, 5 og 9 25/04/2013. Dette er rett før ferdigstilling og enkelte soner er ikke avsluttet før avsluttende arbeid skulle ferdigstilles i neste sone. Dette kan føre til noe ekstraarbeid i en sone, når flere soner ferdigstilles på samme tidspunkt. I dette tilfellet vil ikke dette føre med seg store kostnader, men i andre tilfeller kan det være meget kostbart hvis ikke basene kommuniserer om når en sone skal ferdigstilles. Dette har vært et fokusområde for Kruse Smith i planleggingen og implementeringen av Lean Construction, og det er forbedringspotensiale på dette feltet.



Figur 5.2: Innvendig fem dager før planlagt ferdigstilling

5.3 Vurdering av Lyngdalsmodellen i lys av fremdrift

En viktig del i modellen er at brukerne er i fokus, og at kommunen sitter i fremste rekke når beslutninger skal tas. Prosjektgruppen (PG) tar beslutninger, og gjennom møtevirksomhet blir krav og ønsker lagt frem fra de forskjellige delaktige parter (jfr. figur 4.3). Det er viktig at de som stiller opp på disse møtene, eksempelvis representanten for brukerne eller for kommunen, har myndighet og tilstrekkelig informasjon til å ta de beslutninger som er ønsket av de gruppene de representerer. Dette for å sikre en effektiv planlegging slik at fremdriften ikke blir hindret av endrede eller ufullstendige valg i prosjektgruppen. Prosjektleder Dirk Just nevner at i en samarbeidsmodell er kommunikasjon mellom de ulike

aktørene som leverer tjenester kritisk for en presis fremdrift. Det nevnes også at krav som vurderes som bransjestandarder, ikke alltid blir fulgt når de kommer til levering av tjenester i tide. Modellen for planlegging (jfr. figur 5.1) legger opp til et tett samarbeid mellom aktørene i en tidlig fase, slik at det tilrettelegges for en effektiv fremdriftsstyring. Lyngdalsmodellen legger opp til et tett samarbeid mellom alle aktører, og det er hensiktsmessig for fremdriften grunnet at dette samarbeidet gjør det lettere å fjerne hindre som kommer til å oppstå for enkelte aktiviteter.

“Mye står og faller på om en samarbeidspartner leverer eksempelvis sine tegninger i tide, hva skjer om de ikke gjør det? Et byggeprosjekt består først og fremst av mennesker, deres styrker og svakheter.”

— *Dirk Just*

“I dagens modeller, hvor hovedentreprenøren ikke lenger gjør så mye av selve byggejobben, men outsourcer denne, er man avhengige av samarbeidspartnere som er kreative og dyktige. Det er mange faktorer man ikke kan styre, det er derfor svært viktig med gode prosesser i forhold til valg av samarbeidspartnere, og samtidig gjøre disse kjent med hverandre og hverandres utfordringer.”

— *Dirk Just*

Et av hovedproblemene i prosjektet har vært levering av tegninger for sent, eller at de har inneholdt feil eller mangler. I modellen som er brukt har de fått betalt for utbedring av tegninger, uansett årsak.

“Det er ingen ris bak speilet,”

nevner Mikal Stene, så en samarbeidsmodell vil ha sterke og svake sider. Om en leverandør leverer noe feil, vil han ikke straffes, men få betalt for omgjøringen.

5.4 Avviksanalyse

Vedlegg A.1 illustrerer alle avvik per 02/04/13 med begrunnelse, frister og ansvarlig person i forhold til hvert enkelt avvik. Totalt er det rapportert 150 avvik (per 02/04/13) med en samlet estimert kostnad på 2 450 290 kroner. Tabell 5.1 illustrerer de 150 avvikene og fordelingen mellom aktørene:

Ansvarlig aktør	Antall avvik	Estimert kostnad i kr
Asplan Viak	52	2 047 490
Lyngdal	50	204 800
Celsa Steel Service	11	36 000
ERV	7	24 000
Maltech AS	5	5 000
Frank Holte	5	12 000
Vintor AS	4	26 000
Sør Sveis AS	2	12 000
Lindland Maskin	2	2 000
Murerfirma Frank Holte	1	3 000
Malermester Knutson	1	2 000
Ramirent	1	50 000
Kruse Betong	1	1 000
Ivarson AS	1	1 000
Kvinesdal betong	1	10 000
Alle fag	1	1 000
Werdal transport	1	1 000
Br. Sunde	1	8 000
KS Utleie	1	1 000
Protan	1	1 000
AF-Decom	1	2 000
SUM	150	2 450 290

Tabell 5.1: Antall avvik fordelt per aktør

For å illustrere hvilke aktører som har forårsaket de største kostnadene forbundet med fremdriftsavvik, er de i tabell 5.2 rangert etter kostnadstørrelse.

Ansvarlig aktør	Estimert kostnad i kr
Asplan Viak	2 047 490
Lyngdal	204 800
Ramirent	50 000
Celsa Steel Service	36 000
Vintor AS	26 000
ERV	24 000
Frank Holte	12 000
Sør Sveis AS	12 000
Kvinesdal Betong	10 000
Br. Sunde	8 000
Maltech AS	5 000
Murerfirma Frank Holte	3 000
Malermester Knutson	2 000
AF-Decom	2 000
Lindland Maskin	2 000
Alle fag	1 000
Kruse Betong	1 000
Protan	1 000
KS Utleie	1 000
Werdal Transport	1 000
Ivarson AS	1 000
SUM	2 450 290

Tabell 5.2: Estimerte kostnader forbundet med hver aktørs avvik

5.4.1 Bakgrunn for avvik

Avvikene kan kategoriseres etter hvorfor de har oppstått. Kategoriseringen gjøres for å vurdere hvilke som kunne og burde vært unngått. Samtidig som flere avvik skyldes Asplan Viak, i følge Kruse Smith, sier Asplan Viak at dette er et komplekst spørsmål som har flere sider. Tegninger som leveres av Asplan Viak faller inn under et kunde/leverandør forhold. For at tegningene skal være tilfredstillende i utførelsesfasen må spesifikasjonene fra bestiller være klare, presise og gjennomtenkt. Det legges opp til et samarbeid her, som sikrer at leveransen blir som planlagt. Det nevnes av Asplan Viak at grunnet betydelig grad av parallell prosjektering/bygging, fikk de ofte svært korte tidsfrister på å levere tegninger.

“ Dette har ført til et stort tidspress på tegninger, og vi har strekt oss langt

for å møte tidskravene til prosjektledelsen.”

Det må også hensyntas de åtte forutsetninger for optimal produksjon, eksemplevis ved at Kruse Smith har gjort det forutgående arbeid som kreves for at Asplan Viak skal kunne lage tilfredstillende tegninger. Er det mangler i spesifikasjonen fra Kruse Smith, vil tegningene per definisjon inneholde mangler når de kommer tilbake fra Asplan Viak, selv om de gjorde en god jobb ut ifra sine forutsetninger. Fra Asplan Viak sitt perspektiv vil avviket derfor skyldes Kruse Smith. Tolkningen må ikke være at Kruse Smith står bak alle avvik grunnet upresise spesifikasjoner, men at problemet er sammensatt, og kan ikke bare legges på Kruse Smith.

150 avvik vurderes av prosjektledelsen som *i overkant mange*, og at mye av grunnen ligger i mangelfull kvalitet i prosjekteringen. Det nevnes også at det var et fokus på å registrere alle avvik, slik at dette kunne brukes i evalueringsfasen. Når det gjelder de rapporterte avvikene, kommenterer Asplan Viak;

“Vi har sett gjennom avviksoversikten fra Kruse Smith, og mener at halvparten er ubegrunnet.”

Det er her en uenighet mellom Kruse Smith og Asplan Viak om hvor ansvaret for disse avvikene ligger. Rambøll peker på at i et kunde/leverandørforhold mellom Asplan Viak og Kruse Smith, ligger ansvaret på eksperten på gjeldende område, som i prosjekteringsfasen vil være Asplan Viak. De skal lage tilfredstillende tegninger i tide, og spesifisering fra Kruse Smith skal ikke være tema. Det har ifølge Rambøll oppstått klare avvik fra Asplan Viak og det nevnes at det ligger et forbedringspotensiale hos de i leveransen av tegninger med tanke på kvalitet og tid.

Av kritiske avvik nevnes endring av takkonstruksjonene, endringen av takdekke ble gjort på grunnlag av for høy kostnad på opprinnelig dekke, noe som førte til beslutningen om å bytte fra såkalt *Q-dekke* til *lettak*. De totale avvikene summerer seg til 2 450 290 kroner, og Asplan Viak står for 88 % av denne summen ¹. Det resterende skyldes 8 % byggmessige feil,² som eksempelvis feil støpt trapp, og de resterende 4 % vurderes som slurv.³

5.4.2 Prosjektlederens vurdering av prosjektets fremdrift

Prosjektlederen vurderer prosjektet som en suksess grunnet tilnærmet ferdigstillelse under målsum og en fremdrift ikke langt fra den planlagte. Lean Construction tankegangen

¹0,876 = 2147490/2450290

²0,084 = 206000/2450290

³0,039 = 96800/2450290

har gjort planleggingen god, spesielt på detaljnivå gjennom hindringsanalysen. Forbedringspotensialet ligger i bedre og tidligere prosjektering, slik forsinkelser ikke oppstår som følge av utbedring av tegninger. Brukermedvirkningen har også vært positiv i forhold til ønsket kvalitet på løsninger, men dette har også ført til at hastigheten på gjennomføringen ikke har kunnet blitt endret så mye. De viktigste metodene for fremdriftsstyringen i dette prosjektet var utkikksmøtene som førte til prosessplanene, samt soneinndelingen som førte til mindre forsinkelser i forhold til leveranser og arbeidsaktiviteter. Prosjektledelsen mener at prosjektet kunne blitt gjennomført raskere ved et senere tidspunkt, grunnet det læringsutbyttet som er produsert gjennom valg av løsninger, og med bedre prosjektering.

