



# Prosjektnedbrytning etter Kritisk Linje Metode for Effektiv Fremdriftsstyring i et Kostnadsperspektiv

Et Systemanalytisk Casestudie av Nye Skien VGS

**Christer Corneliussen & Mikael André Kro Holte**

**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 inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.*



# Sammendrag

Det er et faktum at kostnadsoverskridelser og byggeprosjekt i Norge i altfor stor grad er synonymt med hverandre. Produktiviteten i byggebransjen har falt siden slutten av 90-tallet, mens andre store næringer har økt i produktivitet eller holdt seg stabilt. En årsak som ofte går igjen i evalueringer og diskusjoner rundt slike overskridelser er mangelen på en effektiv og hensiktsmessig styring av fremdrift. Spesielt ser vi en manglende styring etter logiske avhengigheter etter kritisk linje metode. På bakgrunn av dette har vi ønsket å se nærmere på effektiv fremdriftsstyring etter Kritisk Linje Metode (KLM) i et kostnadsperspektiv.

Vi har tatt utgangspunkt i forprosjektet til et nytt skoleprosjekt i Skien for å beskrive en overordnet prosjektnedbrytningsstruktur. Hensikten med denne strukturen vil være å tilrettelegg for utarbeidelse av aktivitetsnettverk etter KLM. Dette gir muligheter for å utføre “strategisk kræsjing” av prosjektets aktiviteter. En slik fremgang i et prosjektet vil gi gode forutsetninger for effektiv styring av kostnader, tid og ressurs (KTR). I denne avhandlingen har vi derfor argumentert for at bruken av en prosjektnedbrytning tilpasset KLM med tilhørende “kræsjing” vil kunne realisere en effektiv fremdriftsstyring. Vår forskning har vært basert på en kvalitativ case studie i form av en systemanalyse med utarbeidelse av en overordnet generisk prosjektnedbrytningsmodell. Denne modellen har vi forsøkt å beskrive i et helhetsperspektiv.

Vi har funnet ut at en slik modell og tilnærming krever en tilstrekkelig detaljering av prosjektets aktiviteter. Dette bør skje allerede i forprosjektet, som utgjør et vesentlig grunnlag for prosjektsuksess og overholdelse av budsjett. Her må fagansvarlige til verks. I startfasen må det planlegges detaljert nok på fagnivå for å kunne styre etter KLM og følgelig da gjennomføre det vi vil kalle for “strategisk kræsjing”. Gjennom prosjektet behøves hyppige og tverrfaglige fagmøter på sonenivå for replanlegging, koordinering og håndtering av avvik, særlig knyttet prosjektets kritiske linje. Samtidig må det etterstrebes en struktur som synliggjør ansvar og klarhet i alle ledd, noe som forankrer et helhetsperspektiv og bedre flyt i kommunikasjon.

# Forord

Denne masteroppgaven utgjør den avsluttende delen av det femårige masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Handelshøyskolen i Kristiansand ved Universitetet i Agder. Oppgaven er obligatorisk og tilsvarer 30 studiepoeng. Temaet for oppgaven er prosjektledelse i byggebransjen, herunder effektiv fremdrifts- og kostnadsstyring. Vi har søkt å beskrive en prosjektnebdrytningsstruktur for byggingen av nye Skien VGS med tanke på dette.

Denne oppgaven er skrevet i et godt samarbeid mellom Christer Corneliussen og Mikael André Kro Holte. Konstruktive tilbakemeldinger og diskusjoner basert på tidvis ulike perspektiv har bidratt til økt kvalitet i oppgavens detalj og bredde. Med ulike styrker har vi komplimentert hverandre godt. Arbeidet har vært variert og krevende. Dette har vært en veldig spennende og lærerik prosess som har gitt oss muligheten til å reflektere over mye av det vi har lært gjennom vårt studie. Vi har også observert at det har vi har vært til nytte for prosjektorganisasjonen knyttet Skien VGS gjennom å skrive denne oppgaven. Vedlagt følger refleksjonsnotater som utdyper vår læringsprosess nærmere.

Vi ønsker å rette en spesielt stor takk til vår veileder Øystein H. Meland for tilgjengelighet, støtte og konstruktive tilbakemeldinger som har vært uvurderlige for vårt arbeid. I tillegg har han sikret oss tilgang til prosjektet Skien VGS med tilhørende nøkkelpersoner og informasjon, samt foreslått andre kvalifiserte kontaktpersoner. Videre vil vi takke Yngve Eilertsen, prosjektledelsen i Skanska og Multifag, samt alle andre som har hjulpet oss.

Avslutningsvis vil vi takke samboere, venner og familie for nysgjerrighet, forståelse og oppmuntring gjennom arbeidet med denne masteravhandlingen. Samtidig følger også en spesiell takk til Christer 6 måneder gamle valp Luka for både herlig energi og tålmodighet gjennom hele prosessen. Dette har vært to viktige ingredienser for at vi skulle lykkes!

Kristiansand 1. Juni 2016



Christer Corneliussen



Mikael André Kro Holte

# Forkortelser

AOA - Activity on arrow / aktiviteter på piler

BIM - Bygningsinformasjonsmodell i 3D

IP - Involverende planlegging

KLM - Kritisk linje metode

LPS - Last Planner System

LOA - Lov om offentlige anskaffelser

LC - Lean Construction

LCC - Life Cycle Cost / Livsløpskostnader

PNS - Prosjektnedbrytningsstruktur

PPU - Prosent planlagt utført

TOC - Theory of constraints / teorien om begrensninger

# Figur-, modell- og bildeliste

Figur 1 - Byggebransjens fallende produktivitet siste 20 år	Side ... 1
Figur 2 - Prosjektkostnader over tid	Side ... 5
Figur 3 - Oppgavens strukturelle oppbygging	Side ... 7
Figur 4 - Fasene i et byggeprosjekt med fokus på prosjektering	Side ... 8
Figur 5 - De ulike prosjektfasene	Side ... 15
Figur 6 - Overlappende prosesser	Side ... 15
Figur 7 - Fasene i et byggeprosjekt	Side ... 16
Figur 8 - Optimalt prosjekteringsomfang	Side ... 17
Figur 9 - Gjennomføringsstrategi	Side ... 18
Figur 10 - Totalentreprise	Side ... 20
Figur 11 - Sammenheng mellom økonomisk og kvalitetsmessig risiko for byggherre	Side ... 20
Figur 12 - Entreprisereformers ulike egenskaper med Lyngdalsmodellen	Side ... 21
Figur 13 - Sammenheng mellom økonomisk og kvalitetsmessig risiko	Side ... 25
Figur 14 - Vederlagsform og risiko	Side ... 26
Figur 15 - Matriseorganisering	Side ... 27
Figur 16 - WBS (Work Breakdown Structure)	Side ... 30
Figur 17 - Eksempel på KTR-ark	Side ... 32
Figur 18 - AOA-nettverk	Side ... 34
Figur 19 - Forstørrelse av hendelse	Side ... 34
Figur 20 - Beregning av AOA-nettverk	Side ... 35
Figur 21 - Beregning av tidspunkter for aktiviteter i et nettverk	Side ... 36
Figur 22 - S-kurvene planlagt-, faktisk- og inntjent verdi	Side ... 37
Figur 23 - Styringsløyfa	Side ... 38
Figur 24 - Prinsippene bak Lean-filosofien	Side ... 48
Figur 25 - De 7 forutsetningene for "sunne aktiviteter"	Side ... 52
Figur 26 - The Last Planner System	Side ... 52
Figur 27 - Fritt tegnet: Kostnader og tid	Side ... 56
Figur 28 - Crash-diagram	Side ... 57
Modell 1 - Tidlig prioriteringsmatrise for prosjektet	Side ... 75
Modell 2 - Mulig prioriteringsmatrise for prosjektet	Side ... 76
Modell 3 - Den helhetlige teoretiske modellen	Side ... 94
Modell 4 - Den overordna prinsipielle prosjektnedbrytningen	Side ... 95
Modell 5 - Foreningen av PNS, OBS og CBS	Side ... 96
Modell 6 - Nedbrytningen av arbeidspakker mhp. elektro	Side ... 97
Modell 7 - Forslag PNS (Nivå 1-3)	Side ... 97
Modell 8 - Forslag PNS (Nivå 4-6)	Side ... 98
Bilde 1 - Foreløpig arkitekttegning av Skien VGS	Side ... 8
Bilde 2 - Organisasjonskart for prosjektet Skien VGS	Side ... 81

# Innholdsfortegnelse

<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>I</b>
<b>FORORD</b> .....	<b>II</b>
<b>FORKORTELSER</b> .....	<b>III</b>
<b>FIGUR-, MODELL- OG BILDELISTE</b> .....	<b>IV</b>
<b>INNHOLDSFORTEGNELSE</b> .....	<b>V</b>
<b>1.0 INNLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV OPPGAVE.....	1
1.2 PROBLEMSTILLING .....	5
1.3 OPPGAVENS AVGRENSNING .....	6
1.4 OPPGAVENS OPPBYGGING .....	7
<b>2.0 CASEBESKRIVELSE - SKIEN VGS</b> .....	<b>8</b>
<b>3.0 TEORI</b> .....	<b>11</b>
3.1 HVA ER ET PROSJEKT? .....	11
3.2 PROSJEKTETS MÅLHIERARKI OG PRIORITERING .....	12
3.3 PROSJEKTETS LIVSLØP .....	13
3.4 GJENNOMFØRINGSMODELLER .....	17
3.4.1 Anskaffelsestrategi.....	17
3.4.2 Entrepriseform .....	19
3.4.3 Vederlagsform.....	26
3.4.4 Organisasjonsform.....	27
3.5 ORGANISERING FOR STYRING .....	28
3.5.1 Work breakdown structure (WBS).....	29
3.5.2 Organizational-breakdown structure (OBS).....	30
3.5.3 Cost-breakdown structure (CBS).....	31
3.5.4 Funksjoner og oppfølging .....	31
3.6 TIDSPANLEGGING .....	32
3.6.1 Gantt-diagram .....	33
3.6.2 Nettverksplanlegging .....	33
3.6.3 Beregning av nettverk.....	35
3.6.4 Kontroll og oppfølging - S-kurvene.....	36
3.7 STYRINGSSLØYFA.....	38
3.8 GRUNNTEORIER OM SYSTEMOPTIMALISERING .....	39
3.8.1 Lean og Theory of constraints (TOC).....	39
3.8.2 Systemteori.....	43
3.9 REDUKSJON AV PROSJEKTTIDEN .....	47
3.9.1 Lean Construction (LC).....	48
3.9.2 "Kræsjing" .....	53
3.9.3 Alternativer for reduksjon av prosjekttiden .....	54
3.9.4 Kostnader og risiko ved "kræsjing" .....	55

<b>4.0 FORSKNINGSMETODE .....</b>	<b>59</b>
4.1 INNLEDNING .....	59
4.2 PROBLEMSTILLINGEN .....	59
4.3 UNDERSØKELSESDSIGN .....	60
4.3.1 Ulike design .....	61
4.4 DEN METODISK TILNÆRMINGEN .....	62
4.4.1 Kvantitativ tilnærming .....	62
4.4.2 Kvalitativ tilnærming .....	63
4.4.3 Systemanalyse .....	63
4.5 DATA.....	64
4.5.1 Innsamling.....	64
4.5.2 Valg av enheter.....	66
4.6 MODELLERING .....	67
4.7 VALIDITET OG RELIABILITET .....	68
4.8 ETISKE FORHOLD.....	69
4.8.1 Metodisk .....	69
4.8.2 Sensitiv informasjon og bruk av mennesker.....	70
<b>5.0 EMPIRI OG ANALYSE.....</b>	<b>72</b>
5.1 GRUNNLAGET FOR UTVIKLING AV EN PNS .....	72
5.1.1 Arbeidsomfang for Skien VGS.....	73
5.1.2 Prioritering av kostnad, tid og kvalitet (omfang) for Skien VGS.....	75
5.1.3 Gjennomføringsmodellen for Skien VGS .....	76
5.1.4 Systemoptimalisering .....	82
5.1.5 Styringsoptimalisering.....	83
5.1.6 Lean Construction .....	84
5.1.7 Kritisk Linje Metode .....	85
5.1.8 "Kræsjing" .....	87
5.2 PNS – NIVÅ FOR NIVÅ.....	88
<b>6.0 KONKLUSJON.....</b>	<b>93</b>
<b>7.0 OPPSUMMERING OG REFLEKSJON .....</b>	<b>99</b>
<b>LITTERATURLISTE .....</b>	<b>102</b>
<b>VEDLEGG.....</b>	<b>107</b>



# 1.0 Innledning

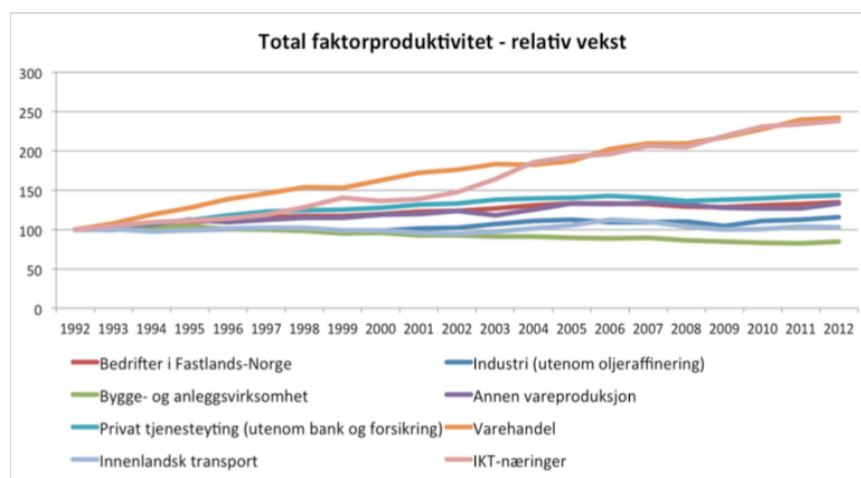
## 1.1 Bakgrunn for valg av oppgave

Etter fullførte masterkurs i prosjektstyring ved Handelshøyskolen UiA, fattet vi begge stor interesse for fagområdet. Vi synes det var spesielt og underlig å lære at noe så viktig som styringen av fremdrift i byggeprosjekt var en mangelvare i praksis, og at dette kunne være årsaken til en rekke kostnadsoverskridelser. Dette ønsket vi å se nærmere på. Vi gikk til kursholder Dr.Ing Øystein H. Meland for å høre hva han tenkte rundt tematikken. Vi diskuterte dette med utgangspunkt i å definere en masteroppgave. Meland sa seg villig til å være vår veileder, og vi ble enige om å se nærmere på effektiv fremdriftsstyring i lys av Kritisk Linje Metode og “kræsjing” ved bruk av prosjektnedbrytning. I det følgende vil vi belyse disse temaenes dagsrelevans.

### Byggebransjen og kostnadsoverskridende prosjekt

Realiteten er at mange byggeprosjekter ender med tidsforsinkelser og kostnadsoverskridelser. Som vi skal se i det videre er dette ofte et resultat av utilstrekkelig styring. Byggeprosjekt er ofte komplekse i art med tusenvis av aktiviteter og ulike fagarbeidere som må koordineres gjennom hele prosessen. I tillegg vil byggeprosjekter ofte vare over lenger tid med rom for uforutsette hendelser. Risiko, organisering, inkludering og koordinering blir alle nøkkelford.

*“Produktiviteten i byggebransjen synker. Det påvirker hele økonomien”.* Slik lød overskriften i en artikkel fra Klassekampen i 2013. Dette kom etter SSBs statistikk, vist i figur 1.