5.4.3 Oppsummering

I tabell 5.3 oppsummeres det hvilke metoder og teorier som er brukt i fremdriftsstyringen.

Teori/Metode	Benyttet/Ikke benyttet
Gantt	Benyttet i tidlig fase, og gjennom prosessplan
Milepeler	Benyttet i tidlig fase, ikke justert etter faktisk fremdrift
Kritisk vei	Ikke benyttet
Integrert oppfølging	Ikke benyttet
Nettverksplanlegging	Ikke benyttet (Benyttet til en viss grad gjennom Lean Construction)
Lean Construction	Benyttet på en god måte, unntatt soneinndeling i avslutningsfasen
PERT	Ikke benyttet
Prosjektnedbrytning	Tradisjonell metode ikke benyttet, brutt ned til fag og aktiviteter
BIM	Benyttet på en god måte

Tabell 5.3: Oppsummering av metoder brukt i fremdriftsstyringen

Kapittel 6

Konklusjon

Jeg mener at i dette prosjektet kunne prosjektets strategi, i forkant av planleggingen vært utformet bedre, og implementert i større grad til alle prosjektets aktører. Strategien defineres som veien mot målet, Kruse Smith prioriterte at tingene ble gjort og at prosjektet skulle ha høy kvalitet, men den overordnede fremdriftsstyringen ble ikke prioritert i stor nok grad. En del av strategien var tankegangen Lean Construction som skulle sikre en effektiv planlegging (jfr. figur 5.1), dette skulle føre til en bedre fremdriftsstyring gjennom oppdaterte prosessplaner og fjerning av hindre for aktiviteter. Det overordnede fokus for lean er å fjerne alle aktiviteter som ikke skaper verdi for kunden. Ved at oppfølgingen ikke resulterte i ny, oppdatert fremdriftsplan basert på målte tall, vil ferdigstillelsesdato forbli usikkert, og løpende kostnader på byggeplassen akkumulere raskt. Det knyttet store daglige kostnader til produksjon ved en byggeplass, og store kostnader kunne vært redusert ved en bedre praktisering av lean tankegangen. Ved mangler i forhold til oppfølgingen ble det ikke bli vurdert tendenser og trender i prosjektet som kan påvirke utførelsen av den resterende prosjekttiden. Lean Construction fungerte i stor grad i form av hindringsanalysen. Ved utkikksmøtene ble det kartlagt hva som måtte gjøres for at en aktivitet skulle kunne starte på et gitt tidspunkt. Dette førte til oppdaterte og nøyaktige prosessplaner. Angående aktivitetene, burde det blitt utført en analytisk beregning av prosjektets aktiviteter som et alternativ til den skjønsmessige vurderingen. Dette kunne blitt gjort gjennom PERT-modellen. Bruk av denne modellen kunne ført til kortere gjennomføringstid på enkelte av prosjektets aktiviteter uten at dette hadde gått utover kvaliteten. Dette ville også muligjort en mer presis fremdriftsestimering. Hovedfokus lå på prosessplanene, som var resultat av utkikksmøter hvor fokus var å fjerne hindringer for aktiviteter i en åtte ukers periode. Dette førte til at den overordnede fremdriften kom i andre rekke, da den gjeldene perioden i prosessplanene ble det viktigste fokus. Prosessplanene forbedret gjennomføringen i denne aktuelle perioden, men ikke den totale prosjekttiden i stor grad fordi fokus på aktiviteter senere i prosjektet ikke ble vurdert. Det kan ha oppstått muligheter for iverksettelse av aktiviteter på et tidligere tidspunkt enn planlagt, men at dette

ikke har blitt gjennomført grunnet fullt fokus på aktiviteter i en annen periode. I forhold til prosjektoppfølgingen burde det også blitt brukt integrerte diagrammer for kostnad, tid og ressursavvik. Dette ville gitt de et bedre mål for fremdriften, og gitt de et bedre verktøy for analyse av fremdrift. Ved hjelp av integrert oppfølging ville de også hatt en mulighet for å definere hvor stor differanse det var mellom planlagt og faktisk fremdrift, slik at de kunne satt en ny kritisk vei, og en ny ferdigstillelsesdato. Da dette ikke ble gjort var ferdigstillelsesdato ikke satt selv fem dager før planlagt ferdigstilling. Kritisk vei har heller ikke blitt satt i noen av prosjektets faser. Hadde dette vært gjort ville man hatt en bedre oversikt over kritiske aktiviteter. Det har oppstått uenighet mellom Kruse Smith og Asplan Viak om hvem som er ansvarlig for store deler av avvikene. Det pekes på forbedringspotensiale hos hverandre, og det vil i evalueringsfasen av dette prosjektet vurderes hva som kunne blitt gjort bedre av begge parter. Kruse Smith mener det har oppstått forsinkelser og mangler på en stor del av tegningene, mens Asplan Viak peker på for korte tidsfrister og parallell prosjektering/bygging som bakgrunnen for flere avvik, men nevner også at rundt halvparten av avvikene skyldes feil eller forsinkelser hos de.

6.1 Viktigste funn

Viktigste funn i oppgaven inkluderer at prosjektledelsen ikke bruker integrerte diagrammer for kostnad, tid og ressursavvik ved prosjektoppfølging. Det vurderes også som viktig at det ikke blir estimert sannsynlig lengde på aktiviteter matematisk, men at dette kun vurderes etter skjønn. Dette virker litt tilfeldig, og aktører med mindre erfaring enn andre vil ha en større sannsynlighet for å beregne feil. Ved fremdrift som ligger nær den planlagte fremdriften er det lett å ikke vurdere om enkelte ting kunne blitt ferdigstilt før slik at andre aktiviteter kunne blitt iverksatt. Det er grunn til å tro dette gjennom mangelen på fokus på oppdatert fremdriftsplan grunnet en gjennomføring i tråd med den planlagte. Dette vurderer jeg som om at prosjektet kunne vært ferdigstilt tidligere, men å gi noe tidsanslag her er meget vanskelig. Det har ikke blitt vurdert hvilken kostnad som kunne blitt spart ved tidligere ferdigstilling av enkelte aktiviteter gjennom manglende vurdering av nytt ferdigstillestidspunkt. Det konkluderes med at mangelfull kommunikasjon mellom prosjekterende og utførende, samt knapp tid i prosjekteringsfasen er bakgrunnen for en stor andel av avvikene. Dette stemmer overens med konklusjonen utarbeidet av Meland (2000), som nevner disse som to som to av de tre viktigste forhold som påvirker fiaskograden sterkest, som henholdsvis nummer tre og en. Lean Construction har i dette prosjektet fungert meget bra for planlegging på kort sikt, men har ikke fungert for den overordnede fremdriftsplanleggingen.

6.1.1 Begrensninger

Begrensninger i oppgaven innebærer at avvik etter 02/04/13 ikke er registrert av undertegnede. Innsamling av data ble ikke gjennomført anonymt, og dette kan føre til feiltolkning av svar gjennom subjektivitet. Det er også en risiko for at respondentene har feiltolket mine spørsmål. Dette kan ha påvirket resultatene og svekket troverdigheten ved konklusjonene. Ved innsamlingen av data kan dokumenter som er viktige for analysen blitt oversett grunnet store mengder informasjon. Dokumenter som har blitt tilsendt kan også inneholde feil, eller ikke være de oppdaterte. Det nevnes også at ved kommunikasjonsforholdet mellom aktører er det vanskelig å definere hvem som har begrenset kommunikasjonsflyten.

6.1.2 Diskusjon

Kruse Smith bør ved framtidige prosjekter vurdere å oppdatere fremdriftsplanen i større grad, slik at enkelte aktiviteter har en mulighet til å bli ferdigstilt tidligere (jfr. krasjing 5.3.2). Det viser seg at dette prosjektet ikke hadde store kostnader forbundet med avvik i fremdriften, da disse endte under tre millioner. Hovedparten av avvikene kom av Asplan Viak, og de største kostnadene lå i at tegninger ikke kom i tide eller inneholdt mangler. Asplan Viak sto for 88 % av de rapporterte avvikene målt i kostnader. Det bør videreformidles til Asplan Viak av Kruse Smith at det ligger et forbedringspotensiale her, og eventuelt vurdere om vederlagsformene kan justeres slik at ansvarlig aktør må kompensere økonomisk ved repeterende avvik som burde vært unngått. Jo tidligere ting kan planlegges, jo bedre er det for alle parter. Tegninger som må til for et gitt prosess, bør ferdigstilles og revideres i god tid før den skal benyttes, slik at den kan kvalitetssikres, samtidig må bakenforliggende årsaker vurderes nøye. Har det vært gode nok forutsetninger for å lykkes i prosjekteringsfasen? Dette må vurderes i lys av om forutgående spesifikasjonsarbeid har vært definert slik at et tydelig kunde/leverandør forhold har vært tilstede gjennom tydelige spesifikasjoner, revidering av tegninger av Kruse Smith og realistiske tidsfrister. Asplan Viak mener det har oppstått mangler fra Kruse Smith i disse prosessene. Det nevnes også at ved mangel på oppdatert fremdriftsplanlegging vil man miste kontroll over den overordnede fremdriften og endelig ferdigstillestidspunkt, dette fører til ekstra kostnader i avslutningsfasen, og det blir også vanskeligere å evaluere fremdriften underveis. En kontinuerlig evaluering og oppdatering av fremdriften gir større læringsutbytte for prosjektledelsen, som kan brukes til å redusere avvik ved fremtidige prosjekter. Forslag til videre forskning ved fremtidige prosjekter inkluderer en matematisk estimering av aktivitetsvarighet og en sammenlikning av denne med den skjønnsmessige vurderingen, samt en integrert oppfølging av prosjektet, slik at eventuelle tendenser kan hensyntas og et nytt ferdigstillestidspunkt kan settes.

Bedring av kommunikasjonen mellom prosjekterende og utførende vil føre til en bedre fremdriftsstyring. Med dagens teknologi vil mye kommunikasjon foregå elektronisk, og dette kan i enkelte tilfeller erstatte prosjekterendes tilstedeværelse på byggeplassen, dette kan føre til at detaljer oversees og at avvik oppstår. Dette kan bedres i fremtiden ved at de prosjekterde bruker mer tid på byggeplassen, eller at modelleringen gjennom 3D-modeller blir enda mer detaljert.

Bibliografi

- Asplan Viak (2011) Forprosjektrapport Ny Berge Ungdomsskole. <http://www.byggeweb.dk/cms/no/>. Hentet: 19/02/2013.
- Asplan Viak (2013) <http://www.asplanviak.no/index.asp?id=1620>. Hentet: 04/04/2013.
- Asplan Viak (2013) B. *Oppdatert Arealoppstilling*. Mottat: 13/05/2013
- Ballard, H.W. (2000) *The Last Planner System of Production Control*. School of Civil Engineering. The University of Birmingham.
- Busch, T. (1994) *Økonomisk styring ut i fra et kontraktsteoretisk perspektiv*. Høgskolen i Sør-Trøndelag. økonomistyring og Informatikk, vol 9. nr. 5. 1994.
- Buskeland, N., Meland, Ø. H., Eikeland, P. T., Warberg, E. N., Frølich, P. K., Rognlien, S., et al. (2003). <http://www.promsys.no/byggherren/pdf/beskrivelse.pdf>
- BuildingSmart.no <http://www.buildingsmart.no/buildingsmart>. Hentet 12/04/2013.
- Byggenæringens Landsforbund (BNL) BNL-Rapport/ Nr. 1 2012. <http://www.bnl.no>. Hentet: 02/02/2013.
- Dagen Næringsliv. (DN) <http://avis.dn.no/artikler/avis/article396919.ece>. Hentet 27/01/2013.
- Erv.enklest.com <http://erv.enklest.com/>. Hentet 16/04/2013.
- Faveo Prosjektledelse (Tidligere PTL) <http://www.faveoprosjektledelse.no/Vare-tjenester/Prosjektstyring/Fremdriftsstyring/>. Hentet 25/02/2013.
- Halvorsen, K. (1993) *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Bedriftsøkonomens forlag.
- Halpin, D.W & Kueckmann. M. (2002) *Lean Construction and Simulation*. School of Civil Engineering. Purdue University.
- Harrison, A., Remko & van Hoek.(2011) *Logistics management and strategy: competing through the supply chain*. Harlow: Financial Times/Prentice Hall.
- Jacobsen, D. (2005) *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Høyskoleforlaget.

- Jessen, S. A. J. (2005) *Mer effektivt prosjektarbeid*. Universitetsforlaget AS.
- Johannessen, A. og Tufte, P.A. (2002) *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Abstrakt forlag.
- Johs, B., Kolltveit & Greve, T. (1998) *Prosjekt, -organisering, ledelse og gjennomføring*. Tano Aschehoug.
- Karlsen, J.T. (2012) *Tidsplanlegging*. Forelesning ved Handelshøgskolen Bi. Oslo.
- Kerzner, H. (2009) *A systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley and Sons, Inc.
- Koskela, L. (1992) <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/Koskela-TR72.pdf>. Hentet 05/01/2013.
- Koskela, L. (2000) *An exploration towards a production theory and its application to construction*. (VTT publications 408) Technical research centre of Finland, Espoo.
- KPMG. (2010) *Global Construcion Survey, Adapting to an uncertain environment*. <http://www.kpmg.no/?did=9690791>. Hentet 15/05/2013.
- Kruse Smith. A. (2012) <http://www.kruse-smith.no/kruse-smith/om-kruse-smith/konserninfo/>. Hentet 09/01/2012.
- Kruse Smith (2013) *Mikal Stene & Dirk Just. Informasjonsmøte 14/03/2013*.
- Kruse Smith (2012) B. *Utredning Livssyklus kostnader ved Lyngdal Ungdomsskole*. Jim Ronny Andersen, Anders Larsen & Rune Berntsen.
- Kruse Smith (2011) *Rom for oppvekst 2012. Fra ide til virkelighet. Lyngdalsmodellen- Erfaring fra oppdragsgiver og bruker*. Rune Berntsen. Kruse Smith Eiendom AS.
- Larson, E.W. & Gray, C.F., (2011) *Project management: the Managerial Process*. Boston: McGraw-Hill.
- Mantel, S., Meredith, J., Shafer, S. & Sutton, M. (2008) *Project Management In Practice* John Wiley & Sons, Inc.
- Meland, Ø.H. (2000) *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen*. Doktoravhandling. Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet. Fakultet for bygg- og miljøteknikk, Institutt for bygg- og anleggsteknikk, Trondheim.
- Meland, Ø.H. (2012) A. *Prosjektledelse; Styringsløyfa, mål og rammer*. 16/01/2012. Universitetet i Agder, Kristiansand.
- Meland, Ø.H. (2012) B. *Prosjektorganisasjon og administrasjon; Prosesser og faser*. 14/09/2012. Universitetet i Agder. Kristiansand.
- Meland, Ø.H. (2012) C. *Prosjektledelse; Prosesser, Faser, Perspektiver og Aktører*. 16/01/2012. Universitetet i Agder, Kristiansand.
- Meland, Ø.H. (2012) D. *Prosjektledelse; Vederlag og endringer*. 23/01/2012. Universitetet i Agder, Kristiansand.

- Meland, Ø.H. (2012) E. *Prosjektstyring. Styring av framdrift- framdriftsplanlegging*. 31/01/2012. Universitetet i Agder, Kristiansand.
- Meland, Ø.H. (2012) F. *Prosjektorganisasjon. Oppsummering*. 12/11/2012. Universitetet i Agder, Kristiansand.
- Meland, Ø.H. (2012) G. *Gjennomføringsmodeller. Lyngdalsmodellen; Brukerstyrt og kostnadseffektiv -hånd i hånd*. 27/09/2012. Kristiansand.
- Meland, Ø.H. (2012) H. *Gjennomføringsmodeller. Anskaffelsesstrategier*. 09/01/2012. Kristiansand.
- Meland, Ø.H. (2013) Opprinnelig kilde: SSB. *Gjennomføringsmodeller. Anskaffelsesstrategier*. Kongsvinger 12/04/2013.
- Microsoft Project. Skjermdump (2013). Versjon 2010. *Microsoft Project. Microsoft Corporation 2010*.
- Project Management Institute (1996) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*.
- Proff.no. A. www.proff.no/selskap/kruse-smith-entrepren\OT1\or-as/kristiansand/entrepren\OT1\orer/Z0I6HiS5/. Hentet 01/04/2013.
- Proff.no. B. <http://www.proff.no/selskap/asplan-viak-as/kristiansand/arkitekttjenester/Z0I598CU/>. Hentet 01/04/2013.
- Proff.no. C. <http://www.proff.no/selskap/ramb\OT1\oll/oslo/arkitekttjenester/Z0IA26RM>. Hentet 01/04/2013.
- Proff.no. D. <http://www.proff.no/selskap/erv-teknikk-lyngdal-as/lyngdal/-/Z0I40CMR/>. Hentet 03/04/2013.
- Ramboll.com <http://www.ramboll.com/about-us>. Hentet 06/04/2013.
- Rolstadås, A. (2006) *Praktisk prosjektstyring*. Tapir akademiske forlag.
- Quinn, J.B. & Mintzberg, H. (1992) *The Strategy Process: Concepts and Contexts*. 1st Edition. Prentice Hall Professional Technical Reference.

Vedlegg A

Detaljert avviksoversikt, fremdriftsplaner & andre vedlegg

A.1 Avviksoversikt vedrørende fremdrift

Oversikt over alle fremdriftsavvik ved Prosjekt Lyngdal Ungdomsskole per 02/04/2013. Utarbeidet, oppført og illustrert av prosjektleder Dirk Just, Kruse Smith (2013).