Figur 1 - Byggebransjens (grønn linje) fallende produktivitet siste 20 år. (SINTEF m.fl for DiBK, 20.12.2013)

Statistikken viser et fall i produktivitet mhp. timeverk. Arbeidsoppgaver tar lenger tid. Problemet i byggebransjen ble følgelig satt på dagsorden, og regjeringen opprettet en kommisjon for å se nærmere på forholdene. Klassekampen drøftet den økende bruken av underentreprenører i kjølevannet av dette, da dette er noe som naturlig øker kompleksiteten i byggeprosjekt. Artikkelen viser også til at dødtid på arbeidsplassen har økt. Følgelig ser vi det økende behovet for styrket styring og koordinering.

Holmenkollen nasjonalanlegg i Oslo er et godt eksempel på kostnadsoverskridelser og en uheldig styring. Aftenposten belyste i 2009 at prosjektet var delt i seks del-prosjekter med seks byggherrestyrte sideentrepriser. En slik entreprisform krever i følge entreprisemodellmodulen "*byggherren i fokus*" (Buskeland, Meland et.al 2003) god og tett styring og kontroll fra eierorganisasjon, byggherre og prosjektorganisasjon. Dette grunnet dens sterkt oppdelte natur. Konsulentfirmaet Metier presiserte det samme i sin rapport som tok sikte på å kvalitetssikre utbyggingen. I tillegg mente de at prosjektet manglet en effektiv kvalitet- og fremdriftsstyring, samt klare rollefordelinger og tydelig kommunikasjon. Det er derfor oppsiktsvekkende at prosjektleder kun var ansatt i en 60% stilling. Audun Lågøyr, direktør for næringspolitikk i Byggenæringens Landsforening, støttet dette i en kommentar til Aftenposten; "prosjektet var lenge preget av for liten oversikt og styring fra toppen". Prosjektets behov for kvalitetsstyring ble ignorert allerede før det var påbegynt. Daværende avdelingsdirektør i Friluftsetaten i Oslo kommune sa følgende om vinneren av arkitektkonkurransen; "Her har vi fått en vinner (prospekt) som ikke byr på spesielle problemer, og som er enkel og overskuelig å bygge". Prosjektansvarlige forstod til slutt alvorret. En fulltids prosjektleder med en egen byggekomité ble innført etter en stund. Oslo kommune hadde i utgangspunktet satt en kostnadsramme på 581 millioner kroner for hele Holmenkollen nasjonalanlegg skrev Aftenposten i 2011. E24 skrev i 2009 at kostnadene endte på 1,8 milliarder kroner. Hele Oslos byråd for næring og idrett gikk av som en konsekvens.

Et annet eksempel er kostnadsoverskridelsen knyttet til ombyggingen av Voss togstasjon. Bergens Tidene skrev om saken i 2013, og viste til at den budsjetterte prisen på 55 millioner til slutt endte på 344 millioner. En svimlende kostnadsøkning på ca. 525%. Daværende samferdselsminister skyldte bla. på dårlig plangrunnlag og utilstrekkelig kostnadsstyring. Jernbanetilsynet viste også til svakheter knyttet til kommunikasjon og risikostyring.

24. April i fjor (2015) skrev maritime.no om Oljedirektoratets anslag på at Johan Sverderup (oljefelt, sokkel) blir 10 milliarder dyrere. Dette som et resultat av 6 måneders forsinkelse på utbyggingen av feltet. I forhold til *tidsforsinkelser* oppstår også andre problemer. F.eks. hvis et bygg for utleie blir forsinket med 2 måneder vil man miste 2 måneder med utleieinntekter. Følgelig følger en *alternativ kostnad* som et resultat av tapt inntekt. I tillegg binder man ressurser som kunne vært brukt på annen inntektsskapende aktivitet.

Det hersker følgelig liten tvil om at det er potensiale for forbedring i byggebransjen. Årsakene til planoverskridelser er mange og sammensatte. Uoversiktlighet står som en sterk fellesnevner både direkte og indirekte.

### **Relevansen av fremdriftsstyring og kritisk linje metode (KLM)**

Rolstadås (2011) argumenter for at fremdriftsstyring gir grunnlag for å beregne avvik knyttet til prosjektets fremdrift opp mot planlagt tid og kostnad. Dette vil bidra med rik styringsinformasjon samtidig som det vil kunne bidra til god intern samhandling og kommunikasjon.

Teknisk Ukeblad skrev i 2012 om oppføringen av Sam Eyde VGS. Bygget skulle bli spekket med moderne utstyr og samtidig oppfylle Statsbyggs miljøprofil. Fylkesbyggjef i Aust Agder (byggherre) kommenterte at det hadde vært en spennende prosess, og at de på tidspunktet for artikkelpublisering var i svært god rute ift. leveringsfristen. Modellen for gjennomføring hadde vært byggherrestyrt sideentreprise hvor byggherren hadde stått for “tverrfaglig fremdriftsstyring og fremdriftsplanlegging”. Jensen viste videre til at “alle har vært involvert i prosjektet siden dag én. Vi har lyttet til alle og samarbeidet godt.” Jensen viste også til en 100% personlig involvering fra dag én. Sam Eyde er et godt eksempel at god fremdriftsstyring, en involvert byggherre og tverrfaglig samarbeid kan gi godt grunnlag for god kontroll over store prosjekt (20 daa tomt og ca. 600 millioner i kostnadsramme).

Et annet prosjekt, fra en annen skole, deler mye av den samme suksessen som Sam Eyde VGS. Lyngdal Ungdomsskole ble styrt etter det som videre har blitt kjent som Lyngdalsmodellen, en videreførelse av den klassiske totalentreprisen med klare trekk fra partnering. I følge Meland (2012) har modellen fordeler rundt bla. tidlig involvering av bruker og eier i tillegg til et sterkt kvalitetsfokus i gjennomføringen.

I November 2015 skrev Stavanger Aftenblad at kostnadene i Olje- og gassektoren kan halveres. Artikkelforfatter kommenterte basert på 40 års relevant erfaring gjennom en rekke ulike styreverv og lederposisjoner. Han la spesielt vekt på manglende styring etter kritisk linje metode (KLM), og presiserer at det ikke jobbes etter “en naturlig teknisk avhengighetsrekkefølge”. Han illustrerte et eksempel knyttet sektoren for olje og gass:

*Cirka 85% av plattformene er bygget av stålplater og stål- profiler som er levert fra stålverk til verft etter standard råmateriale dimensjoner. Bearbeider man stålplatene i brennemaskiner og stabler platene i en rekkefølge slik at platene man trenger først ligger nederst i platestabelen, må man foreta kostnadsdrivende kranoperasjoner for omstabling. Setter man derimot døgnkontinuerlig skift i brennemaskinene, og bearbeider stålplatene i den motsatte rekkefølge reduserer man produksjonstiden med ca 50%. Slik kan man fortsette for å redusere kostnadene med 50-60%. (Nilsen, 2015 s. 49)*

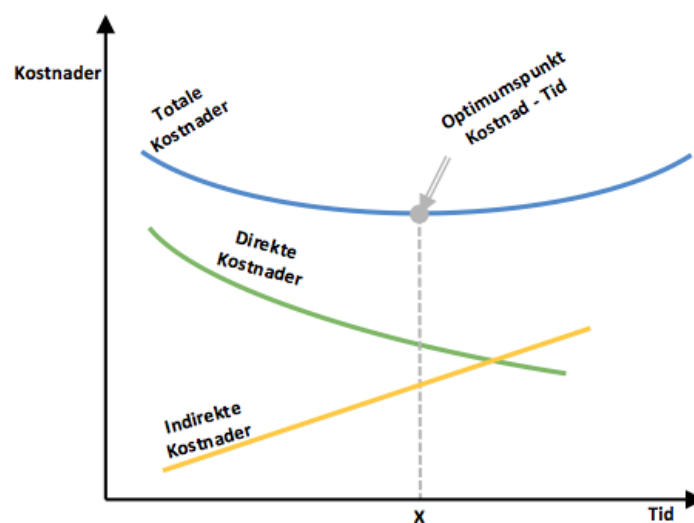
Dr.Ing Øystein H. Meland er også overbevist om at det er mye kostnader å spare i byggebransjen knyttet til fremdriftsstyring. Han argumenterer basert på lang tid i byggebransjen, som kursholder ved Handelshøyskolen UiA og ved egen konsulentvirksomhet med fokus på prosess- og fremdriftsstyring. Meland peker på at en av grunnene til kostnadsproblemer i prosjekt er prosjektmedarbeideres manglende evne til å skaffe og implementere nødvendig informasjonen for effektiv fremdriftsstyring (Meland, 2015f).

### **“Kræsjing” og reduksjon av indirekte kostnader**

Ved bruk av kritisk linje metode (KLM) i fremdriftsstyringen vil det være mulig å identifisere kritisk linje i et prosjekt. Rolstadås (2011, s. 150) definerer kritisk linje som en *sammenhengende kjede av kritiske aktiviteter fra start til slutt (i prosjektet)*. En forsinkelse av en aktivitet som ligger på kritisk linje vil forsinke hele prosjektet. Hvis man vil unngå denne forsinkelsen kan man “kræsje” en av de kritiske aktivitetene. “Kræsjing” er en tilføring av ekstra ressurser for å akselerere tidsbruken knyttet til aktiviteter mot økte *direkte kostnader* (Karlsen, 2014). “Kræsjing” kan derfor være et nyttig middel for å spare tid i fremdriftsstyring. Evensmo & Karlsen (2008) påstår dog at “crash-cost” modellen ofte er misforstått og derfor sjeldent brukt i praksis. Dette vil bli diskutert nærmere i 3.9.2.

I tillegg til *direkte* prosjektkostnader utgjør de *indirekte kostnadene* en vesentlig del av prosjekts total kostnader (Sakellapoulos & Chassiakos, 2014). Dette er spesielt relevant for byggeprosjekt som strekker seg over lengere tid og avhenger av en stor administrasjon. Indirekte kostnader er kostnader som ikke direkte kan knyttes til en bestemt aktivitet, men som påløper hver dag uavhengig av progresjonen i prosjektets aktiviteter (ibid). Generell koordinering og planlegging er eksempler på dette.

Sakellapoulos & Chassiakos (2014) argumenterer videre for at indirekte kostnader typisk er proporsjonale med prosjektets varighet.



Figur 2 - Prosjektkostnader over tid

Modellen illustrerer de indirekte kostnadene som en funksjon av prosjektets tid, et argument som også støttes av tidligere nevnte Dr.Ing Øystein H. Meland og hans erfaringer. Det er følgelig interessant å se på hvorvidt en reduksjon av indirekte kostnader mot økte direkte kostnader kan redusere total kostnader i et prosjekt. I et slikt tilfelle vil anvendelsen av “kræsjing” av kritiske aktiviteter kunne redusere et prosjekts totale kostnader. Det er en slik anvendelse av “kræsjing” vi i denne oppgaven vil kalle “strategisk kræsjing”.

## 1.2 Problemstilling

Med utgangspunkt i oppgavens bakgrunn og samtaler med veileder har vi utarbeidet følgende forskningsspørsmål:

1. *Hvordan utvikle en overordnet prosjektnebdrytningsstruktur som muliggjør effektiv fremdriftsstyring etter kritisk linje metode?*

Vi ønsker å konkretisere vår problemstilling til å omhandle en prosjektnedbrytning basert på forprosjektet for nye Skien VGS. Nedbrytningen vil være overordnet og beskrevet i et helhetsperspektiv. Foreningen og relevansen av effektiv fremdriftsstyring og KLM er allerede belyst i 1.1, og vil diskuteres gjennomgående i hele denne avhandlingen. “Strategisk kræsning” vil bli argumentert som en naturlig del av KLM, og vil i særlig grad underbygge oppgavens kostnadsperspektiv.

### 1.3 Oppgavens avgrensning

På bakgrunn av vår problemstilling har vi foretatt visse avgrensninger. Vi har tatt sikte på å lage en generisk modell illustrert ved Skien VGS. Modellen vi har utarbeidet vil være basert på spesifikke karakteristika knyttet prosjektets art og informasjon fra involverte aktører og eksperter. Nedbrytningen er fortatt med utgangspunkt i entreprenørens side, men ved å bruke denne modellen vil det være gevinst for alle involverte. Alle er tjent med at prosjektet gjennomføres effektivt. Valgt gjennomføringsmodell for prosjektet er *Lyngdalsmodellen*, hvor byggherre og entreprenør er i “samme båt”. Dette har lagt noen føringer for både prosjektnedbrytningen og oppgavens teoretiske tilnærming. Det samme kommer av vår problemstilling som har effektiv fremdriftsstyring spisset gjennom vektingen av Kritisk Linje Metode (KLM) med “kræsning” som et tilhørende nyttig verktøy.

Ettersom beskrivelsen av effektiv fremdriftsstyring utgjør en vesentlig del av vårt forsknings-spørsmål, vil vår prosjektnedbrytning reflekteres i lys av en større helhet. Vi vil illustrere og knytte elementer som ikke direkte er en del av en typisk prosjektnedbrytning (PNS) for å mer tydelig vise sammenhenger mellom PNS og effektiv fremdriftsstyring etter KLM.

Samtidig har vi måttet foreta valg knyttet hvilke data som skal stå gjeldende i vårt arbeid. Prosjektet har vært i forprosjektstadiet under vår studie, og følgelig har vi basert vår forskning på de dataene som pr. tidspunkt var tilgjengelig. Endelig data kan avvike fra våre grunnlag. I tillegg har vi valgt å basere oppgaven på tilgjengelig informasjon pr. 01.05.16.

## 1.4 Oppgavens oppbygging

Figuren viser oppgavens strukturelle oppbygging med overordnet informasjon om de ulike delene.



Figur 3 - Oppgavens strukturelle oppbygging

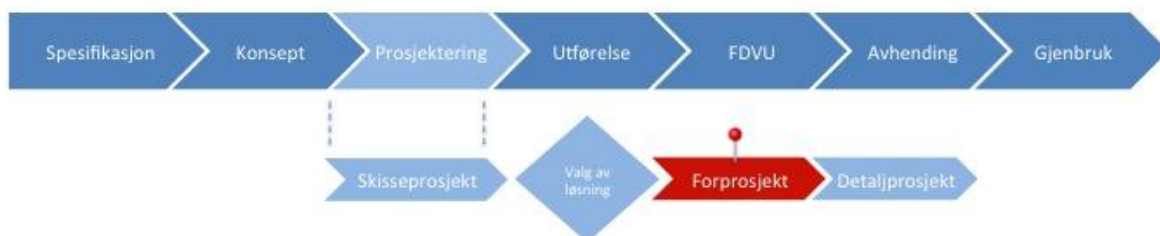
## 2.0 Casebeskrivelse - Skien VGS



Bilde 1 - Foreløpig arkitekttegning av Skien VGS

Basert på anskaffelsesprosedyren konkurransepreget dialog har Skanska AS fått oppdraget om å bygge nye Skien Videregående Skole på Klosterøya. Dette i tett samspill med skolens brukere, Telemarks Fylkeskommune som prosjekteier og viktige samarbeidspartnere som bla. Multifag, Link Arkitektur med flere. Moral, tillit, åpenhet, ydmykhet og helhetsperspektiv har blitt trukket frem som grunnleggende verdier for samarbeidet som skal sikre ferdigstilling til skolestart i august 2018. *Lyngdalsmodellen* legger til grunn for dette.

Gjennom våren 2016 vil aktørene utforme forprosjektet og definere målsum for investering og LCC (levetidskostnader). Frist er satt til Juni samme år. Dette er siste ledd før den detaljerte prosjekteringen. Figur 4 viser prosjektets nåværende posisjon.