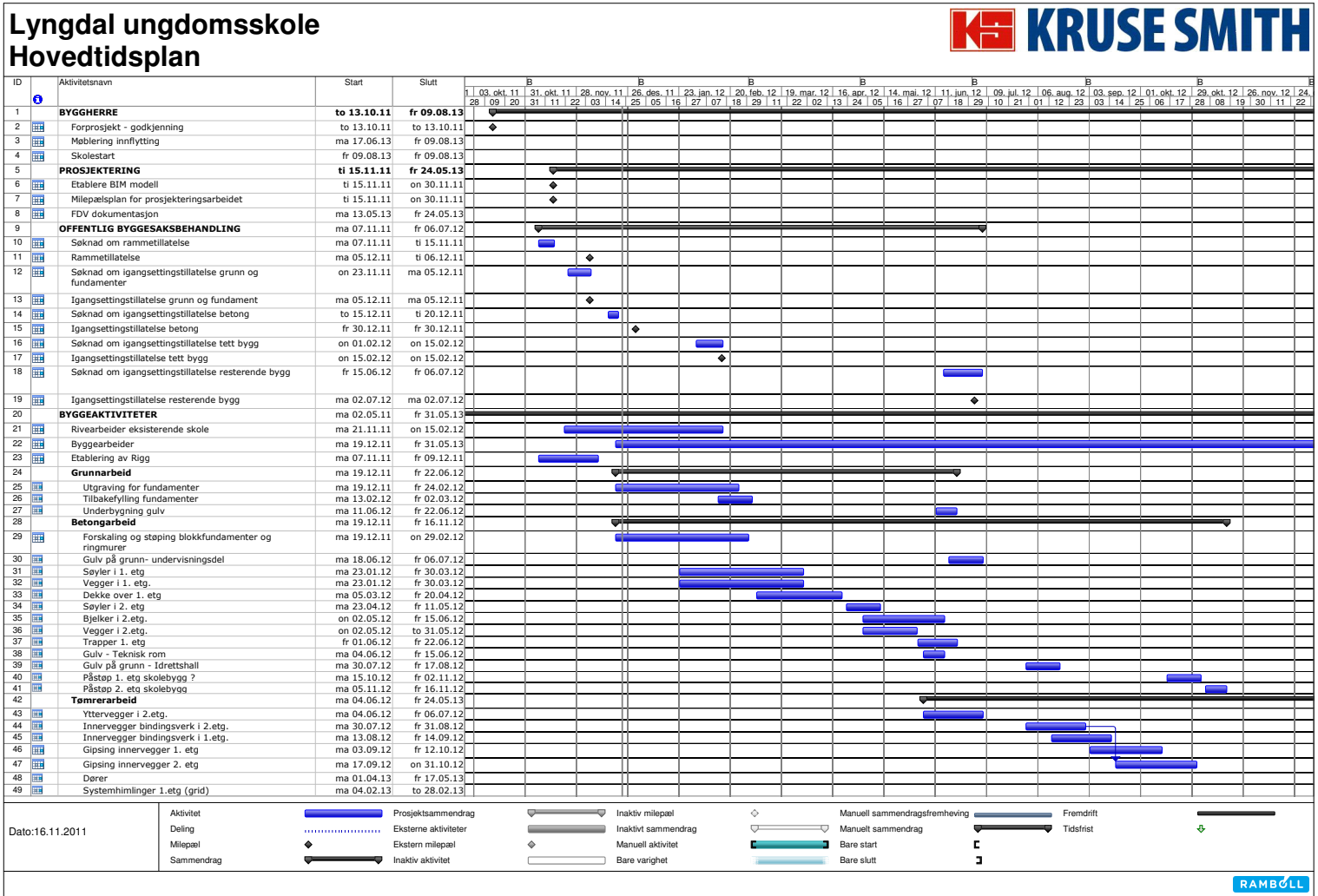
ID	Avdeling	Prosjekt	Rettet mot	Dato	Frist	Tittel	Referanse	Ansvarlig	Type	Est. kostnad	Dok.	Sendt involvert	Sendt ansvarlig
22367	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	23.02.2013	27.03.2013	Feil på støvsuger	RUK 144	Mikal Stene	Intern	1500	0	nei	nei
22366	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	23.02.2013	27.03.2013	Meisling av vannrør	RUK 143	Dirk Just	Intern	3000	0	nei	nei
21929	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	15.08.2012	22.02.2013	Feil støpt trapp	RUK 142	Mikal Stene	Intern	100000	0	nei	nei
21917	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	asplan Viak Kristiansand	14.02.2013	22.02.2013	Balkongdekke inn i yttervegg	RUK 141	Mikal Stene	Ekstem	5000	0	nei	nei
21915	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Murerfirma Frank Holte	08.02.2013	22.02.2013	Løse teglstein på bakken	RUK 140	Mikal Stene	Ekstem	3000	0	nei	nei
21912	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Malemester Knutson	12.02.2013	06.03.2013	Gulvlegger uten lys	RUK 139	Dirk Just	Ekstem	2000	0	nei	nei
21911	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	ERV	11.02.2013	22.02.2013	Rør ikke isolert	RUK 138	Mikal Stene	Ekstem	10000	0	nei	ja
21620	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	asplan Viak Kristiansand	08.01.2013	25.02.2013	Manglende RIE tegning	RUK 137	Dirk Just	Ekstem	10000	0	nei	nei
21133	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	11.12.2012	23.01.2013	Søl i vasken i brakka	RUK 136	Dirk Just	Intern	1000	0	nei	nei
21127	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	11.12.2012	23.01.2013	brukt feil materiale	RUK 135	Dirk Just	Intern	1000	0	nei	nei
21067	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	05.12.2012	25.01.2013	åpning elskap E-105	RUK 134	Dirk Just	Intern	1000	0	nei	ja
21066	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Alle fag på byggeplassen	05.12.2012	04.02.2013	Blyant skribling på synlig betong	RUK 133	Dirk Just	Ekstem	1000	0	nei	nei
21018	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Maltech AS	03.12.2012	24.01.2013	Sparkelsøl	RUK 132	Dirk Just	Ekstem	1000	0	ja	ja
20964	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	ERV	28.11.2012	04.02.2013	Kuttet av el ledning	RUH 221	Dirk Just	Ekstem	1000	0	ja	nei
20739	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	ERV	16.11.2012	23.01.2013	Matte fore ut vegg	RUK 130	Dirk Just	Ekstem	1000	0	nei	nei
20738	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Protan	16.11.2012	16.12.2012	Slo istykker utvendig plate	RUK 129	Julie Falch	Ekstem	1000	0	nei	nei
20737	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	ERV	16.11.2012	23.01.2013	>Feil rørdimensjon i vegg	RUK 128	Dirk Just	Ekstem	1000	0	nei	ja
20681	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	01.10.2012	08.01.2013	Slamsøl på synlige vegger etter kjerneboring	RUK 127	Magne Tveiten	Intern	1000	0	ja	ja
20534	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Ramirent	08.11.2012	22.01.2013	Mangelfull leveranse, oppfølging av avtale	RUK 126	Dirk Just	Ekstem	50000	11	ja	nei
20439	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	05.11.2012	05.12.2012	Mye forandringer i dørskjema	RUK 125	Julie Falch	Ekstem	20000	2	ja	ja
20436	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Vintor AS	05.11.2012	05.12.2012	Har ikke holdt avtale	RUK 124	Julie Falch	Ekstem	10000	0	nei	nei
20435	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Vintor AS	05.11.2012	06.12.2012	Vinduer er ikke montert i lodd	RUK 123	Julie Falch	Ekstem	10000	0	nei	nei
20434	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	31.10.2012	05.12.2012	RIB tegning mangler utsporing i drager	RUK 122	Julie Falch	Ekstem	30000	1	ja	ja
20431	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Vintor AS	02.11.2012	05.12.2012	Kjøpte i stykker stålsviller	RUK 121	Julie Falch	Ekstem	5000	0	ja	nei
20430	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Maltech AS	02.11.2012	05.12.2012	Søl og gris på betongvegger etter maler og murer	RUK 120	Julie Falch	Ekstem	1000	0	nei	nei
20429	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	02.11.2012	22.11.2012	Betongsøl på utvendige plater	RUK 119	Julie Falch	Intern	1000	0	nei	nei
20428	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Vintor AS	02.11.2012	05.12.2012	Takvinduer ikke montert på line	RUK 118	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	nei
20220	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	19.10.2012	19.12.2012	Inteme uoverenstemmelser	RUK 117	Julie Falch	Ekstem	15000	0	ja	ja
20213	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	18.10.2012	19.11.2012	Presending løstnet 2	RUK 116	Julie Falch	Intern	1000	1	ja	ja
20154	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	15.10.2012	29.11.2012	Skrift og spray på synlig betongvegg	RUK 115	Julie Falch	Ekstem	3000	0	nei	ja
20153	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	15.10.2012	15.11.2012	Vollgrav rundt bygget	RUK 114	Julie Falch	Intern	1000	0	nei	nei
20152	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Sør Sveis as	15.10.2012	05.12.2012	Stål ute av vater	RUK 113	Julie Falch	Ekstem	2000	0	ja	ja
20144	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	08.10.2012	15.11.2012	Sparklet uferdig vegg	RUK 112	Julie Falch	Ekstem	1000	0	nei	nei
20142	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	15.10.2012	15.11.2012	Rør er for store for vegg	RUK 111	Julie Falch	Ekstem	20000	0	ja	ja
19807	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Kruse Betongkutting	02.10.2012	02.11.2012	kjerneboring	RUK 110	Julie Falch	Intern	1000	0	nei	nei
19785	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Frank R holte	28.09.2012	28.10.2012	Sementgris på gulvene	RUK 109	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
19784	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Maltech AS	28.09.2012	28.10.2012	sparkelsøl på gulvene	RUK 108	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja

19782	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Maltech AS	28.09.2012	28.10.2012	tørker av sparkel	RUK 107	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
19751	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Maltech AS	28.09.2012	28.10.2012	Begynte å sparkle uferdig vegg	RUK 106	Julie Falch	Ekstem	1000	0	nei	nei
19750	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	28.09.2012	28.10.2012	Teleslynger	RUK 105	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
19743	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Frank R Holte	28.09.2012	05.12.2012	Døråpninger på wc	RUK 104	Julie Falch	Ekstem	1000	0	nei	ja
19738	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Ivarsson as	28.09.2012	28.10.2012	Utvendige plater	RUK 103	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
19664	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	24.09.2012	29.11.2012	utspating kommer litt inn i vegg	RUK 102	Julie Falch	Intern	1000	0	nei	nei
19661	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Kvinesdal Betong	19.09.2012	14.11.2012	Feil betongkvalitet	RUK 101	Julie Falch	Ekstem	10000	2	nei	ja
19653	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Frank R Holte	24.09.2012	24.10.2012	Dørstolpe odelaegt	RUK 100	Julie Falch	Ekstem	5000	0	nei	nei
19652	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	ERV	24.09.2012	24.10.2012	Rør for nærme vegg	RUK 99	Julie Falch	Ekstem	1000	3	ja	ja
19455	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	14.09.2012	14.10.2012	Endringer kommer for sent	RUK 98	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
19454	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	14.09.2012	19.10.2012	Døråpning iht dørskjema	RUK 97	Julie Falch	Intern	5000	0	ja	ja
19348	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	01.03.2012	10.10.2012	For sen tegningsleveranse	RUK 96	Julie Falch	Ekstem	100000	0	ja	ja
19347	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Frank R Holte	31.08.2012	19.10.2012	Kjøpte av hjørne på vegg	RUK 95	Julie Falch	Ekstem	5000	0	ja	ja
19252	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	04.09.2012	06.10.2012	Tegninger uten mål teknisk del	RUK 94	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
19251	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	06.09.2012	04.10.2012	Betongkjerner i og rundt bygget	RUK 93	Magne Tveiten	Intern	1000	1	ja	nei
19207	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	04.09.2012	05.12.2012	Detaljer ved heis akse B-D 7-8	RUK 92	Julie Falch	Ekstem	13580	0	ja	ja
19204	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	04.09.2012	04.10.2012	Feil høyde for dragere	RUK 91	Julie Falch	Ekstem	45230	0	nei	ja
19199	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	04.09.2012	05.12.2012	For sen tegningsleveranse	RUK 90	Julie Falch	Ekstem	10310	0	ja	ja
19090	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	29.08.2012	29.09.2012	Bærekonstruksjon for lysfelt	RUK 89	Julie Falch	Intern	20000	0	ja	ja
19085	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	29.08.2012	29.09.2012	mye vann på taket	RUK 88	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	ja
19084	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	29.08.2012	29.09.2012	kraftig regn	RUK 87	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	ja
18945	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	17.08.2012	22.09.2012	For lite jern	RUK 86	Julie Falch	Ekstem	5000	0	ja	ja
18944	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	17.08.2012	22.09.2012	Hull i taktekke	RUK 85	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	ja
18943	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	17.08.2012	22.09.2012	Speilvendt trapp	RUK 84	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	ja
18855	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	16.08.2012	16.02.2013	Vann under gulv i sportshall- mulig også skoleled	RUK 83	Mikal Stene	Intern	1000	0	ja	nei
18842	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	16.08.2012	16.09.2012	Utsparinger til rør i dragere	RUK 82	Julie Falch	Intern	4000	0	ja	nei
18839	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	15.08.2012	16.10.2012	Varelevering for sent på dag	RUK 81	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
18838	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	16.08.2012	19.10.2012	Vannrør kommer ut for lavt	RUK 80	Julie Falch	Ekstem	2000	2	ja	ja
18783	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Celsa Steeiservice AS	13.08.2012	14.09.2012	Feil på leveransé	RUK 79	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
18540	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	04.07.2012	30.08.2012	Radonsperre på ringmur ikke komplett.	RUK 78	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	ja
18537	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	04.07.2012	30.09.2012	Tegninger med store feil og mangler.	RUK 77	Dirk Just	Ekstem	500000	0	ja	ja
18422	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Sør Sveis as	26.06.2012	28.07.2012	sveising over isopor	RUK 76	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
18421	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	25.06.2012	05.12.2012	Sveiseplater ringmur	RUK 75	Julie Falch	Ekstem	15370	0	ja	ja
18363	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	17.06.2012	18.09.2012	feil på tegning vegg akse 8	RUK 74	Julie Falch	Ekstem	8000	0	ja	ja
18269	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	04.06.2012	05.07.2012	Trekkerør grunn akse 8/G.	RUK 73	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
18268	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	10.06.2012	30.08.2012	Tegninger stemmer ikke overens	RUK 72	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
18267	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	10.06.2012	30.08.2012	Vann og avløp i rom S-125, samt vann til utvd. kran mangler på tegning.	RUK 71	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
18266	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	10.06.2012	30.08.2012	Mangelfull tegning	RUK 70	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
18262	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	15.06.2012	28.07.2012	Vann under isopor	RUK 69	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	ja

18260	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	15.06.2012	30.08.2012	Utsparinger står i gjen	RUK 68	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	ja
18257	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	15.06.2012	05.12.2012	Manglende mål + henvisning til utsparinger og sveiseplater vegg	RUK 67	Julie Falch	Ekstem	5000	0	ja	ja
18211	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Werdal Transport	14.06.2012	30.09.2012	Mangelfull informasjon ang transport	RUK 66	Julie Falch	Ekstem	1000	0	nei	nei
18173	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	12.06.2012	18.09.2012	Feil på tegning	RUK 65	Julie Falch	Ekstem	4000	0	ja	ja
18172	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	13.06.2012	05.12.2012	For stor bøyle	RUK 64	Julie Falch	Ekstem	4000	0	ja	ja
18170	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	01.06.2012	28.07.2012	RUK. Huller på gulvvarmer�r i rom S-103.	RUK 63	Julie Falch	Intern	10000	0	ja	ja
18165	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	celsa	11.06.2012	30.06.2012	Uten krok	RUK 62	Julie Falch	Ekstem	5000	0	ja	ja
18161	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Brødrene Sunde AS	01.06.2012	30.06.2012	Sundolitt feil p�kket	RUK 61	Julie Falch	Ekstem	8000	0	ja	ja
18079	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	celsa	11.06.2012	30.06.2012	Mangler jern	RUK 60	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
18067	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	07.06.2012	30.08.2012	Betongsøl	RUK 59	Julie Falch	Ekstem	1000	0	nei	nei
18064	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	11.06.2012	28.07.2012	Reir i betongvegg	RUK 58	Julie Falch	Intern	1000	0	nei	nei
18034	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	05.06.2012	18.09.2012	Tegninger stemmer ikke overens	RUK 57	Julie Falch	Ekstem	5000	0	ja	ja
18033	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	ERV	29.05.2012	30.08.2012	Trekk�r og planering	RUK 56	Julie Falch	Ekstem	7000	0	ja	ja
18032	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	01.06.2012	30.06.2012	umulig � legge trekk�r under isopor	RUK 55	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	ja
18031	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	KS Utleie & lagerenhet	01.06.2012	10.07.2012	L�nemaskin spinner.	RUK 54	Julie Falch	Intern	1000	0	nei	nei
17982	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	04.06.2012	04.09.2012	Manglende dokumentasjon på mottakskontroll av betong	RUK 53	Dirk Just	Intern	1000	0	nei	ja
17980	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	04.06.2012	23.07.2012	Mangler med funksjons og ansvarsmatrise	RUK 52	Dirk Just	Intern	1000	0	nei	nei
17979	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	04.06.2012	21.08.2012	Ikke gjennomført etableringsm�te før oppstart produksjon	RUK 51	Dirk Just	Intern	1000	0	nei	nei
17887	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	22.05.2012	30.08.2012	Mål mangler	RUK 50	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
17884	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Celsa Steeiservice AS	14.05.2012	30.06.2012	Vridde bøyler	RUK 49	Julie Falch	Ekstem	4000	0	nei	ja
17882	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	03.05.2012	30.06.2012	For mye bøyler	RUK 48	Julie Falch	Ekstem	8000	0	ja	ja
17880	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	24.05.2012	30.06.2012	Feil i tegninger til rørlegger, forstyrrer fremdriften til elektriker	RUK 47	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
17879	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lindland Maskin AS	01.05.2012	31.07.2012	Jording gravet av	RUK 46	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
17808	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	22.05.2012	30.06.2012	manglende detaljer på tegning	RUK 45	Dirk Just	Ekstem	100000	0	ja	ja
17805	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	22.05.2012	30.06.2012	Forskjellige tegninger med forskjellige høydemål	RUK 44	Dirk Just	Ekstem	100000	0	ja	ja
17748	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	15.05.2012	30.06.2012	Isolering av gulvvarme	RUK 43	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
17747	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	11.05.2012	30.08.2012	tegninger og anvisninger stemmer ikke overens med forskrifter	RUK 42	Julie Falch	Ekstem	20000	0	ja	ja
17746	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	01.05.2012	30.08.2012	Manglende avklaringer handikap WC	RUK 41	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
17744	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	01.05.2012	18.09.2012	Feil på tegning garderobe	RUK 40	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
17741	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	01.05.2012	30.06.2012	Feil på tegninger randsoner	RUK 39	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
17739	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	01.05.2012	30.06.2012	Utsparing for rør mangler på tegning	RUK 38	Julie Falch	Ekstem	5000	0	ja	ja
17738	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	16.05.2012	30.06.2012	Feil på tegning	RUK 37	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
17734	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	14.05.2012	07.06.2012	Lader ble tatt	RUK 36	Julie Falch	Intern	2000	0	ja	nei
17731	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	11.05.2012	28.07.2012	bindemaskin ødelagt	RUK 35	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	nei
17679	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	15.05.2012	30.06.2012	For sen tegningsleveranse	RUK 34	Dirk Just	Ekstem	100000	0	ja	ja
17636	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	09.05.2012	30.06.2012	manglende leveranse av jern	RUK 33	Julie Falch	Intern	7000	0	ja	nei