Figur 4 - Fasene i byggeprosjekt med fokus på prosjektering (Fritt fra Meland, 2015a)



All planlegging og prosjektering foregår i et avtalt og nært samarbeid mellom prosjekteier, bruker, arkitekt, entreprenørene og andre aktører. Samtidig fokuseres det på bred medvirkning av brukergruppene og et nært samarbeid med fagmiljøene som ligger på Klosterøya i dag.

### **Formål, krav og omfang**

Telemarks Fylkeskommune vektlegger at skolen skal være fremtidsrettet, transparent, åpen og inkluderende. I tillegg skal den være et sertifisert miljøfyrtårn med bærekraftige energiløsninger.

Rent teknisk skal skolen ha 1150 elever og 160 ansatte, med et ønske om å kunne øke til 1500 elever i fremtiden. Skolen skal inneholde linjer innenfor studiespesialisering, musikk, dans og drama, samt service og samferdsel. Dette øker kompleksiteten i bygget betraktelig. Under utarbeidelse av grunnlaget for prekvalifisering ble det spesifisert at det var rom for å spille på nærliggende eiendommer og aktører for sambruk av visse deler som feks. kantine. Det skulle tas et kritisk utgangspunkt i rom og funksjonsprogram utarbeidet i 2012.

Det fremgår av prekvalifiseringsdokumentet at man ønsker prosjektet gjennomført etter nyere gjennomføringsmodeller som bla. *Lyngdalsmodellen*. Dette for å realisere kravene til bygget.

### **Anskaffelsesprosedyrer, gjennomføring av konkurransen og kvalifikasjonskrav**

Konkurransen ble gjennomført i henhold til lov om offentlige anskaffelser av 16.juli 1999 nr. 69 (LOA) med tilhørende forskrift av 7. april 2006 nr. 402 (FOA) del I og III, samt bestemmelsene i konkurransegrunnlaget. Herunder valgte oppdragsgiver konkurransepreget dialog for gjennomføring av konkurransen. Dette er en anskaffelsesprosedyre hvor oppdragsgiver beskriver sine behov og inviterer tilbydere til dialog om alternative løsninger. Dette foregår over en eller flere faser før endelig konkurrerende tilbud gis.

Oppdragsgiver, herunder Telemarks fylkeskommune, utlyste et anbud for byggingen av nye Skien Videregående Skole som omfattet detaljspesifikasjon, prosjektering, bygging og teknisk drift. Totalkostnaden på skoleanlegget var anslått til 618 millioner kr inkl. mva og vedtatt finansiert av fylkestinget. Det fremgikk videre at fylkeskommunens valgte samarbeidspart må påregnes å stå for den tekniske driften av skoleanlegget – alene eller i

samarbeid med fylkeskommunen over lenger tid. Dette anbudet var over EØS-terskelverdi for offentlige anskaffelser. Fra anbudet på doffin:

*Utvelgelsen vil skje blant tilbyderne som oppfyller alle kvalifikasjonskravene med bakgrunn i en rangering av utvelgelseskriteriene ... Kriteriene kapasitet (og) erfaring vil vektet iht karakterskala 1-5 ... I evalueringen telles disse kriteriene likt.*

Det fremgikk et ønske om å velge ut 3-4 tilbydere for den konkurransepregede dialogen, hvor man tok sikte på å gradvis redusere antall løsninger og tilbud. Evaluering av nøkkelpersoner som prosjektleder, prosjekteringsleder og arkitekt samt evaluering av relevante referanseprosjekt var kriteriene. Skanska Norge AS med Link Arkitektur AS ble til slutt valgt.

### **Utredningsgruppen for fremdriftsstyring av Skien VGS**

Vår metode for datainnsamling henger sammen med denne oppgavens systemanalyse og modellutvikling. Datagrunnlaget for vår modellutvikling, som er et grunnleggende ledd i en systemanalyse, har foregått gjennom møtedeltakelse i prosjektets utredningsgruppe. Dette i tillegg til intervjuer av utredningsgruppens deltakerne for avklaring rundt spesifikke elementer ved prosjektet, dets deltakere og vår modellutvikling.

#### **Utredningsgruppe:**

Fremdriftsansvarlig og prosjekteringsleder fra Skanska, totalentreprenør

Prosjektleder fra Multifag, totalteknisk leverandør

Diverse fagrådgivere fra Multifag

Yngve Eilertsen - Fremdriftskonsulent

#### **Andre deltakere i oppstartstartmøte:**

Mona Kluck - Prosjektleder, Telemarks Fylkeskommune

Øystein Husefest Meland - Prosessrådgiver, Telemarks Fylkeskommune

## 3.0 Teori

Dette kapitlet vil følge en logisk oppbygging hvor vi først vil forklare hva som kjennetegner et prosjekt på et mer generelt nivå. Deretter presenterer vi teori som i økende grad omhandler vårt forskningsspørsmål. Prosjektnedbrytning og organisering, fremdriftsstyring, kritisk linje metode (KLM) og “kræsjing” vil alle bli grundig diskutert.

### 3.1 Hva er et prosjekt?

Prosjekt som arbeidsform er ingen nyvinning, og var allerede relevant under byggingen av kjente verk som de egyptiske pyramidene og tårnet i Babel. Før masseproduksjon gjorde sitt inntog, var prosjekt en helt vanlig måte å levere varer og tjenester på. Håndverkere laget eksemplarer av produkter tilpasset kundens behov (Rolstadås, Olsson, Johansen og Langlo, 2014). Vi har alle vært del av et prosjekt på et eller annet tidspunkt. Allerede i barnehagen og barneskolen utførte vi oppgaver som skulle gjøres innen en tidsfrist (Rolstadås et al., 2014).

I litteraturen finnes det mange ulike definisjoner rundt prosjekt. For at du som leser skal vite hva vi legger i begrepet prosjekt vil vi trekke frem definisjonen til Dr. Ing Øystein H. Meland (2015d). Definisjonen er presis og klar, og presiserer det som er kjernen i prosjekt. Definisjonen er forøvrig relativt lik den til Project Management Institute (PMI):

*Et prosjekt er et midlertidig foretak med tanke på å skape et unikt produkt eller tjeneste.*

Det er viktig å presisere at selv om definisjonen ikke inneholder aspekter som tid og kostnad, vil disse to typisk utgjøre en vesentlig del av prosjekter. Vi har derfor også plukket ut definisjonen til Rolstadås et al. (2014, s. 23):

*Et tiltak som har karakter av en engangsforeteelse med et gitt mål og avgrenset omfang, og som gjennomføres innenfor en tids- og kostnadsramme.*

De aller fleste prosjekt er ulike med tanke på bla. kompleksitet, tids- og kostnadsrammer, samt omfang. Det er dog mulig å fastsette noen generelle karakteristika ved prosjekt (Christensen & Kreiner, 1991):

**Entydig målsetting** - Alle prosjekt bør ha mål som definerer hva som skal oppnås og hvorfor. Videre bør mål være presise og kontrollerbare i etterkant (Karlsen, 2014).

**Begrenset ressurstilgang** - Et prosjekt får typisk tildelt begrensede ressurser fra basisorganisasjonen den tilhører. Det er viktig for prosjektet at tilgang til ressurser er tydelig definert på forhånd. I enkelte tilfeller kan det være fastsatt en endelig budsjettbasert ramme. Andre ganger kan rammen være fleksibel mhp. endringer (ibid). Klarhet rundt denne prosedyren bør stå sterkt hos alle prosjektdeltakerne.

**Engangsforetak** - Alle prosjekt vil ha karakteristikken til et engangsforetak på grunn av dens unike og midlertidige art (ibid). Et prosjekt er en måte å løse en bestemt oppgave på. Når oppgaven er løst er prosjektet over. Videre skriver Karlsen (2014) at unikheten gjenspeiler seg i bla. organisasjonsstrukturen, prosjektoppgaven, personell og kunnskap, samt varighet og omfang av ressurser. I tillegg spiller de eksterne omgivelsene en viktig rolle. Erfaring og lærdom vil alltid være nyttig å ta med seg fra tidligere prosjekt. Likevel er prosjekts egenart typisk stor nok til at usikkerhet fremstår som en naturlig del av prosjekttilværelsen (ibid). Ved å anse prosjekt som et engangsforetak vil man også beskytte basisorganisasjonen eller linjen mot unødvendig støy (Esnault, 2005).

**Bestemt start- og sluttdato** - Karlsen (2014) legger vekt på at alle prosjekt må ha definert start- og sluttdato. Da forstår alle i prosjektet når prosjektet skal starte og når det skal avsluttes. For at et prosjekt skal kunne defineres som midlertidig må det oppfylle nettopp disse to kriteriene (Karlsen, 2014).

**Tverrfaglig arbeid** - Prosjekt blir ofte startet når en oppgave skiller seg fra hva organisasjonen jobber med til vanlig. Dermed oppstår behov for tverrfaglig kunnskap. Slik kunnskap kan man finne andre steder internt i organisasjonen eller eksternt gjennom feks. konsulenter (ibid). Tverrfaglig kompetanse nyttiggjør kunnskap og erfaringer fra ulike fagfelt for å finne den beste løsning.

## 3.2 Prosjektets målhierarki og prioritering

Et prosjekt har ulike mål for ulike perspektiv. På det høyeste nivået har vi typisk det som kalles *virksomhetsnivået*, også kalt *samfunnsnivået* (Youker 1998, Baccarini 2002). Dette nivået definerer hva prosjektet skal bidra med for prosjektorganisasjonen og samfunnet på

langsikt, og definerer prosjektets strategiske karakter sammen med *effekt målet* (Karlsen, 2014). Effekt målet belyser det som er prosjektets viktigste formål. Det gjør det mulig å nå samfunnsnivået, samtidig som det setter rammer for det 3. nivået, *resultat målet* (ibid). Resultat målet omhandler det mer operative, og fokuseres rundt hva prosjektet konkret skal levere. Følgelig bør det også enkelt kunne måles for bla. statusrapport og styring.

*SMART-regelen* for gode mål er en regle for å avgjøre om prosjektets mål er hensiktsmessig formulert (Esnault, 2005). Esnault argumenterer for at prosjekt mål må defineres i målbare terminologier slik at vi på en objektiv måte kan avgjøre mål oppnåelse. Regelen tar for seg at mål må være *spesifikke, målbare, aksepterte, realistiske, tids- og kostnads-baserte* og *enkle*.

Prioriteringsmatrisen er et annet viktig verktøy i denne sammenhengen. Den definerer i hvilken grad aspektene kostnad, omfang (kvalitet) eller tid har den overordnede styringen for hva som er prosjektets hovedfokus. Det er oppdragsgiver som avgjøre dette, og det er avgjørende at prosjektgruppen forstår prioriteringen slik at alle drar i samme retning. Feks. er arrangement en prosjektform som typisk vil ha tid låst, da arrangementets dato vanskelig kan flyttes. Andre ganger er kvalitet mer avgjørende, og følgelig bruker man heller litt lenger tid eller litt mer kostnader for å få sikre kvaliteten. Man tar også en avveining om hvilke av de to resterende aspektene som er viktigst. Gitt låst kvalitet kan et videre valg være å forsøke og optimere tid mot en aksept for økte kostnader.

Det er avgjørende å foreta målprioriteringer i alle prosjekt. Disse aspektene bør sette et klart preg på valgene som foretas gjennom hele prosjektgjennomføringen. Dr.Ing Øystein H. Meland (2000) belyser i sin doktoravhandling at fraværet av klar og tydelig styring fra prosjektleder med tilhørende rolleavklaring er en av de største fiaskopredikatorene. Man er helt avhengig av klare og forankrede mål i tillegg til klare prioriteringsavveininger for å mestre nettopp dette. Samtidig vil klare, spesifikke og kontrollerbare mål enklere la seg følges opp gjennom fremdriften av prosjektet.

### **3.3 Prosjektets livsløp**

Michel Esnault (2005) vektlegger flere viktige ting i sin beskrivelse av prosjekt som arbeidsform, og belyser også et prosjekts typiske livsløp. Han sier at vi *avgrens* en oppgave som er

viktig for oss, og bruker en *midlertidig organisasjon* til å gjøre jobben. Når oppgaven er løst opphører den avsatte prosjektorganisasjonen.

Rolstadås et al. (2014) betrakter også et prosjekts livsløp fra det punktet det er en idé til det blir tatt ut av bruk. Hele livssyklusen tas med i betraktning. Dette er også et hovedfokus i *Lyngdalsmodellen* som vi vil beskrive videre i 3.4.2. På bakgrunn av dette synspunktet skiller det mellom tre ulike prosjektstadier; *sondering*-, *prosjekt*- og *gevinstrealisering*.

En fundamental forutsetning for prosjektstyring er at prosjektet lar seg dele opp i et antall arbeidsoppgaver (Rolstadås et al. 2014). Hvor viktigheten av dette vokser når prosjektstørrelsen øker. En oppdeling gir den overordnede oversikten over prosjektet, og skal gi bedre muligheter for effektiv styring. Videre peker Rolstadås et al. (2014) at dette kan gjøres langs to ulike akser, kalt hierarkisk og sekvensiell. Vi kommer tilbake til hierarkiske oppdelingen kalt *Work Breakdown Structure* (WBS) i kapittel 3.5.

En sekvensiell oppdeling er ofte referert til som *fasedeling*, hvor prosjektet deles opp i ulike faser over tidsforløpet (Rolstadås et al., 2014). Generelt kan vi dele de ulike prosjektfasene inn i fire faser i følge Larson & Gray (2011):

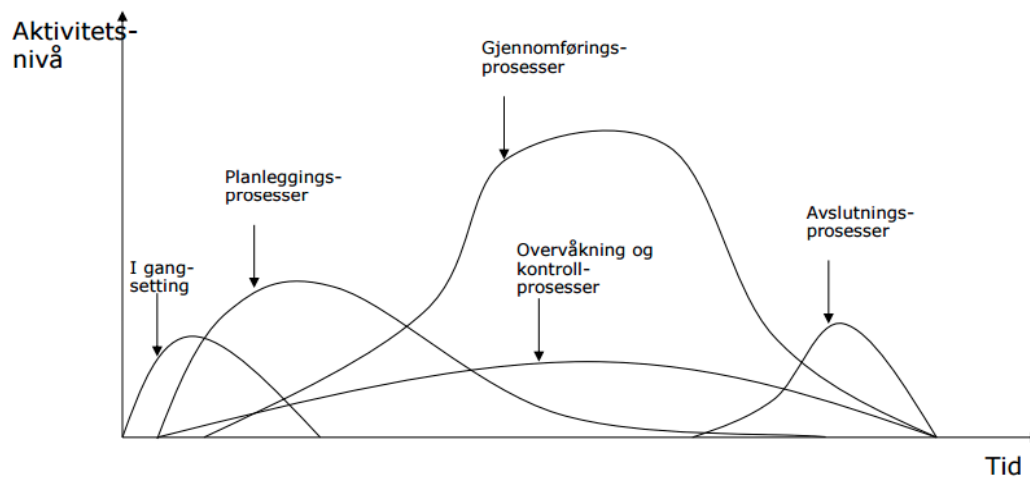
**Oppstarten** innehar flere avgjørende oppgaver. Definisjon av prosjektets spesifikasjoner, måltutarbeidelse, sammensetning av prosjektgruppe og ansvarsfordeling. Tilstrekkelig ressurser trengs i denne fasen for å unngå dyre endringer senere i prosjektet (Meland, 2015a).

**Planlegging** krever økt innsats da prosjektomfanget begynner å øke. Fokus rettes mot selve prosjektet. Planer for prosjektet utformes med tanke på bla. innhold, start og slutt, måldefinering og kvalitetsnivå. Videre utarbeides det tid- og kostnadsrammer.

**Gjennomføringen** er den utførende delen av prosjektet. I byggeprosjekt vil gjennomføringen være selve byggingen. Det kreves tilstrekkelig med ressurser for at arbeidet kan gjøres etter de kravene som er definert i planleggingsfasen. Kontroll og oppfølging står også sentralt i denne for å avdekke og håndtere eventuelle avvik ift. prosjektmålene.

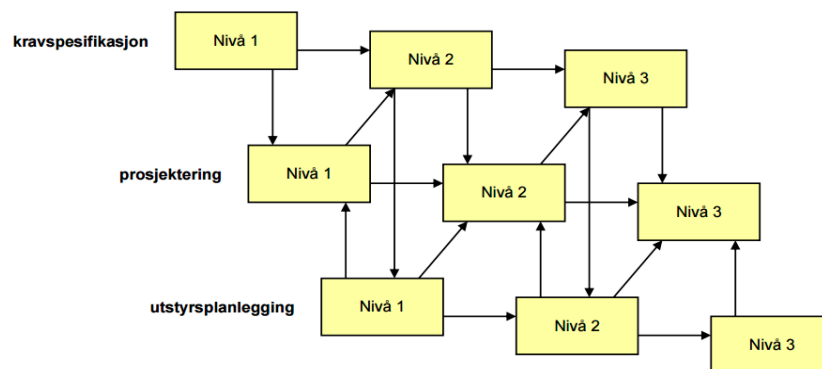
**Avslutningsdelen** av prosjektet inneholder tre viktige elementer. Det ferdige produktet skal overleveres til kunden, prosjektorganisasjonen skal "rigges ned" og man bør foreta en

evaluering av prosjektet. Leveranse til kunden kan inkludere opplæring. Opprydding innebærer å flytte ressurser videre til andre eller nye prosjekt. Evaluering innebærer å overføre lærdom til organisasjonen og analysere prosjektets resultat ift. plan.



Figur 5 - De ulike prosjektfasene (Meland, 2015a).

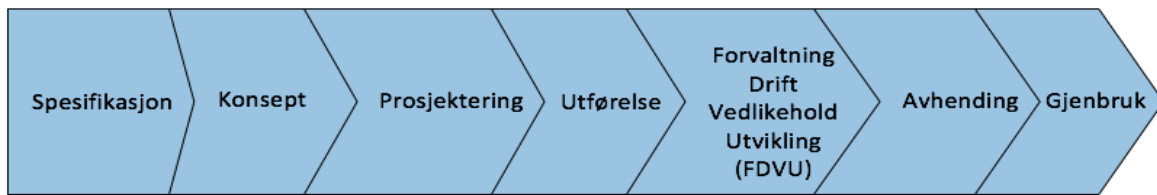
Figur 5 illustrerer de ulike fasene i et prosjekt ift. tid og ressursbruk. De ulike fasene kjennetegnes av ulikt ressursbruk og arbeidsomfang. Variasjonen vil være forskjellig fra prosjekt til prosjekt. Samtidig vil de ulike fasene overlape hverandre. Dette kommer av den dynamiske samhandlingen som er nødvendig mellom de forskjellige del-prosessene:



Figur 6 - Overlappende prosesser (Meland, 2015a).

Det er mye overlapping og justering på tvers av de overnevnte hovedfasene. Eksempelvis går man ofte tilbake til planleggingen etter oppstart av byggeprosessen hvis det avdekkes nødvendige behov for endringer.

Et typisk byggeprosjekt vil bestå av de generelle fasene nevnt tidligere. For å knytte et prosjekts livssyklus nærmere byggprosjekt vil vi også belyse følgende faser (Meland, 2015a):



Figur 7 - Faser i et byggeprosjekt (ibid)

**Spesifikasjon** - Utredning av behov- og funksjonsspesifikasjon. Førstnevnte går ut på at bestiller må utarbeide et minimum for konseptegenskaper og leverandøren må utforske kundebehov. Sistnevnte innebærer å spesifisere krav til produktegenskapene, både funksjon og teknikk. Man leter ikke etter løsninger, men utarbeider krav til resultatet.

**Konsept** - Konseptfasen innebærer å vurdere ulike løsningsprinsipper. Følgelig er denne fasen løsningsorientert. Man vurderer ulike alternativer som nybygg, ombygging, leie osv.

**Prosjektering** - Informasjon bearbeides og konseptet videreutvikles. En rekke beslutning- og forhandlingsprosesser gjennomføres. Man går fra et skisseprosjekt til et detaljprosjekt. Endelige løsninger fastsettes basert på spesifikasjon og konsept.

**Utførelse** - Selve byggeprosessen startes opp og gjennomføres.

**FDVU** - Etter ferdigstillelse skal bygge *forvaltes, driftes, vedlikeholdes og utvikles*.

**Avhending** - Bygget har nådd slutten av sin levetiden og må avvikles.

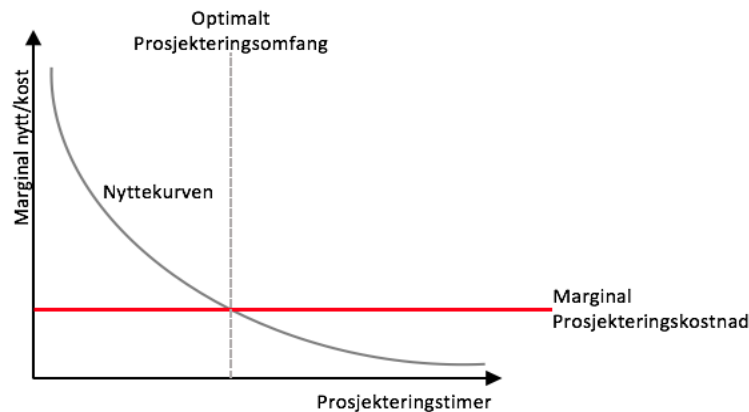
**Gjenbruk** - Man prøver å resirkulere deler av bygget med hensyn til miljøet.

Tradisjonelt har det vært et hovedfokus å tenke frem til ferdigstillelse i prosjektstadiet (Rolstadås et al., 2014). Den moderne tilnærmingen er å betrakte hele livsløpet ved beslutninger. Følgelig tas et større ansvar for effektmålet. *Lyngdalsmodellen*, som vi kommer tilbake til, har et slikt moderne tankesett. Livsløpskostnadene (LCC) betraktes allerede helt i starten. Et fokus på LCC innebærer f. eks. å anvende et material av høyere kvalitet for å minimere kostnader knyttet til FDVU.

Moderne prosjektarbeid har et langt større fokus på initieringen av prosjektet, og Esnault (2005) argumenterer for at prosjektoppstarten er avgjørende for prosjektets senere suksess.



Dette støttes også av Meland (2015a) som argumenterer for at det finnes et optimalt prosjekteringsomfang i sonderingsdelen som altfor sjeldent oppnås i praksis.



Figur 8 - Optimalt prosjekteringsomfang (Meland, 2015a).

Poenget er at man ved å bruke mer kostnader og tid på prosjekteringen i tidlig fase vil kunne gi lavere kostnader senere som følge av færre feil og endringsbehov. Dette er også i sterk tråd med filosofien bak *Lyngdalsmodellen*. Denne vi vil gå nærmere inn på i neste kapittel.

## 3.4 Gjennomføringsmodeller

Alle prosjekt går gjennom en rekke faser. Innholdet i fasene vil variere med bla. struktur, koordinering, ansvar og organisering. Denne variasjonen er betinget av valgt gjennomføringsmodell. Meland (2000) fremhever dette valget som avgjørende for prosjektsuksess.

I følge Meland (2000) varierer gjennomføringsmodeller med anskaffelsesstrategi, vederlagsform, entrepriseform og organisering for kontraktoppfølging. Mål og rammer, samt prosjekt-karakteristika og organisasjonsform er også viktig for valg av modell. En god gjennomføringsmodell bør gjenspeile ansvar, risiko og mulighetsrom for de ulike kontraktspartene.

### 3.4.1 Anskaffelsestrategi

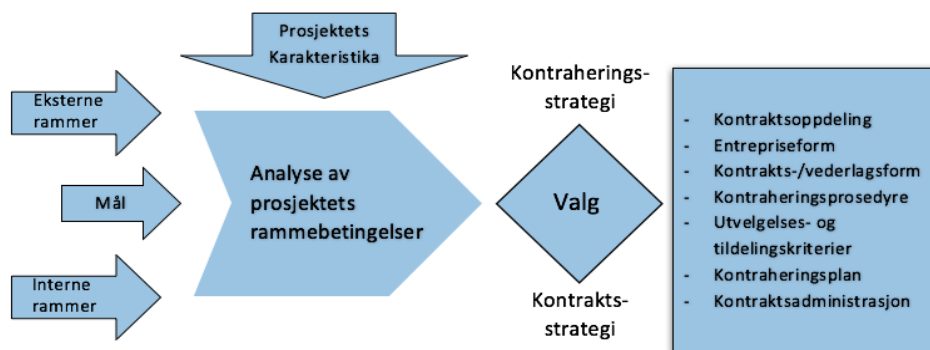
Anskaffelsesstrategien er en plan som angir oppdragsgivers mål med anskaffelsen og virkemidlene som vil brukes for å nå målene (Meland, 2015c). To sentrale aspekt ved anskaffelsesstrategien er kontraheringsstrategien og kontraktsstrategien.

*Kontraheringsstrategien* belyser hvordan byggherren kan forberede og inngå kontrakter for å nå prosjektets prioriterte mål. Sentralt i denne prosessen står bla. *målprioritering, prosedyrevalg, utvelgelse- og kvalifikasjonskriterier og tildelingskriterier*.

*Kontraksstrategien* retter seg i større grad mot selve kontrakten. Denne angir retningslinjer for inndeling og definisjon av arbeidsomfang, kontraktsinnhold, valg av kontraktstype og opplegg for kontraktsadministrasjon. Vi snakker altså om grep før (kontraheringsstrategi) og etter (kontraksstrategi) kontraktsinngåelse, herunder også oppfølging (Fosseli, 2013).

Kontraheringsprosessen vil avhenge av om prosjektet går under lov om offentlige anskaffelser (LOA) eller ikke. Dette har innvirkning på hvem oppdragsgiver kan kontrahere. LOA stiller strengere krav til vektning av pris på bekostning av kvalitet (Meland, 2015c).

Følgende modell illustrerer forhold som påvirker og påvirkes av gjennomføringsstrategi:



Figur 9 - Gjennomføringsstrategi (Meland, 2015c)

Eksterne rammer kan være lover, reguleringer og forskrifter, mens interne rammer kan knyttes risiko, tid- og kostnadsrammer. Dette utgjør prosjektets rammebetingelser sammen med prosjektmål. Alt dette må sees i lys av prosjektets karakteristika. Herunder vil vi se nærmere på *størrelse, usikkerhet, unikhhet og frekvens* basert på Kolltveit & Reve (2002):

- **Størrelse** omhandler omfang, noe som påvirker kontraktsutforming og styringsopplegg. Prosjekt må struktureres i logiske deler for å kunne håndteres hensiktsmessig
- **Usikkerhet** er differansen mellom tilgjengelig informasjon og den informasjonen som er nødvendig for å ta en sikker beslutning. De fleste elementer i et prosjekt er gjenstand for usikkerhet noe som betyr at prosjektet kan få en rekke for- skjellige

*utfall. Usikkerheten kan både skape muligheter og problemer. Styring av usikkerhet forutsetter en systematisk utnyttelse av muligheter og redusering av problemer.*

- **Unikhet** omhandler i hvilken grad prosjektspesifikke investeringer kan tilpasses og nyttes til andre formål uten at markedsverdien reduseres. Lav unikhet betyr at dette enklere kan oppnås.
- **Frekvens** spesifiseres hvor ofte prosjektoppgavene gjentas. Lav frekvens vil si at oppgaven er spesiell nok til at de sjeldent gjentas. Følgelig vil erfaringsoverføring være vanskelig. En høy frekvens påvirker motsatt og muliggjør erfaringsoverføring.

På bakgrunn av dette foretas valg rundt kontrakt- og kontraheringsstrategi for å bla. redusere og fordele risiko. I tillegg vil man forsøke å stimulere ønsket atferd for å sikre en vellykket prosjektgjennomføring.

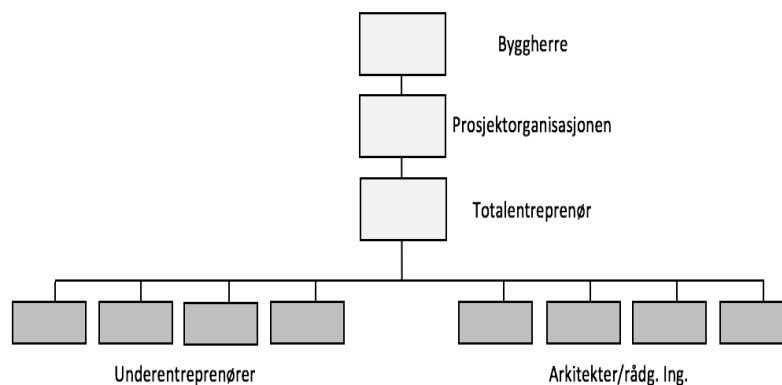
### 3.4.2 Entrepriseform

Det finnes mange ulike entrepriseformer som på mange måter beskriver et prosjekts organisering i gjennomføringsfasen. Entrepriseformene har spesifikke karakteristika tilpasset ulike behov. Det er avgjørende at disse matcher prosjektets form og karakter. Vi vil i det følgende beskrive de ulike hovedretningene innenfor gjennomføringsmodeller med tilhørende entrepriseformer basert på Karlsen (2014) og (Buskeland, Meland et al. 2003). Videre vil vi diskutere problemstillinger i tillegg til nødvendige og strategiske valg man må ta ved valg av entrepriseform. Til slutt presenterer vi *Lyngdalsmodellen* da denne entrepriseformen vil bli benyttet under planleggingen og byggingen av nye Skien VGS.

#### **Integrert leverandørorganisasjon - Totalentreprise:**

Byggherren, herunder kunden, kommer her med kravspesifikasjoner som danner grunnlag for innhenting av tilbud fra entreprenører. En totalentreprise innebærer at en hovedentreprenør tar på seg hele jobben, både prosjektering og bygging. Totalentreprisen kan i utgangspunktet fritt bestemme bla. aktuelle underleverandører for alle de ulike jobbene. Totalentreprise bærer følgelig preg av at byggherren har mindre kontroll over prosjektering, gjennomføring og styring etter inngått kontrakt. Samtidig vil ansvar i større grad flyttes fra byggherren til totalentreprisen. Prosjektet vil bli administrativt enklere for byggherre. Modellen passer godt når byggherren har en fast økonomisk ramme (Karlsen, 2014). Det kan også argumenteres for at den passer godt når byggherre har liten prosjektkompetanse. Hvis prosjektet har et sterkt

kvalitetsfokus samtidig som det bærer preg av kompleksitet og usikkerhet, kan en rendyrket totalentreprise bli problematisk (Meland, 2015c).

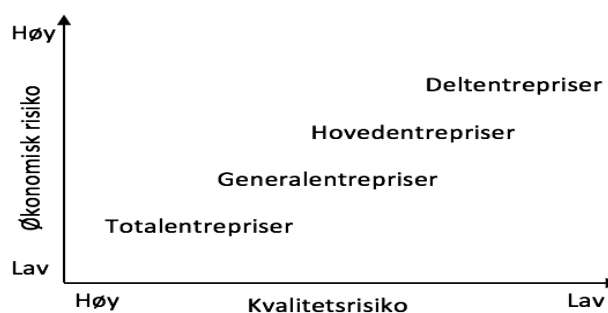


Figur 10 - Totalentreprise (Buskeland, Meland et al. 2003)

### **Delte organisasjoner:**

*General- og hovedentreprise* er tradisjonelle modeller innen delte organisasjoner. Byggherren har i begge ansvaret for prosjekteringen og utarbeider et fullstendig anbuds materiale. En entreprenør får etter anbudskonkurranse ansvaret for byggingen. Byggherren kan ta prosjekteringen selv eller engasjere andre gjennom en separat kontrakt (Karlsen, 2014). Ved en slik tilnærming får byggherren oversikt over arbeidsgrunnlag og kostnader før kontrakt om bygging inngås. Etter denne kontraktinngåelsen har byggherren liten kontroll (ibid).