17630	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	11.05.2012	25.06.2012	for sen avgjørelse utsp.dekke	RUK 32	Dirk Just	Ekstem	10000	0	nei	nei
17629	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	01.03.2012	30.06.2012	oppgitt feil kotehøyde gulv	RUK 31	Dirk Just	Ekstem	150000	0	ja	ja
17628	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	01.03.2012	01.07.2012	fremdriftsforstyrrelser i fm prosjektering av takkonstruksjoner	RUK 30	Dirk Just	Ekstem	500000	0	ja	ja
17576	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	07.05.2012	30.06.2012	Renneløsning i dusj	RUK 29	Dirk Just	Ekstem	3000	0	ja	ja
17574	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	07.05.2012	30.06.2012	bøyeliste stemmer ikke overens med tegning	RUK 28	Julie Falch	Ekstem	10000	0	ja	ja
17521	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	30.04.2012	30.06.2012	mangler jern	RUK 27	Dirk Just	Ekstem	5000	0	ja	ja
17518	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Celsa Steeisevice AS	23.04.2012	30.05.2012	Levet for lite jern	RUK 26	Julie Falch	Ekstem	4000	0	ja	ja
17336	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	20.04.2012	07.05.2012	rør for el ødelagt	RUK 25	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	nei
17254	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	16.04.2012	02.05.2012	mangler litt betong	RUK 24	Julie Falch	Intern	1000	0	nei	nei
17251	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	10.04.2012	07.05.2012	feil på tegning	RUK 23	Julie Falch	Ekstem	3000	0	ja	ja
17215	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	AF-Decom	10.04.2012	31.07.2012	Ammeringsjern i rivemasser	RUK 22	Julie Falch	Ekstem	2000	0	ja	ja
17167	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	11.04.2012	02.05.2012	stygge vegger heissjakt	RUK 21	Julie Falch	Intern	3000	0	ja	ja
17156	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	04.04.2012	10.04.2012	ammeringsjern sto mot stenge	RUK 20	Julie Falch	Intern	1000	0	nei	nei
17115	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	ERV	30.04.2012	30.04.2012	Montering av vannrør i akse A	RUK 19	Julie Falch	Ekstem	3000	0	ja	ja
17114	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	29.03.2012	30.04.2012	Vannrør i dekke en dag for tidlig	RUK 18	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
17013	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	26.03.2012	30.04.2012	Tegning for dårlig målsatt	RUK 17	Julie Falch	Ekstem	2000	0	ja	ja
17005	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	22.03.2012	02.04.2012	mangler på tegning	RUK 16	Julie Falch	Ekstem	3000	0	ja	ja
16981	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	celsa	22.03.2012	30.03.2012	For lite jern	RUK 15	Julie Falch	Ekstem	3000	0	ja	ja
16980	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	celsa	15.03.2012	30.03.2012	Mangler jern	RUK 14	Julie Falch	Ekstem	5000	0	ja	ja
16960	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	23.03.2012	02.04.2012	bommet med jern	RUK 13	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	nei
16850	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	16.03.2012	31.03.2012	Feil høyde på bøyler pga manglende tverrfaglig kontroll	RUK 12	Dirk Just	Ekstem	25000	0	ja	ja
16849	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	16.03.2012	31.03.2012	For sen tegningsleveranse	RUK 11	Dirk Just	Ekstem	80000	0	ja	ja
16795	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Aspan Viak	14.03.2012	02.04.2012	tegning er feil målsatt	RUK 10	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	ja
16787	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	13.03.2012	02.04.2012	målt feil	RUK 9	Julie Falch	Intern	1000	0	nei	nei
16786	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	13.03.2012	21.03.2012	mangler amering	RUK 8	Julie Falch	Intern	1000	0	ja	ja
16400	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Celsa Steeisevice AS	08.02.2012	01.03.2012	Ammeringsbøyl er fundament F3	RUK 7	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	nei
16398	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Celsa Steel Service Kristiansa	08.02.2012	01.03.2012	Fundament F3	RUK 6	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	nei
16154	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	01.02.2012	25.02.2012	Betongvegg	RUK 5	Julie Falch	Intern	5000	0	nei	nei
16007	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lindland Maskin AS	25.01.2012	02.02.2012	for høy planering	RUK 4	Julie Falch	Ekstem	1000	0	ja	nei
15756	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Celsa Steeisevice AS	10.01.2012	18.01.2012	mangler jern	RUK 3	Julie Falch	Ekstem	1000	0	nei	nei
15755	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Celsa Steeisevice AS	11.01.2012	18.01.2012	mangler amering	RUK 2	Julie Falch	Ekstem	1000	0	nei	nei
15506	Lyngdal	14050 Lyngdal Ungdomsskole	Lyngdal	03.01.2012	05.01.2012	avvik på tegning, montasjeanvisning	RUK 1	Julie Falch	Ekstem	300	0	nei	ja

A.2 Hovedtidsplan



Lyngdal ungdomsskole Hovedtidsplan



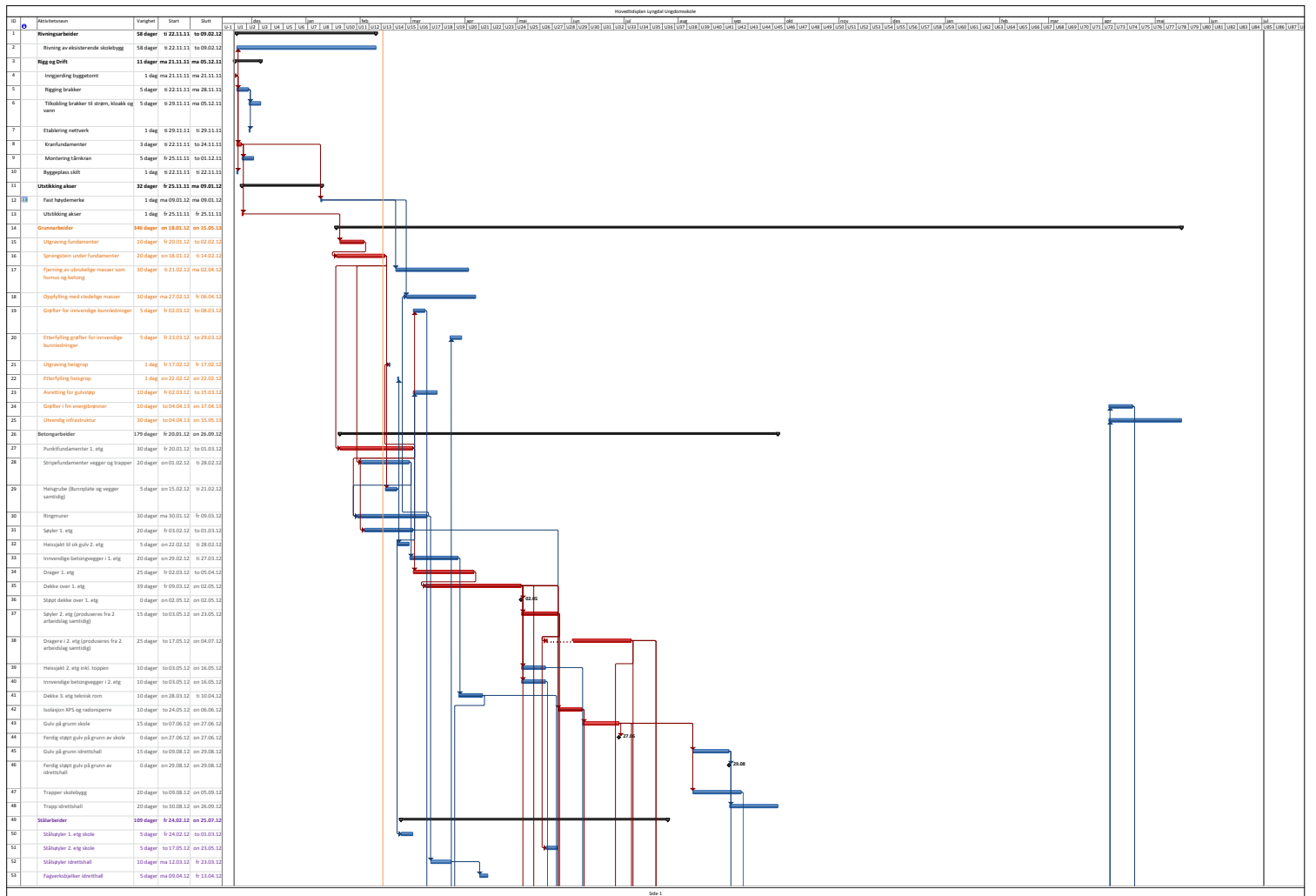
ID	Aktivitetnavn	Start	Slutt	Gantt chart grid (weeks 03 okt. 11 to 24. nov. 12)																											
50	Systemhimlinger 2. etg (grid)	ma 18.02.13	fr 22.03.13	[Gantt bar]																											
51	Komplettering systemhimlinger	ma 15.04.13	fr 10.05.13	[Gantt bar]																											
52	Dørmjøle	ma 29.04.13	fr 24.05.13	[Gantt bar]																											
53	Fast innredning	ma 18.03.13	fr 17.05.13	[Gantt bar]																											
54	Idrettsgulv	ma 01.04.13	to 02.05.13	[Gantt bar]																											
55	Mobile lydskillevegger	ma 08.04.13	fr 03.05.13	[Gantt bar]																											
56	Stålkonstruksjoner	ma 23.01.12	fr 17.05.13	[Gantt bar]																											
57	Stålsøyler 1. etg	ma 23.01.12	fr 30.03.12	[Gantt bar]																											
58	Stålsøyler 2. etg	ma 23.04.12	fr 11.05.12	[Gantt bar]																											
59	Søyler og bjelker - Idrettshall	on 02.05.12	fr 15.06.12	[Gantt bar]																											
60	Løtt takeløsninger	ma 18.06.12	fr 13.07.12	[Gantt bar]																											
61	Takkonstruksjon med overlyser	ma 18.06.12	fr 29.06.12	[Gantt bar]																											
62	Rekkverk	ma 08.04.13	fr 17.05.13	[Gantt bar]																											
63	Taktekking	ma 25.06.12	fr 31.08.12	[Gantt bar]																											
64	Idrettshall	ma 30.07.12	fr 31.08.12	[Gantt bar]																											
65	Skole	ma 25.06.12	fr 27.07.12	[Gantt bar]																											
66	Fasade/Vinduer	ma 30.07.12	fr 14.12.12	[Gantt bar]																											
67	Montering av vinduer	ma 30.07.12	fr 24.08.12	[Gantt bar]																											
68	Montering fasadeplater 2. etg	ma 01.10.12	fr 30.11.12	[Gantt bar]																											
69	Tett bygg	fr 31.08.12	fr 31.08.12	[Gantt bar]																											
70	Kranselag	fr 31.08.12	fr 31.08.12	[Gantt bar]																											
71	Solavskjerming/persienner	ma 12.11.12	fr 14.12.12	[Gantt bar]																											
72	Malerarbeid	ma 04.06.12	fr 15.02.13	[Gantt bar]																											
73	Støvbinding etasjeskille	ma 04.06.12	fr 15.06.12	[Gantt bar]																											
74	1. etg	ma 05.11.12	to 31.01.13	[Gantt bar]																											
75	2. etg	ma 19.11.12	fr 15.02.13	[Gantt bar]																											
76	Murer	ma 02.05.11	fr 15.03.13	[Gantt bar]																											
77	Yttervegger porebetong i 1.etg.	ma 02.05.11	fr 03.06.11	[Gantt bar]																											
78	Teglsteinforblending 1. etg	ma 13.08.12	fr 26.10.12	[Gantt bar]																											
79	Flisarbeider gulv og trapper	ma 07.01.13	fr 15.03.13	[Gantt bar]																											
80	Flisarbeider vegger	ma 17.12.12	fr 18.01.13	[Gantt bar]																											
81	Gulvbelgg	ma 18.02.13	fr 19.04.13	[Gantt bar]																											
82	1. etg	ma 18.02.13	fr 29.03.13	[Gantt bar]																											
83	2. etg	ti 05.03.13	fr 19.04.13	[Gantt bar]																											
84	Blikkenslagerarbeider	ma 02.07.12	fr 21.12.12	[Gantt bar]																											
85	Slibebenkbeslag	ma 03.12.12	fr 21.12.12	[Gantt bar]																											
86	Gesimskbeslag	ma 02.07.12	fr 14.09.12	[Gantt bar]																											
87	Glasskonstruksjoner	ma 25.06.12	fr 03.05.13	[Gantt bar]																											
88	Skole inngangspartier	ma 22.04.13	fr 03.05.13	[Gantt bar]																											
89	Skole glassluker på tak	ma 25.06.12	fr 13.07.12	[Gantt bar]																											
90	Idrettshall glassluker på tak	ma 23.07.12	fr 10.08.12	[Gantt bar]																											
91	Rørlegg	ma 02.01.12	fr 10.05.13	[Gantt bar]																											
92	Utvendige rør og grøfter	ma 02.01.12	ti 31.01.12	[Gantt bar]																											
93	Bunnledninger	on 02.05.12	to 31.05.12	[Gantt bar]																											
94	Sanitæranlegg 1. etg	ma 01.10.12	fr 21.12.12	[Gantt bar]																											
95	Sanitæranlegg 2. etg	ma 29.10.12	fr 25.01.13	[Gantt bar]																											
96	Sanitærutstyr 1. etg	ma 01.04.13	ti 30.04.13	[Gantt bar]																											
97	Sanitærutstyr 2. etg	ma 01.04.13	ti 30.04.13	[Gantt bar]																											
98	Brannskap	ma 01.04.13	ti 30.04.13	[Gantt bar]																											
99	Sprinklerør 1. etg	ma 01.10.12	fr 21.12.12	[Gantt bar]																											
100	Sprinklerør 2. etg	ma 29.10.12	fr 25.01.13	[Gantt bar]																											
101	Sprinklerutstyr 1. etg	ma 15.04.13	fr 10.05.13	[Gantt bar]																											
102	Sprinklerutstyr 2. etg	ma 15.04.13	fr 10.05.13	[Gantt bar]																											
103	Sprinklersentral	ma 20.08.12	fr 31.08.12	[Gantt bar]																											
104	Varmepumpe i gulv på grunn	on 20.06.12	ti 03.07.12	[Gantt bar]																											
105	Installasjonsarbeider varmesentral	ma 20.08.12	fr 26.04.13	[Gantt bar]																											
106	Varmepumpe 1. etg	ma 03.09.12	fr 09.11.12	[Gantt bar]																											