*Byggherrestyrt delentreprise* er en annen modell hvor byggherren også bærer ansvaret for prosjekteringen og anbuds materialet. Anbudsmaterialet er her splittet opp i flere sidestilte kontrakter (ibid). Byggherren inngår følgelig kontrakter direkte med en rekke sidestilte entreprenører for både prosjektering og gjennomføring. Byggherren bærer da fullt ansvar for koordinering og fremdriftsstyring av alle sidestilte leverandører. Dette øker muligheten for direkte kontroll. Byggherren kan også legge opp til parallell prosjektering og bygging med faseforskyvning. Dette er et viktig fortrinn ved bla. komplekse og usikre prosjekter hvor en integrert kontinuerlig oppfølging er avgjørende (Meland, 2015c).



Figur 11 - Sammenheng mellom økonomisk og kvalitetsmessig risiko for byggherre (Meland, 2015c).

## Integrerte organisasjoner:

Integrerte organisasjoner er en “paraply”-definisjon for ulike samarbeid mellom byggherre og leverandørene. En integrert organisasjon kan variere stort i innhold når det gjelder juridiske forpliktelser, tid og fordeling av ansvar og risiko (Buskeland et al. 2003). Typiske former for integrerte organisasjoner er bla. allianser, offentlig-privat samarbeid (OPS), partnering og integrerte prosjektteam. Sistnevnte brukes typisk når hensikten er å effektivisere samarbeidet mellom kunde og leverandør (ibid). Dette da parter i mer usikre prosjekter kan besitte skjult men verdifull kunnskap på hver sin side. I slike situasjoner kan det være avgjørende å samarbeide kontinuerlig for å avdekke den skjulte informasjonen. Det er når prosjekt varer lenge og bærer preg av kompleksitet at en slik form fungerer best (ibid).

Det finnes en rekke ulike modeller innenfor de ulike hovedkategoriene. Vi vil i det følgende gå nærmere inn på de som ligger til grunn for *Lyngdalsmodellen* som er valgt for gjennomføringen av nye Skien VGS. Sammen med tidligere nevnte totalentreprise, er *partnering* og *OPS* også sentrale. Figur 12 beskriver entreprisformenes ulike egenskaper:

Modellar	Delt leverandørorganisasjon NS8405/8406				Integrert leverandørorganisasjon Total entreprise	Integrert organisasjon			
	CM	BH-styrte delentrepriser	Hovedentreprise	Generalentreprise		(OPS) BOT	(OPS) BOOT	Partnering	Lyngdalsmodellen
<b>KONTRAKT:</b>					<b>NS 3431/8407</b>				
Kun egen 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 12 - Entreprisformers ulike egenskaper med Lyngdalsmodellen (t.h.) (Buskeland et. al, 2003).

I lys av modellen skriver Fossedal (2013) at de tre modellene varierer på 3 hovedområder:

- *Drift*
- *Finansiering*
- *Brukermedvirkning etter kontraktsinngåelse*

Fossedal (2013) skriver også at disse elementene er manglende innenfor mer tradisjonelle modeller. I partnering står brukermidvirkning sterkt. Både byggherre og bruker engasjerer seg i løsninger både i forkant av prosjektgjennomføringen og underveis i utviklingen. I et

typisk OPS-prosjekt vil den private entreprenøren stå med ansvar for løsningen. Brukermedvirkningen faller bort etter kontrahering og kontraktinngåelse. Det er på bakgrunn av dette *Lyngdalsmodellen* har vært ønsket i prosjektet Skien VGS, da den trekker ut fordelene ved begge de nevnte modellene. De private har mulighet til å både finansiere og drifte bygget samtidig som brukermedvirkning står sterkt i hele prosessen. Alt i et langsiktig perspektiv.

### **Partnering**

*Partnering* er en type integrert organisasjonsstruktur. Den har ofte blitt brukt i prosjekt hvor byggherren sammen med de øvrige aktører er med på å levere til seg selv. Modellen defineres av en tidlig involvering av partene med fokus på dialog, tillit og åpenhet. Samarbeidet starter tidlig, og følgelig bærer prosessen preg av et integrert samarbeid fra spesifisering og prosjektering til levering og bruk. Dette muliggjør en mer optimal verdiskapning på bakgrunn av et mer fullstendig beslutningsgrunnlag. En annen fordel med partnering er at avstanden mellom aktørene kortes ned gjennom felles forståelse for nevnte beslutninger allerede i startfasen (Fossedal 2013). Byggherre står dog ansvarlig for å definere leveransen og må spesifisere denne tydelig. I motsetning til totalentreprise vil partnering kreve sterk involvering fra byggherren langt utover prosjekteringen.

Til tross for det naturlige fokuset på brukerinvolvering, vil man i partnering måtte forvente tilleggskostnader knyttet funksjonsendringer (ibid). Følgelig vil det være viktig for oppdragsgiver med en gjennomarbeidet kravspesifikasjon før kontraktsinngåelse.

Buskeland et al. (2003) argumenterer for at partnering i seg selv er et uhensiktsmessig verktøy da det innfører ekstra usikkerhet knyttet delt ansvar, uten at det frembringes unike fordeler. Det presiseres at entreprenøren alltid bør bære hovedansvaret for gjennomføringen. Hugen & Lædre (2002) viser til at teambygging og risikoanalyse i en tidlig fase av byggeprosjekt står sentralt for om partnering lykkes. Dette i tillegg til god og entydig prosjektledelse og rollefordeling med tilhørende ansvar. Samtidig argumenterte de for at kommunikasjonen fortrinnsvis bør være uformell og åpen. Meland (2000) har i sin doktoravhandling også funnet viktigheten av klarhet i prosjektledelse, rollefordeling og ansvar.

### **Offentlig privat samarbeid (OPS)**

Offentlig Privat Samarbeid (OPS) er et samlebegrep for involvering av private aktører i statlig virksomhet (Buskeland et. al. 2003). Privat finansieringsalternativ følger herunder, og

OPS innebærer “... at oppdragsgiver (offentlig) definerer krav til ytelse og kvalitet, og at den private/eksterne part har ansvaret for at ytelsen/kapasiteten leveres, herunder reise kapital, produsere, vedlikeholde og drifte tjenesten m.m.” (ibid). OPS har vært voksende i nyere tid etter at det offentlige i stadig større grad har sett til det private for å løse offentlige oppgaver.

Kjernen i OPS går ut på at entreprenøren inngår en form for strategisk partnering med oppdragsgiver for en spesifikk leveranse som oppdragsgiver leier tilbake via en langsiktig kontrakt. I likhet med partnering er dette en integrert organisasjonsform.

En fordel med OPS er at det følger naturlige incentiver til den private leverandøren for å ta høyde for livsløpskostnadene. Dette fordi leverandøren typisk er ansvarlig for både leveranse og drift. Bygget leies så til det offentlige for inntjening. Da vil et kvalitetsrettet fokus utover selve byggingen fremstå særs hensiktsmessig, noe som bør sikres gjennom tilstrekkelig prosjektering og et vedlikeholdsvennlig og nedbrytbart bygg. Forskning viser til at på tross av dette incentivet er OPS-samarbeid ikke alltid en optimalisering av investeringskostnad og driftsinntekter slik Lædre (2006) skriver at det skal være. KPMG (2003) viser at det er variasjon (0-59%) i hvor mye besparelser som realiseres i slike samarbeid. Hvor kostnadseffektive den offentlige sektoren er fremstår som avgjørende. I tillegg står slike samarbeid ofte sterkere når flere parter konkurrerer om tilbudet. KPMG (2003) konkluderer i sin rapport at man ved riktig bruk av OPS vil kunne øke effektivitet, samtidig som man enklere vil kunne støtte innovasjon- og teknologiutvikling. Dette er alle faktorer som vil kunne øke den samfunnsøkonomiske verdiskapningen. Slik omstillingskompetanse er avgjørende i en nåtid og fremtid preget av kontinuerlig endring.

Leverandøren i et OPS-samarbeid vil ikke motta noen kompensasjon før etter ferdigstillelse. I det prosjektet blir satt i verk starter byggherren nedbetalingen av en på forhånd avtalt kontraktssum (Lædre, 2006), enten for tilgjengelighet eller spesifikk bruk. Man opererer med tre forskjellige økonomiske oppgjørsformer i følge KPMG (2003):

1. *Faste årlige bidrag over offentlige budsjetter*
2. *Brukerbetaling*
3. *Tilskudd fra det offentlige i henhold til den faktiske bruken av tjenesten*

Disse oppgjørsformene har ulik risiko. Ved førstnevnte bærer det offentlige risikoen knyttet fremtidig disponering av prosjektleveransen. Ved de to andre bæres risikoen i større grad av leverandøren, da det offentlige kompenserer leverandøren ved faktisk bruk.

Meland (2012) argumenterer for både fordeler og ulemper med OPS. Han belyser at OPS gir mulighet til å framskynde nødvendige prosjekter som for byggherren er svært kapitalkrevende. Dette støttes og av Lærde (2006) som argumenterer for at OPS kan være svært verdiskapende i samfunn hvor kapital er en mangelvare. Samtidig kommenterer Meland (2012) at det vil være mulig å spare penger ved å nyttiggjøre ekstern kapital og ekspertise. OPS gir også en risikoreduksjon for byggherre gjennom at leverandøren også vil stå ansvarlig for livsløpskostnader (ibid).

Av mer uheldige forhold trekker Meland (2012) frem at den økte risikopremien kan øke finansieringskostnadene. I tillegg vil evt. prisstigningsklausuler øke kostnader dramatisk, spesielt hvis prosjektet pågår over lenger tid. Det offentlige vil også binde deler av sitt fremtidige budsjett. Transaksjonskostnader knyttet kontroll og oppfølging vil også kunne være større. Dette er forhold som bør vurderes før man inngår et OPS-samarbeid.

### **Lyngdalsmodellen**

Nye Skien Videregående Skole vil prosjekteres og bygges etter *Lyngdalsmodellen*, en form for integrert organisasjon som nyttiggjør bla. partnering, OPS, totalentreprise i en komplett modell. I sin masteravhandling om *Lyngdalsmodellen* og komplekse tilvirkningsprosjekt forklarer Fossedal (2013, s. 98) den slik:

*Lyngdalsmodellen er en brukerstyrt, samspillsorientert OPS-modell for byggeprosjekter. Modellen fokuserer på å skape helhet i prosjektering, bygging og bruk. Dette skal gi utslag gjennom minimering av livsløpskostnadene. Modellen skal også legge til rette for kvalitet og funksjonalitet i løsningene, gjennom aktiv brukerinvolvering. I tillegg skal modellen gi utgangspunkt for en gjennomføringsprosess med et minimum av endringer i byggetiden.*

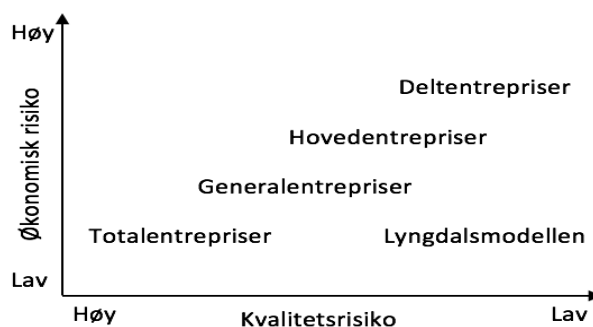
På bakgrunn av dette ser vi at modellen vektlegger samspill og helhet sterkt, dette sammen med et kvalitetsrettet langtidsfokus. Meland (2012) skriver at modellen har flere fordeler sammenliknet med tradisjonelle modeller. Han vektlegger byggherrens mulighet til å påvirke



livsløpskostnader og redusere risiko knyttet endringer, samtidig som at fleksibiliteten i prosjektgjennomføringen blir godt ivaretatt. Lyngdalsmodellen går for å være en komplett gjennomføringsmodell da den også har en egen anskaffelsestrategi (Fossedal, 2013).

En forskjell i Lyngdalsmodellen ift. mer tradisjonelle modeller er at de sentrale aktørene kontraheres tidligere. Samtidig beholdes de også lenger. Dette gjør det mulig å dra nytte av entreprenøren og rådgiveres løsningskompetanse både tidligere og senere enn hva som ofte har vært tilfelle (ibid). I mer tradisjonelle modeller hvor kontraheringen skjer tidlig, mister ofte byggherre vesentlig kontroll og påvirkningsmulighet. Dette ivaretas på en annen måte i Lyngdalsmodellen hvor nevnte aktører opprettholder disse mulighetene lengre ut i prosessen. Meland (2011) argumenterer at modellen tilstreber bedre informasjon og innsikt gjennom hele systemet. Følgelig oppnår man et bredere beslutningsgrunnlag som et resultat av mer omfattende og inkluderende utredninger og analyser. I tillegg skal eventuelle forandringer ikke betraktes som en endring av kontraktsgrunnlaget (Fossedal, 2013). Dette vil være svært praktisk for mer kompliserte og uklare prosjekter hvor endringer typisk oppstår underveis. Endringsbehov og ønsker fra byggherre og kunde kan følgelig behandles på en annen måte da endringen i mange tilfeller ikke medfører økonomiske konsekvenser i form av merkostnad for hverken byggherre eller andre aktører i prosjektalliansen (ibid).

Fossedal skriver også at finansiering og drift fra det private kan inngå som en del av tilbudet fra totalentreprenørene. Dette gir totalentreprenøren ansvar for både drift og finansiering gjennom hele byggets levetid i tillegg til ansvaret for utvikling og oppføring av bygget. Alternativt kan entreprenøren også kun ha ansvar for oppføring.



Figur 13 - Sammenheng mellom økonomisk og kvalitetsmessig risiko for byggherre (Meland, 2012)

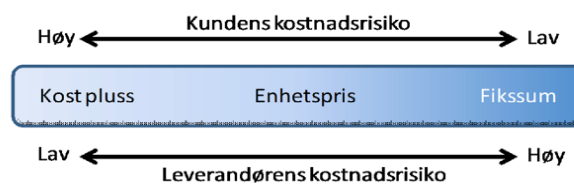
Til sammenlikning med figur 11 viser figur 13 hvordan Lyngdalsmodellen tilstreber både lav økonomisk og kvalitetsmessig risiko. Lyngdalsmodellen legger i så måte til rette for at

aktørene kan gjennomføre prosjektet på en mer effektiv og produktiv måte. Fossedal (2013) avslutter med å presisere modellens fokus på både funksjon og bruk i et langtidsperspektiv.

Lyngdalsmodellen skal også gi bedre opsjonsmuligheter i bygget. Dette legger til rette for fleksibilitet, generalitet og elastisitet (Meland, 2011). Det vil si at bygget bla. skal være tilrettelagt for ulik bruk og kunne omgjøres til andre arealer. Lyngdalsmodellen gir høyere investeringskostnader enn noen av de andre modellene, men med det høye fokuset på kvalitet, brukermedvirkning og opsjoner oppnår Lyngdalsmodellen ofte betydelig lavere livsløpskostnader (Meland, 22.02.16. “Lyngdalsmodellen”) og følgelig total kostnader.

### 3.4.3 Vederlagsform

Vederlagsformen er betalingsformen for oppfyllelsen av en kontraktbindende avtale, følgelig et kompensasjonsformat. I følge Meland (2015h) eksisterer det tre hovedgrupper for økonomisk kompensasjon. Han skiller mellom *pris-*, *kost-* og *verdibaserte* hovedformer. Under alle disse finnes en rekke ulike typer vederlagstyper som alle gir ulike incentiver til kontraktsparten:



Figur 14 - Vederlagsform og risiko (Meland, 2015h).