Dato: 16.11.2011

Aktivitet		Prosjektplanlagt		Inaktiv milepæl		Manuell sammendragsfremheving		Fremdrift
Deling		Eksterne aktiviteter		Inaktiv sammendrag		Manuelt sammendrag		Tidsfrist
Milepæl		Ekstern milepæl		Manuell aktivitet		Bare start		
Sammendrag		Inaktiv aktivitet		Bare varighet		Bare slutt		



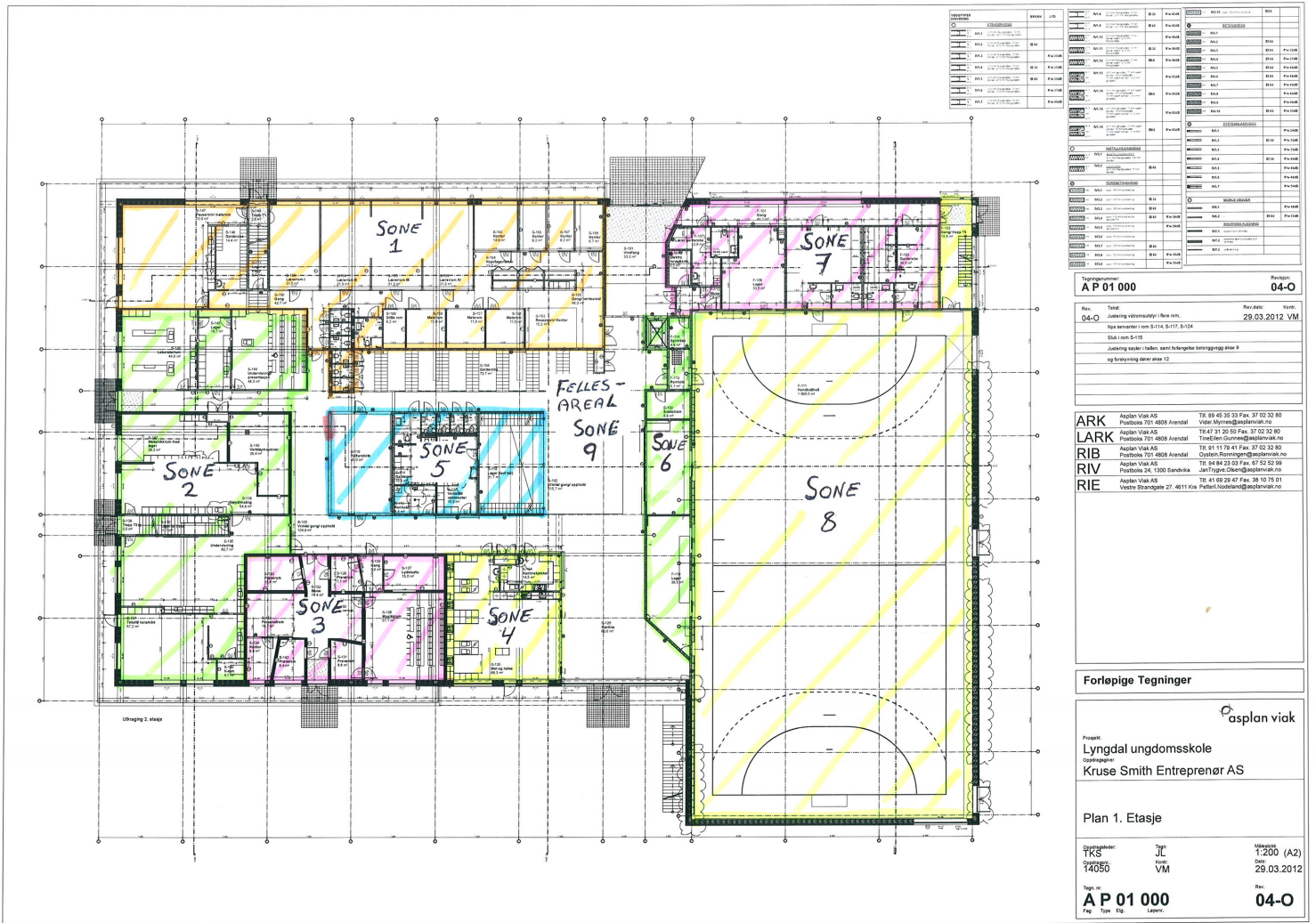
A.3 Hovedfremdriftsplan



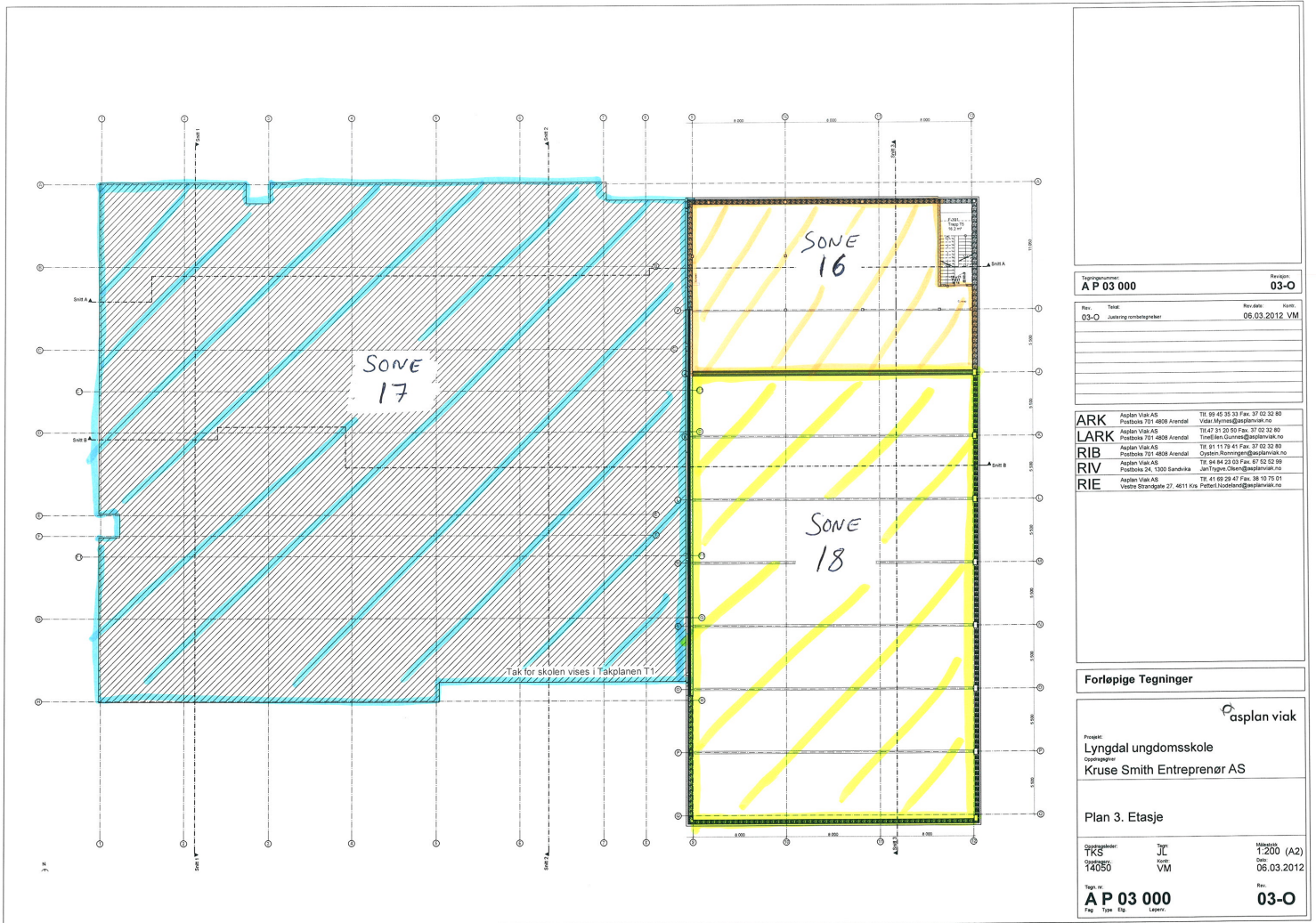
A.5 Prosjektprognose

Prosjektprognose							KRUSE SMITH	
Lyngdal Ungdomsskole							Dato:	
Fag	Kontrakt-festet	Uten kontrakt	Endringer	Slutt-Prognose	Påløppte tall pr 10. juni 12	Kommentarer		
KOSTNADER								
01 Rigg og drift		kr 14 452 000		kr 14 452 000	kr 3 430 236			
02 Bivine og demontering	kr 1 964 262		kr 103 000	kr 2 085 137	kr 2 085 137			
03 Grunnarbeider	kr 669 000	kr 850 000	kr 692 898	kr 2 253 148	kr 1 331 494			
04 Betongarbeider	kr 11 960 091			kr 11 960 091	kr 7 399 909			
05 Murer/flisearbeid	kr 4 232 918	kr 500 000		kr 4 732 918				
07 Stålarbeider	kr 2 591 080	kr 50 000		kr 2 641 080	kr 342 785			
08 Metallarbeider		kr 960 000		kr 960 000				
09 Tømmer/snekkerarbeid/dører		kr 8 822 600		kr 8 822 600	kr 92 812			
10 Elementmontasje		kr 127 500		kr 127 500				
12 Blikkenslagerarbeider		kr 598 950		kr 598 950				
13 Taktekkning	kr 2 829 600	kr 450 500		kr 3 280 100	kr 943 200			
Glassarbeider		kr 4 383 200		kr 4 383 200				
18 Malerarbeid	kr 662 000	kr 1 462 594		kr 2 124 594				
Systemvegger/himlinger		kr 4 524 134		kr 4 524 134				
Fast innredning		kr 2 962 747		kr 2 962 747				
Bygningsmessige arbeider		kr 1 373 429		kr 1 373 429				
30 Ventilasjon	kr 6 299 600			kr 6 299 600	kr 200 000			
31 Rørleggerarbeid	kr 11 751 849			kr 11 751 849	kr 1 643 580			
40 Elektro	kr 10 199 355			kr 10 199 355	kr 940 665			
41 Heis	kr 410 000			kr 410 000				
52 Betongkutting				kr -				
53 Lås og beslag		kr 1 428 000		kr 1 428 000				
54 Brannsikring				kr -				
70 Risiko/uforutsette kostnader		kr 4 900 000		kr 4 900 000				
81 Total prosjektering	kr 20 200 000			kr 20 200 000	kr 14 212 040			
89 Kopiering	kr 200 000	kr 200 000		kr 200 000	kr 87 609			
Kommunale avgifter/gebyrer		kr 2 600 000		kr 2 600 000				
Garantiansetning (1.år)		kr 1 000 000		kr 1 000 000				
SUM før påslag				kr 126 270 432				
KS AS's PÅSLAG				kr 12 797 698				
Forventet sluttsum etter påslag	kr 73 769 755	kr 51 645 654	kr 795 898	kr 139 068 130	kr 32 709 467			
Byggherrens direktekostnader				kr 24 000 000				
Reserve								
Sum kostnader				kr 163 068 130	kr 32 709 467			
INNTEKTER (neg. Fortegn)								
91 Inntekter kontraksarbeid				kr -163 000 000	kr -36 797 173			
93 Inntekter tillegge				kr -6 520 000				
95 Prisstigning								
96 Inntekter annet								
Sum inntekter				kr -169 520 000	kr -36 797 173			
Dekningsbidrag				kr -6 451 870	kr -4 087 706			
			dG (%)					
					-4,0 %			
			dG (i % av egenproduksjon)		-18,3 %			

A.6 Soneinndeling 1. etg



A.8 Soneinndeling 3. etg