Hvis det inngås en kontrakt basert på *fast pris* (fiks sum) vil leverandøren bære en kostnadsrisiko. Hvis det fremkommer grunnlag for kostnadsøkende endringer i prosjektleveringen vil leverandøren følgelig ha incentiver til å handle på den mest kostnadseffektive måten. Selv om prosjektets kvalitet skulle avhenge av ekstra innsats, vil dette medføre tap for leverandøren. På motsatt side finnes vederlagsformen *kost pluss* som i langt større grad sikrer leverandøren. Her vil leverandøren få betalt for dens kostnader i tillegg til en avtalt margin. Som et naturlig motstykke vil byggherren da bære en større kostnadsrisiko. Den endelige kontraktssummen forblir usikker frem til prosjektets slutfase.

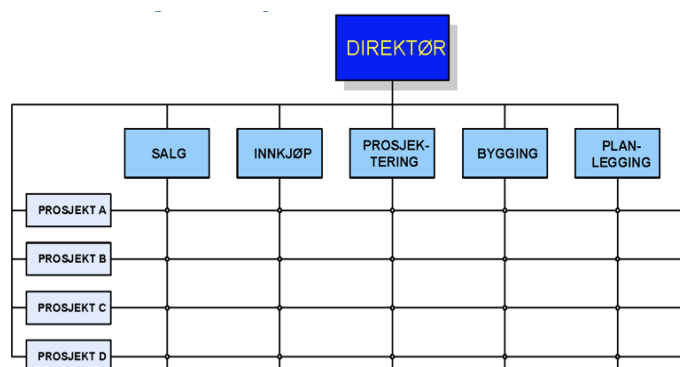
I lys av oppgavens forskningsspørsmål vil det være relevant å presisere at for en tidlig og inkluderende styringsmodell vil det naturlig måtte foreligge incentiver i kontraktene som gjør at nøkkelpersoner fra de ulike parter ser verdier i å bidra til og kvalitetsstyrke helheten.

### 3.4.4 Organisasjonsform

En organisasjon er et bevisst, stabilt og målrettet samarbeid mellom mennesker (Meland, 2015e). Meland sier videre at å organisere er å kartlegge oppgaver, samt avgjøre prinsipp og form for både arbeidsfordeling og koordineringsmekanismer. Karlsen (2014) definerer prosjektorganisering nærmere ved å argumentere for at organiseringen av prosjekt er viktig ift. ressurstilgang, kommunikasjon, ansvarsdeling, beslutningstaking, arbeidsmåte, motivasjon og engasjement. Organisasjonsform bør harmonere med gjennomføringsmodell.

Burns og Stalker (1961) definerte på bakgrunn av sine studier to ytterpunkter innen organisasjonsformer, henholdsvis *organisk* og *mekanisk* struktur. Organiske organisasjoner preges av flatere strukturer med mer åpen kommunikasjonsflyt, dynamiske regler og en mer desentralisert beslutningsmyndighet. Som motstykke har vi mekaniske strukturer. Den preges av tydelig definerte hierarkiske nivåer som videre definerer praksis og formaliteter for kommunikasjon, makt og beslutninger. En organisk struktur vil derfor kunne være bedre i kunnskapsintensive bransjer. Mekaniske står sterkere i mer forutsigbare og produksjons-effektiv organisasjoner.

Karlsen (2014) legger i tillegg til at det i en hver organisasjon eksisterer to typer strukturer, den formelle (maktdeling, roller og ansvar) og den uformelle (kultur, normer). Den formelle legger grunnlaget for hvordan personellet skal samvirke. Den uformelle omhandler hvordan relasjonene utvikler seg over tid på bakgrunn av interaksjon (ibid). I store tilvirkningsprosjekt vil vi typisk se prosjektet organisert i kontraktmatriser:



Figur 15 - Matriseorganisering (Meland, 2015e).

Karlsen (2014) skriver at matriseorganisering kjennetegnes av dens gode evne til å gjennomføre tverrfaglige oppgaver. Følgelig kan man forstå hvorfor det er hyppig brukt i komplekse byggeprosjekt. Rent praktisk fungerer en matriseorganisering slik at prosjektet deles i ulike

administrative enheter som koordineres på tvers av prosjektene (ibid). Fordeler ved matriseorganisering er bla. at personell kan anvendes fleksibelt både i basis og i prosjekt, samtidig som muligheten for den tverrfaglig kompetansen gir synergieffekter for prosjektet (ibid). Dog er dette en kompleks struktur som krever tydelig ansvars- og rollefordeling forankret i både basis- og prosjektorganisasjonen (ibid). Dette for å redusere konflikter og rolleforvirring.

*Lyngdalsmodellen* baseres også på kontraktsmatrise. Den nevnte strukturen for tverrfaglighet er viktig i defineringen av prosjektets aktiviteter både hver for seg og som del av den store sammenhengen. Vi vil nå gå nærmere inn på organisering og struktur ift. styring.

### 3.5 Organisering for styring

Organisering er en avgjørende del av ethvert prosjekt. Organisering handler om å fordele ansvar og autoritet, samt hvordan man skal tilrettelegge for god kommunikasjonsflyt (Fayol, 1949). Videre bør man legge vekt på at organisering skal kartlegge arbeidsoppgaver. Valg av prinsipp for arbeidsdeling og koordineringsmekanismer bør også vektes (Meland, 2015e). Karlsen vektlegger samme forhold knyttet til prosjektorganiseringen:

*Hvordan prosjektet blir organisert er viktig fordi det påvirker en rekke forhold, slik som ressurstilgang, kommunikasjon, ansvarsdeling, beslutningstaking, arbeidsmåte, motivasjon og engasjement. (Karlsen, 2014, s. 147)*

Som tidligere nevnt hevder Rolstadås et al. (2014) at det er en fundamental forutsetning for god prosjektstyring at et prosjekt kan deles opp i ulike arbeidsoppgaver når det vokser i størrelse og kompleksitet. Denne oppdeling kan skje både sekvensielt og hierarkisk. Tidligere definerte vi faseinndeling som sekvensiell.

Vi vil nå definere den hierarkiske oppdelingen, som i hovedsak handler om å bryte ned prosjektet i mindre oppgaver. Dette gjøres for at de ulike oppgavene skal bli mer håndterbare. Et prosjekt med tusenvis av aktiviteter er komplekst og i utgangspunktet vanskelig å håndtere. En fornuftig oppdeling kan gjøre denne jobben enklere. I litteraturen blir den hierarkiske oppdelingen ofte referert til som *prosjektnedbryting*. Her brytes det helhetlige prosjektet ned i mindre deler for styrings- og fremdriftsformål. Hvor mange nivåer prosjektet brytes ned i kan variere med prosjektets størrelse, art og valgt gjennomføringsmodell (Meland, 2015e).

Nedbryting av prosjektets arbeidsoppgaver kalles Work Breakdown Structure (WBS), som på norsk kan kalles prosjektnedbrytningsstruktur (PNS). I utredning av teorien vil vi forholde oss til WBS som er i tråd med litteraturen, men i analysen og modelleringen i kapittel 5 vil vi bruke det norske uttrykket PNS. Nedbrytning av organisasjonen (OBS) og kostnader (CBS) er også mye brukt. Alle argumenteres av Rolstadås et al. (2014) for å tilføre ulik nytte.

### 3.5.1 Work breakdown structure (WBS)

Hensikten med WBS er å gi prosjektleder muligheten til å kunne identifisere alle aktivitetene i et prosjekt. Følgelig inkluderes prosjektarbeidet bedre i organisasjonen (Larson & Gray, 2011 og Kerzner, 2013). I tillegg har WBS et kontrollformål. WBS vil kunne skape en skisse av prosjektet, med ulike nivåer for detaljering (Larson & Gray, 2011). Utarbeidelse av WBS gjøres ved å bryte prosjektet ned nivå for nivå. Det er viktig at graden av detaljer defineres ut ifra det helhetlige behovet (Karlsen, 2014). WBS består av 5 nivå i et teoretisk perspektiv, men kan suppleres med flere nivå for praktisk detaljering. En nedbrytning etter WBS starter på et overordna nivå og brytes videre ned nivå etter nivå med tilhørende økt detaljering. Dette helt til man har 100% oversikt.

**Nivå 1** representerer prosjektet som overordnet helhet og utgjør toppen i en WBS struktur.

**Nivå 2** bryter ned den overordnede helheten i *delprosjekter*. Disse består ofte av større fysiske enheter eller hovedoppgaver som operasjonelt kan separeres fra hverandre. Summen av delprosjektene utgjør følgelig prosjektet som helhet.

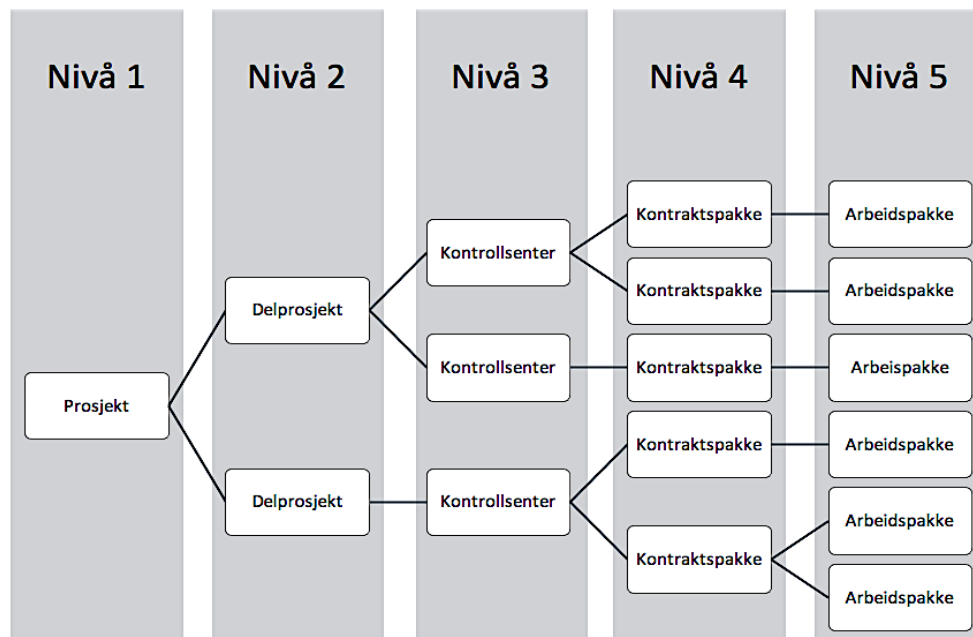
**Nivå 3** representerer det som kalles *kontrollsentere*. Dette er en direkte følge av at hvert delprosjekt deles opp logiske og hensiktsmessige komponenter (Rolstadås, 2011).

Rolstadås (2011) påpeker at inndelingen i delprosjekt og kontrollsentere bygger på en del sentrale avgjørelser for den helhetlige prosjektgjennomføringen. Man må bla. foreta valg rundt organisasjonsform, konsept og bruk av konsulenter i tråd med inndelingen. De tre nevnte nivåene vil i mange prosjekt utgjøre en tilstrekkelig nedbrytning avhengig av størrelse. Hvis prosjektet er stort nok vil det være hensiktsmessig med videre nedbrytning (ibid). Dette vil gjelde for byggprosjekt som typisk er komplekse, store og langvarige.

**Nivå 4** definerer en videre nedbrytning av kontrollsentrene i ulike *kontraktpakker*. Denne nedbrytningen påvirkes av prosjektets kontraktstrategi.

**Nivå 5** er en oppdeling av kontraktspakkene i ulike *arbeidspakker*. Arbeidspakkene representerer det siste nivået i en teoretisk WBS. Det vil likevel være hensiktsmessig for store prosjekt og definere et 6. nedbrytningsnivå (Rolstadås et al., 2014 & Karlsen, 2014).

**Nivå 6** kan derfor være det laveste nivået i en prosjektnedbrytning. Nivå 6 innehar alle aktivitetene som må til for å fullføre en arbeidspakke.



Figur 16 - WBS (Fritt Meland, 28.10.15 "Gjennomføringsmodeller - Organisasjon og struktur")

Forskning og erfaringer viser til at prosjektnedbrytning etter WBS gir bedre grunnlag for kontroll underveis i prosjekt (Rolstadås, 2011). Videre gir en slik nedbrytning også muligheter for mer effektiv fremdriftsstyring (ibid).

### 3.5.2 Organizational-breakdown structure (OBS)

OBS er en nedbrytning av organisasjonen i mindre organisasjonsenheter. Hver av disse tilknyttes de ulike nivåene i WBS (Larson & Gray, 2011). OBS hjelper oss å definere delleveranser i et hierarkisk system på samme måte som med WBS. Det er også et verktøy for synliggjøring, samtidig som det skaper et bindeledd mellom det som skal gjøres og av hvem. På denne måten kan man tilordne individ og grupper ansvaret for delprosjekter, arbeidspakker og aktiviteter (Karlsen, 2014).

Integreringen av organisasjonen (OBS) og prosjektarbeidet (WBS) skaper et rammeverk for måling av effektivitet i tillegg til en visualisering av ansvarsfordeling (Karlsen, 2014 & Larson & Gray, 2011). Ansvarsfordelingen som gjøres gjennom OBS er også nødvendig for

at de ansvarlige kan utarbeide budsjetter, tidsestimater og teknisk ytelse (ibid). Man må dog ta hensyn til at mennesker ofte har en tendens til å lage estimater som de med høy sannsynlighet kan klare å oppnå (Steyn, 2002). Dette støttes også av Esnault (2005) som fremhever konflikten mellom ønsket om å gjøre det best mulig og redselen for å mislykkes.

### 3.5.3 Cost-breakdown structure (CBS)

Under kostnadsnedbrytningen (CBS) vil man ofte begynne på bunn og aggregere seg oppover (bottom-up) for å finne kostnaden ved prosjektet (Karlsen, 2014). Kostnadene estimeres i krysspunktet mellom OBS og CBS, ofte referert til som “cost accounts”. Dette er en form for kostnadssenter (Rolstadås, 2011).

### 3.5.4 Funksjoner og oppfølging

En fullstendig prosjektnedbryting vil altså innebære å bryte prosjektarbeidet ned i mindre deler (WBS), knytte dette opp mot mindre organisasjonsenheter (OBS), for deretter å tilordne ressurser og kostnader til disse knyttingspunktene (CBS). Rolstadås (2011) viser til at en gjennom dette får et strukturert hierarki av prosjektets arbeidsoppgaver og ressurser. Videre referer han til Harrison (1992) som trekker frem 3 funksjoner ved en slik nedbryting; *organisering av prosjektet, utforming av prosjektstyringssystem og personalledelse*. Karlsen (2014) presiserer disse ytterligere. Han konkluderer med at en fullstendig prosjektnedbryting skal vise;

- *Hva som skal utføres av arbeid*
- *Hvor lang tid som trengs for å gjennomføre arbeidet*
- *Hva det vil koste å gjennomføre arbeidet*
- *Hva det trengs av ressurser i form av arbeidskraft, utstyr og materiell*
- *Hvem som er ansvarlig for at arbeidet blir utført*

Den mest vanlige måten for innsamling av denne informasjonen er basert på kostnad, tid og ressurser, også kalt *KTR-ark* (Rolstadås et al., 2014).