A.9 Intervjuguide

Gjeldene rekkefølge ble ikke fulgt, spørsmål ble utdypet der det falt seg naturlig i intervjuene.

1. Hvordan vil dere beskrive Lyngdalsmodellen? Gjennomføring, Vederlagsprinsipp, kontrakt-kontraheringsstrategi, organisering, samarbeid.
2. Hva er fordelen med Lyngdalsmodellen kontra andre modeller dere har brukt tidligere? Ulemper?
3. Hva er fordeler og ulemper med Lyngdalsmodellen i forhold til fremdriftstyring?
4. Har prosjektet fulgt opprinnelig fremdriftsplan?
5. Hvilke teoretiske tilnærminger ble vurdert når dere startet fremdriftsplanleggingen?
6. Hva måles når prosjektet følges opp etter en gitt periode? Brukes det integrerte diagrammer for virkelige og planlagte kostnader, samt verdi av utført arbeid? (S-diagrammer for estimere ressurs, kostnad og tidssavik)
7. Hvilke metoder brukes for fremdriftsstyring? Gantt-diagram, kritisk vei, milepeler, andre?
8. Er det lagt opp til endringer av hovedfremdriftsplan etter eventuelle positive/negative avvik?
9. Dannelse av kritisk vei. Har det blitt dannet ny kritisk vei etter at det har forekommet endringer i de opprinnelige fremdriftsplaner?
10. Hvor stor anser dere viktigheten av å lage nye fremdriftsplaner etter at endringer har oppstått?
11. Hvordan har dere implementert Lean Construction? Har dette fungert?
12. Hvordan er deres planleggingsprosess fra start til slutt?
13. Mener dere at deres estimering av varighet på aktiviteter er nøyaktig nok, kunne en matematisk beregning gitt liknende, bedre/dårligere resultater, eksempelvis ved PERT-modellen?
14. Kunne prosjektet vært ferdigstilt tidligere?
15. Angående avvik: Hva tenker dere om 150 avvik til 2,4 mill? Er dette normalt, eventuelt bedre/dårligere enn "vanlig"? (Sum i forhold til total kostnad på prosjektet)
16. Har noen avvik vært svært kritiske i forhold til fremdrift? Eventuelt hvilke og hvorfor.
17. Gitt dere skulle bygge en helt lik skole et annet sted; Hva ville være kritiske faktorer for å kunne ferdigstille bygget med samme eller lavere total kostnad og lik eller raskere fremdrift? (Korrigert for prisstigning)

18. Hva er bakgrunnen for soneinndelingen, og har denne fungert som planlagt?
19. Hvorfor har ikke soneinndelingen som en del av Lean Construction fungert som planlagt?
20. Har det vært fokus på de åtte forutsetninger for optimal produksjon, og blitt gjort en analyse av disse for å finne en plausibel forklaring når det har oppstått avvik?
21. Asplan Viak har stått for store deler av de rapporterte avvikene, hva ligger bak dette? Har det vært en klar kunde/leverandør spesifisering av krav og forventninger?
22. Til Asplan Viak; Dere står ansvarlige for over 80 % av avvikene, hva er deres perspektiv på dette? Har det vært klarhet i Kruse Smith sine krav til leveranser? Hva kunne vært gjort bedre fra begge parter?
23. Til Rambøll; Hva er deres syn på de rapporterte avvikene? Hvilken prosjektnedbrytningsstruktur er brukt?