KOSTNADER, TID, RESSURSER (KTR)		
Arbeidspakkenr:	Prosjekt:	
Delprosjekt:	Kontrollsenter:	Kontraktspakke:

Tittel:		
Beskrivelse av arbeidsomfang:		
Planlagt start:	Kostnadsestimert:	
Planlagt slutt:	Ressursbehov (timeverk):	
Revisjonsnr:	Dato:	Signatur:

Figur 17 - Eksempel på KTR-ark (Rolstadås et al. 2014)

Vi mener at man i utarbeidelsen av KTR-ark også bør benevne hvilken plass den gjeldende aktiviteten har i helheten. Det bør komme frem hvilke andre aktiviteter aktiviteten relasjonelt avhenger av. Dette er noe vi vil komme tilbake til i kapittel 5.

### 3.6 Tidsplanlegging

*Behovet for å kunne fastsette sluttidspunkt for et prosjektet var en av grunnene til at det amerikanske forsvaret begynte å bygge opp et teorigrunnlag som over tid har resultert i ... prosjektledelse som et eget fagfelt. (Rolstadås et al., 2014, s. 151)*

Tidsplanlegging er ikke bare viktig for å kunne fastsette et sluttidspunkt for et prosjekt. Det gir også mulighet for bedre koordinering og synkronisering av aktiviteter på tvers av prosjektaktørene. Samtidig står tidsplanlegging sterkt ift. informasjonsformidling mellom de involverte partene. Videre gir det et bedre verktøy for kontroll i forbindelse med å avdekke avvik og forsinkelser (Rolstadås et al. 2014). Det finnes ulike teknikker for tidsplanlegging, men vi vil i denne oppgaven fokusere på GANTT-diagram og nettverksplanlegging ved bruk av kritisk linje metode (KLM).

Før vi går inn på KLM er det nødvendig å fastsette hva vi mener med *aktivitet*, *hendelse*, *milepæl* og *ressurs*. Vi vil ta utgangspunkt i Rolstadås et al. (2014):

- **Aktivitet** er en naturlig samling av ulike arbeidsoppgaver med behov for ressurser.
- **Hendelse** angir når en aktivitet starter eller slutter.



- **Milepæl** er en hendelse som det er mulig å registrere, og som på forhånd har en definisjon av ferdigstillelse eller realisert resultat. En milepæl blir ofte benyttet for å følge opp prosjektets status og fremdrift.
- **Ressurs** er den, det eller de som muliggjør utførelsen av en aktivitet.

### 3.6.1 Gantt-diagram

Gantt-diagram ble utviklet av Henry L. Gantt i 1917, og det har blitt en av de mest utbredte og kjente teknikkene i planlegging av prosjekt (Karlsen, 2014). Gantt-diagram er et verktøy for å synliggjøre tidsplanlegging av et prosjekts ulike aktiviteter. Dens popularitet skyldes dens enkle og oversiktlige måte å illustrere dette på (ibid). Esnault (2005) argumenterer for at en av grunnene til at metoden er så mye brukt er diagrammets enkle visualisering for alle involverte. Gantt-diagrammet skaper med det rom for gruppediskusjoner som gjør det enklere for prosjektdeltakerne å engasjere seg i helheten.

Den svakere siden ved Gantt-diagram er at den i utgangspunktet ikke viser noen sammenheng mellom de ulike aktivitetene (Rolstadås et al., 2014). Dette løses ofte ved å sette piler som viser aktivitetenes avhengigheter, men dette kan bli uoversiktlig ved store prosjekt. Et godt Gantt-diagram krever altså at man tar beslutninger om avhengighetsforhold. Følgelig må man også definere varigheter og ressursbehov.

### 3.6.2 Nettverksplanlegging

Nettverksplanlegging bygger i større grad på logiske avhengigheter mellom aktiviteter. Samtidig vil elementer som varighet og ressurstilgang ved omrokering/tilføyelse av aktiviteter være enklere i et nettverk (Rolstadås et al., 2014). Til motsetning kan nettverksplanlegging være vanskeligere å forstå for allmennheten (ibid). Følgelig kombineres metodene ofte i praksis og danner et viktig grunnlag for kommunikasjon.

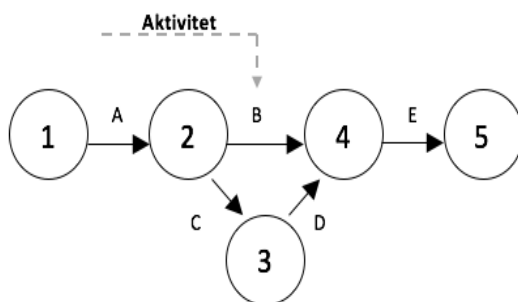
Larson og Gray (2011) trekker videre frem at nettverksplanlegging i stor grad er basert på prosjektnedbrytningen. Hvor man tar utgangspunkt i arbeidspakkene (nivå 5) og dens tilhørende aktiviteter knyttet til deres avhengighet (ibid). Larson & Gray (2011) fremhever også at en del ledere mislykkes i praksis ved integrasjon av prosjektnedbrytning og nettverksplanlegging. De mener hovedårsakene følger av at ulike personer har ansvaret for to områder som burde anses sammen. Resultatet blir ofte en dårlig nettverksplan som følge av

en utilstrekkelig prosjektnedbrytning. Dette resulterer i at man får større uklarhet knyttet aktivitetenes avhengigheter og rekkefølge (Larson & Gray, 2011).

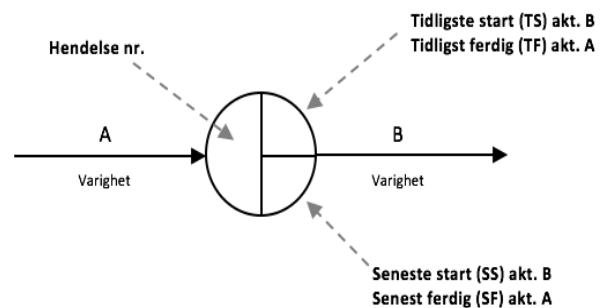
Det finnes i hovedsak to ulike metoder for nettverksplanlegging. **AOA** (“Activity On Arrow”) og **AON** (“Activity On Node”). Et AOA nettverk er bygget opp av noder og piler. AOA dedikerer nodene til en hendelse/milepæl og piler til aktiviteter. Begge benyttes i praksis ofte basert på hva man er vant til (Rolstadås et al., 2014 & Esnault, 2005)

### AOA-nettverk

Figur 18 & 19 viser et AOA-nettverk. Nodene representerer hendelsene 1-5 og aktivitetene er gitt ved pilene A-E. Aktivitetenes avhengigheter er gitt ved de ulike hendelsene.



Figur 18 - AOA-nettverk (Karlsen, 2014)



Figur 19 - Forstørrelse av hendelse (Karlsen, 2014)

I tillegg til hendelsene angir de ulike nodene tidligste start (TS) og seneste start (SS) for etterfølgende aktivitet, samt tidligst ferdig (TF) og senest ferdig (SF) for forutgående aktivitet. Nodene i AOA-nettverk skal ivareta koblingen mellom aktivitetene i nettverket.

### Nettverksavhengigheter

Den enkleste formen for avhengighet mellom alle aktiviteter er; *aktivitet B kan starte så snart A er ferdig*. Dette er kun én av flere typer logiske bindinger som kan benyttes. Vi har følgende avhengigheter basert på Rolstadås et al., (2014):

- **Slutt-til-start** - *Aktivitet 2 kan ikke starte før x dager etter at aktivitet 1 er ferdig.*
- **Start-til-start** - *Aktivitet 2 kan ikke starte før x dager etter at aktivitet 1 har startet.*
- **Slutt-til-slutt** - *Aktivitet 2 kan ikke avsluttes før x dager etter at aktivitet 1 er ferdig.*
- **Start-til-slutt** - *Aktivitet 2 kan ikke avsluttes før x dager etter at aktivitet 1 har startet.*

I alle de alternative avhengigheter over representerer  $x$  en “lag” i tidsenheter.  $X$  kan feks. være 3 dager eller 3 uker.

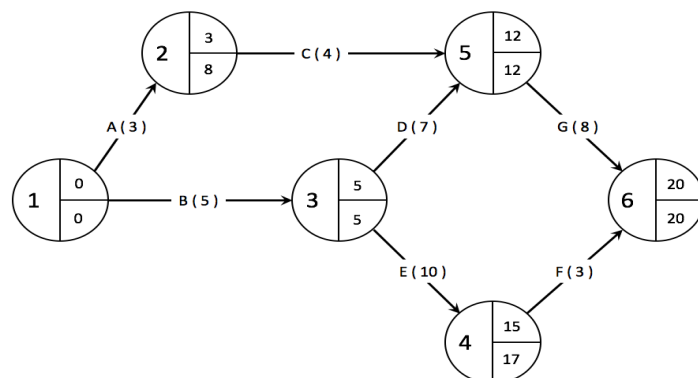
### 3.6.3 Beregning av nettverk

Det er to rådende teknikker for beregning av aktivitetenes varighet. Forskjellen ligger i ulike fremgangsmåter for anslag av varighet for aktiviteter. Critical Path Method (CPM) (Kritisk Linje Metode (KLM) på norsk) baserer seg på *deterministiske* anslag. For realistiske deterministiske anslag rundt aktivitetens varighet er man avhengig av solid kompetanse, erfaringer og en åpen diskusjon (Esnault, 2005). Den andre teknikken, Program Evaluation & Review Technique (PERT), baseres på *stokastiske* anslag. Usikkerhet hensyntas gjennom statistiske verktøy for beregning av forventede varigheter (Rolstadås et al. 2014).

#### KLM & beregning av et AOA-nettverk

For å gjennomføre en nettverksberegning etter kritisk linje metode (KLM) i et AOA-nettverk må vi kjenne til hvilke aktiviteter som inngår, hvilke avhengigheter som gjelder og aktiviteters varighet (Rolstadås et al., 2014). I det videre vil vi forutsette at prosjekt starter i et tidspunkt 0 med hensikt om å avslutte tidligst mulig. Følgelig blir formålet med nettverksberegningen å definere prosjektets sluttdato og å utarbeide hvilke aktiviteter som påvirker prosjektets varighet (ibid). Videre er det viktig å presisere at nodene kun er hendelser mellom aktivitetene og forbruker ingen tid (Karlsen, 2014).

Et AOA-nettverk defineres av tidspunkter for hendelser og tidspunkter for aktivitetene. For hver av hendelsene i nettverket beregner vi tidligste og seneste tidspunkt hendelsen kan inntreffe. Først beregner man det tidligste tidspunktet ved å gå fra venstre mot høyre i nettverket. Når det er gjort går man baklengs tilbake for å beregne det seneste tidspunktet (Rolstadås et al., 2014). Figur 20 er et eksempel på beregning av et AOA-nettverk. Hendelse 1 har tidspunktet 0, aktivitet A har varighet 3 og hendelse 2 har følgelig tidligste tidspunkt 3. Slik beregner man for samtlige hendelser.



Figur 20 - Beregning av AOA-nettverk (Rolstadås et al., 2014)

I tillegg til å beregne hendelser kan en beregne tidligste start (TS), tidligst ferdig (TF), seneste start (SS) og senest ferdig (SF) for hver enkelt aktivitet. Hvor tidligste start (TS) beregnes som tidligste tidspunkt for starthendelsen. Tidligst ferdig (TF) settes lik TS pluss varighetene av aktiviteten. Senest ferdig (SF) beregnes som seneste tidspunkt for slutt-hendelsen. Seneste start (SS) finner vi ved å ta SF og trekke fra aktivitetens varighet (ibid). Se figur 21 under for en oversikt over aktivitetene knyttet AOA-nettverket i figur 20.

Rolstadås et al. (2014) innfører to begreper til for å synliggjøre kritisk vei og hvordan denne påvirkes av aktivitetenes varighet, flyt og slakk. Flyt er knyttet aktivitetene og angir hvor mye planleggingsfrihet aktiviteten har før det påvirker prosjektets sluttdato. Slakk er knyttet hendelsene og er differansen mellom tidligste og seneste tidspunkt.

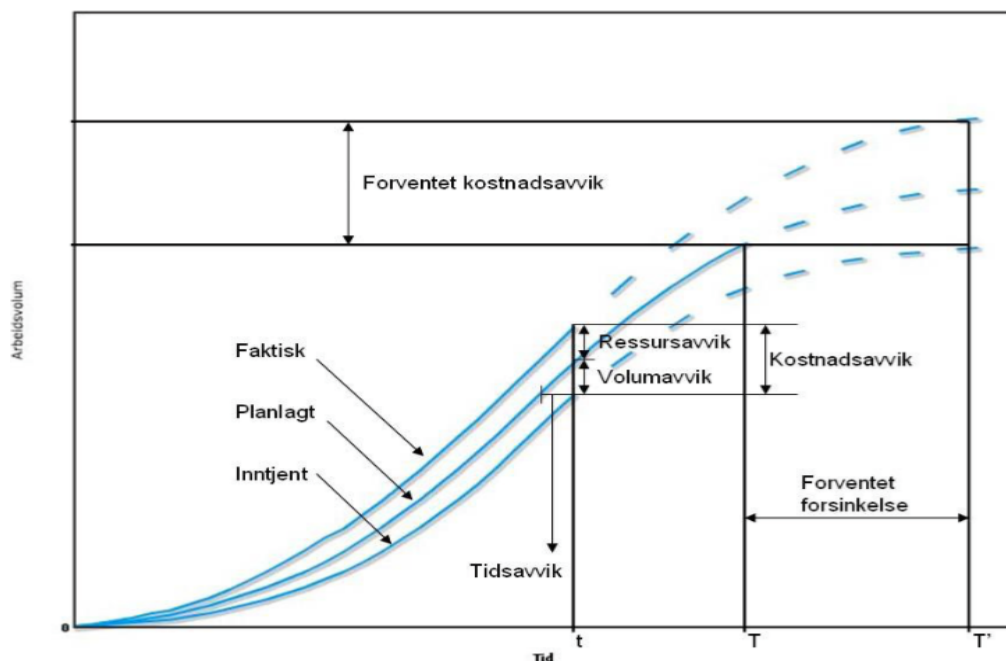
Kritiske aktiviteter er som nevnt aktiviteter uten flyt. De er kritiske fordi en endring av en kritisk aktivitets varighet vil påvirke prosjekts varighet (ibid). Det følger derfor naturlig at kritisk vei er en sammenhengende kjede av kritiske aktiviteter fra start til slutt. Sammen med figur 20 (AOA-nettverket) og tabellen under ser vi at kritiske vei er kjeden B-D-G.

<b>Aktivitet</b>	<b>Varighet</b>	<b>TS</b>	<b>TF</b>	<b>SS</b>	<b>SF</b>	<b>Flyt</b>
<i>A</i>	3	0	3	5	8	5
<i>B</i>	5	0	5	0	5	0
<i>C</i>	4	3	7	8	12	5
<i>D</i>	7	5	12	5	12	0
<i>E</i>	10	5	15	7	17	2
<i>F</i>	3	15	18	17	20	2
<i>G</i>	8	12	20	12	20	0

Figur 21 - Beregning av tidspunkter for aktiviteter i et nettverk (Rolstadås et al., 2014)

### 3.6.4 Kontroll og oppfølging - S-kurvene

Ved oppfølging av prosjektets fremdrift benyttes ofte S-kurver. Dette for å enkelt kunne beregne og belyse de sentrale forholdene i hver arbeidspakke knyttet kostnad, tid og kvalitet (omfang) (Rolstadås, 2011). Det er dog avgjørende at måleenheter for alle disse aspektene er nedbrutt på samme nivå. I tillegg må de målte verdiene harmoniseres i et sammenlikningsperspektiv (ibid). Vi vil i det følgende gå inn på sentrale prinsipper for måling og prosjekt-oppfølging illustrert av S-kurver.



Figur 22 - S-kurvene planlagt-, faktisk- og inntjent verdi (Rolstadås, 2011).

### Inntjent verdi (IV)

Dette målet viser hvor mye av arbeidet som er fysisk utført sett ift. det som er planlagt. Dette gir oss et reelt mål på hvor langt vi er kommet ift. planen målt i arbeidsvolum (Rolstadås, 2011). Rolstadås skriver videre at vi kan se inntjent verdi i to ulike dimensjoner: utviklingen i timeverk (inntjente timer) eller kostnadsutviklingen (verdi av utført arbeid) (ibid). Figur 22 illustrerer IV og fremdrift basert på timer. Tidsmessig får vi dog liten informasjon om prosjektets totale fremdrift basert på IV alene. Hvis man har jobbet intensivt med oppgaver som *ikke* er kritiske for tid kan IV være positiv selv om prosjektet ligger an til å bli forsinket.

### Produktivitetsutvikling

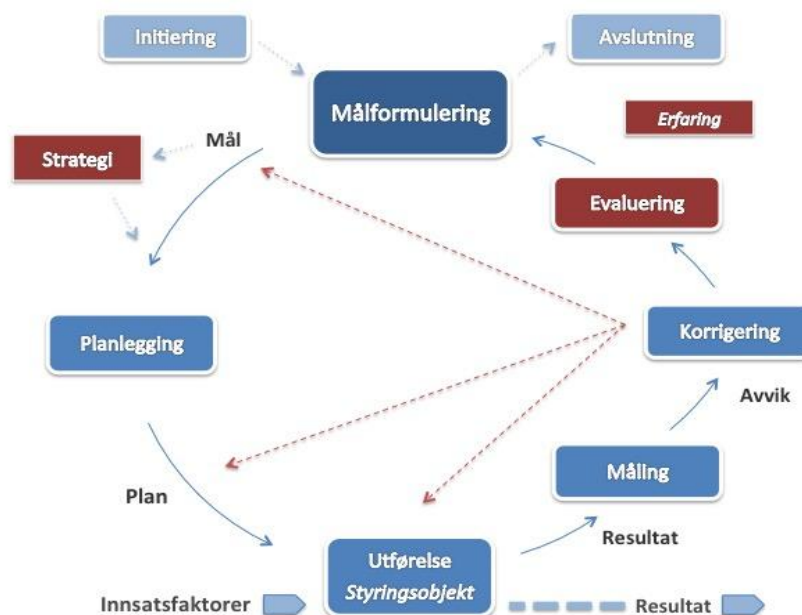
Produktiviteten ser på hva vi faktisk har utført av verdiskaping (inntjent verdi) sammenliknet med tilhørende ressursforbruk. Dette er ikke et uttrykk for effektivitet, men sier noe om vi har brukt mer eller mindre ressurser (tid eller kost) enn planlagt sett i lys av verdiskapningen.

Hvis vi ser nærmere på figuren og de ulike S-kurvene ser vi at vi har tre kurver. Inntjent verdi (IV) illustreres sammen med produktivitetsutviklingen definert av to ytterligere kurver: *faktisk verdi* (FV) og *planlagt verdi* (PV). Forholdet mellom den faktiske verdien og den inntjente verdien utgjør det totale *kostnadsavviket* (IV-FV) på punktet *t*, og kan dekomponeres ytterligere i både *ressursavvik* (PV-FV) og *volumavvik* (IV-PV).

Når man har fått denne oversikten kan man regne ut ulike indikatorer og estimater, bla. ny dato for ferdigstillelse og nytt totalt kostnadsanslag. Prosjektet får en status på et gitt punkt som belyser avgjørende forhold for god styring av prosjektets fremdrift. Man vil på grunnlag av dette kunne foreta en rekke informerte beslutninger og reaksjoner iht. prosjektets målprioritering, krav og rammer.

### 3.7 Styringsløyfa

Vi har redegjort for en rekke sentrale momenter i prosjektteorien. Vi vil nå kort beskrive en oppsummerende og dekkende styringsmodell, *styringsløyfa* (Meland, 2015b).



Figur 23 - Styringsløyfa (fritt fra Meland, 2015b).

Som vi ser av modellen har måldefineringen en avgjørende rolle. Som vi har diskutert tidligere definerer denne sentrale føringer for valg av gjennomføringsstrategi (ibid). Når dette er på plass vil man legge planer for utførelse. Her omgjøres ressurser til resultat. Dette resultatet må til en hver tid måles iht. krav og plan. Følgelig kan avvik behandles. Avvik og korrigeringer kan knyttes både mål og strategi, planen eller selve utførelsen (bla. ved hjelp av S-kurver). De to sistnevnte behandles direkte av ansvarlige for prosjektgjennomføringen, mens hvis man må endre på mål, strategier og kravspesifikasjoner må man avklare dette med byggherre (ibid). Samtidig ser vi at evaluering spiller en sentral rolle i avslutningen.

Meland (2015b) argumenterer for at en kontinuerlige revidering og korrigering av prosjektet og dets styringsplaner er spesielt viktig for god fremdriftstyring. Dette også for styring av

kritisk linje. Et problem i praksis er at man ved nye oppdaterte planer ofte “kaster” de gamle. Man trenger både en *styringsplan* som kontinuerlig oppdateres samtidig som man beholder *basisplan*. Dette for å kunne sammenlikne styringsplanen mot basisplanen og følgelig faktisk måle hvordan den ligger an. Basert på styringsløyfas dynamikk og avsluttende drøfting, ser vi igjen viktigheten av en kvalitetssterk fremdriftsstyring. Styringsløyfas fokus på kontinuerlige oppdateringer fremhever også relevansen av teorier som Lean og Theory of Constraints. Disse teoriene vil nå utdypes.

## 3.8 Grunnteorier om systemoptimalisering

Med inngående forståelse for innhold og teori rundt prosjekt vil vi nå presentere grunnteorier om systemer for å skape en større forståelse for prosjekt som system i tillegg til byggebransjens arbeidsprosesser. Dette er avgjørende innsikt for å best forstå kompleksiteten i prosjekt og hvordan man kan redusere prosjekttid.

### 3.8.1 Lean og Theory of constraints (TOC)

TOC og Lean er begge to grunnfilosofier og teorier om optimalisering av organisasjoners verdiskapende prosesser. De tar for seg mange av de samme forholdene, og er på mange punkter svært like. Samtidig finnes det forskjeller. Vi vil i det følgende beskrive sentrale og relevante momenter innenfor hver av de i relativt korte trekk, før vi i en oppsummerende del diskuterer de opp mot hverandre og oppgavens forskningsspørsmål. Vi vil i store trekk ta utgangspunkt i Moore & Scheinkopf (1998) sin høyt siterte dybdeanalyse rundt Lean og TOC. Rapporten viser til at begge teoriene har oppnådd dramatisk positive resultater for bla. profitt og forenklete prosesser i linjeproduserende basisorganisasjoner hvor de er blitt innarbeidet. Et prosjekt skiller seg fra basisorganisasjoner på flere måter. I tillegg er byggeprosjekt ofte av unik art. Dette skaper problemstillinger knyttet til Lean og TOC som vi skal komme tilbake til i kapittel 3.9.1 og 5.

**Lean** er en filosofi som stammer fra Japansk produksjonsteknikk, gjort kjent av Toyotas vellykkede produksjonsutvikling på slutten av 1900-tallet. Filosofien ble videre internasjonalt anerkjent gjennom Womack & Jones bok, *The Machine That Changed The World* (1990). I hovedtrekk søker Lean å styrke organisasjoner gjennom å fjerne alt *muda*, eller “søppel”.

Moore & Scheinkopf (1998) definerer en kunderettet femstegsprosess for Lean-filosofien:

1. Spesifisering av verdi

2. Identifisere strømmen av verdi
3. Flyt
4. Trekk
5. Perfeksjon

Først må man spesifisere hva organisasjonen faktisk gjør som skaper verdi for kunden. Deretter må man fjerne alle prosesser som faller utenfor dette. Disse ansees som søppel. Etter dette steget skal det jobbes strategisk med å rendyrke de verdiskapende prosessene til å kun inneholde aktiviteter som faktisk skaper verdi i prosessen. Denne måten å arbeide på kalles *kaikaku* og betyr radikal forandring.

Deretter omorganiseres organisasjonen til spesialiserte team og enheter for hvert produkt. Dette er for å skape *flyt* og redusere slakk som følge av bla. transport. Alle aktiviteter i en prosess skal foregå nært tilknyttet hverandre i det som kalles Lean-entrepriser. Herunder følger også Monden sin 5S metode (1996, s. 199) hvor man blant annet vektlegger fjerning av alt unødvendig (Seiri), generell ryddighet og systematisering (Seiton og Seiso), kontinuerlig oppfølging (Seiketsu) og en dynamisk tilpasning til omstendighetene (Shitsuke).

I den fjerde delen ser vi et særtrekk i Lean-filosofien, nemlig at også alt lager anses som søppel. Dette kommer av Lean sitt *trekk*-perspektiv. Dette går ut på at etterspørsel fra sluttbruker skal trekke produktene gjennom systemet. "Takt-tid" er i Lean en metode for matching av produksjon med faktisk etterspørsel for å unngå unødig lager. Lean benytter også her et verktøy oversatt til "singel enhetsflyt" som vil si at et produkt vil fullføre hele prosessen av aktiviteter før neste eksemplar av produktet starter, "*one bike at the time*".

Lean streber etter perfeksjon. Organisasjonen skal til en hver tid søke å kontinuerlig forbedre og tilpasse systemene sine og tilpasse seg markedet. Dette rimer godt med den dynamiske virkeligheten i 2016, som representerer godt de eksterne forhold også byggebransjen møter.

**Theory of Constraints (TOC)** kom først på banen i Dr. Eliyahu Goldratt sin klassiske roman, *The Goal*, fra 1984. Et hovedtrekk og en fordel med TOC er at den bringer frem fokus i en verden overfylt av informasjonsstøy (Moore & Scheinkopf, 1998). Organisasjonsmessig handler det om evnen til å fokusere på de elementene i en bedrifts verdiskapende prosesser som faktisk begrenser profitt og forbedringen av disse. Således ser vi store paralleller til



*kritisk linje metode* (KLM) som er veien gjennom prosjektet som tar lengst tid. Denne veien begrenser følgelig gjennomføringen av prosjektet med hensyn på tid.

TOC ser på organisasjoner som systemer av ressurser som hører sammen på bakgrunn av deres plass i samme prosess. Begrensningen iht. TOC er det moment som holder systemet tilbake fra å produsere *enda* bedre. Et systems prosess er ikke sterkere enn dets svakeste link (Moore & Scheinkopf, 1998). TOC argumenterer for at bedrifter vil vanskelig oppnå positiv utvikling hvis de ikke har fokus på elementene som faktisk begrenser deres operasjoner.

Moore & Scheinkopf, 1998 viser til at TOC, som Lean, definerer en 5-stegsprosess.

1. *Identifiser systemets begrensning*
2. *Avgjør hvordan vi kan utnytte begrensningen*
3. *Tilpass alt annet til overnevnte avgjørelser*
4. *Fremhev systemets begrensning*
5. *Aldri la treghet og tilfredshet bli systemets begrensning*

Før man går løs på denne 5-stegsprosessen er det dog avgjørende at man først har definert systemets formål og hvordan dette kan måles. Et enkelt eksempel som driver for en organisasjons virke er det tradisjonelle målet "*tjene penger nå og i fremtiden*". Hvordan måle dette? Kort oppsummert fokuserer TOC på størst mulig *rate of return* med hovedvekt på selve *gjennomstrømningen* av produkter for salg. De gjør kalkulasjoner rundt inntekter av gjennomstrømning og ser på tilhørende kostnader og lagerbinding. De foretar så det valget som vil øke netto profitt mest. Det overordnede fokuset på gjennomstrømning kommer av at dette alltid kan forbedres, mens en reduksjon av tilhørende kostnader og lagerbinding aldri kan falle mer enn et naturlig bunn nivå.

Når formålet og målingen er definert må man identifisere systemets begrensning. Ligger begrensningen i markedet (salg), hos leverandører (materiale) eller internt (kapasitet, kompetanse)? Når dette er kartlagt må man avgjøre hvordan man kan utnytte dette, og følgelig stiller man seg spørsmålet hva som må gjøres med begrensningen for å øke den totale gjennomstrømningen. Trenger man en ny leverandør som har bedre tilgang til et begrenset materiale? Trenger man ny kompetanse eller en ny maskin? Må man redefinere posisjonen i markedet for å treffe kundens etterspørsel? Her innlemmes begrepet *tromme* som skal sikre at

det ikke skape overflod i prosessene ved at etterspørsel og produksjon matches. Overflod i systemet vil fort kunne forkludre fokuset på systemets begrensning.

Deretter handler det om å tilpasse organisasjonen iht. konklusjoner tatt på bakgrunn av overnevnte forhold. For å oppnå den optimale gjennomstrømningen innfører TOC *bufferen*, en avgjørende faktor for det å alltid kunne levere etter behov. TOC anerkjenner at det vil være fluksjoner og variabiliteter i alle system jf. Murphys Lov. Følgelig en buffer som nødvendig for å til en hver tid holde operasjoner og gjennomstrømning i tråd med etterspørselen definert av den nevnte “trommen”. Samtidig strebes det også for at materiale skal komme frem til neste steg i prosessen foran skjemaet for å hindre forsinkelser.

I det fjerde steget rettes fokus mot å styrke den begrensede ressursen, eksempelvis skaffe kompetent arbeidskraft eller ny leverandør. I løpet av dette steget har man forhåpentligvis utviklet den begrensede ressursen nok til at begrensning flyttes til et annet sted i systemet.

Som med Lean fokuserer det siste steget på en kontinuerlig forbedring. Det handler om å dyrke en kultur for dette i hele organisasjonen og følgelig aldri hvile på suksess da det vil alltid være et begrenset forhold i et system. Dette steget synliggjør behovet for organisatorisk endringskompetanse og dynamikk, noe som i aller høyeste grad er i tråd med 2016. Dette er også viktig med tanke på prosjektnedbrytning.

### **Forskjeller og synergier**

En hovedforskjell mellom TOC og Lean ligger i om hovedfokuset er å øke gjennomstrømning (TOC) eller redusere søppel (Lean). Toyota, fanebærer for Lean-produksjon, utviklet et kostnadsreducerende produksjonssystem som følge av en mer “lean” organisasjon og leverte sterkt i deres mål om å generere profitt. Kostnadsrettende aktiviteter står sterkt i Lean, en helt annen tilnærming enn hos TOC. Likevel vil de ulike perspektivene ofte gi mange av de samme resultatene, dog med forskjellig utgangspunkt.

Lean applauderer alle former for reduksjon av *muda* eller “søppel”. Bla. ser man kritisk på situasjoner hvor ressurser knyttet en etterfølgende aktivitet må vente på en forsinket forutgående aktivitet. Dette er svært overførbart til konseptet rundt flyt i kritisk linje metode (KLM), en sentral metode for denne oppgaven. Forsinkelser og kostnadsøkninger som følge av feil og følgefeil i prosessen får også hard medfart.

Angående holdningen knyttet lagerbeholdning ser vi også store forskjeller. Lean ser på alt lager som “søppel” i sin jakt på å synliggjøre variabiliteter og angripe de direkte, mens TOC ser det nødvendig å opprettholde en viss form for buffer for å opprettholde maksimal gjennomstrømning. Buffer holdes av TOC helt frem til at den forventede variabilitet er fraværende etter systematisk og kontinuerlig forbedring av den gjeldende aktiviteten. Således virker TOC sin tilnærming fornuftig, da man med nøye oppfølging av de ulike bufferne får et bilde av hvilke som benyttes oftest. Dermed avbilder man det svakeste ledd og kan strategisk jobbe med dette samt redusere de bufferne som ikke behøves. Dette rimer dog godt med hensikten til Lean.

På en rekke sentrale områder står Lean og TOC sterkt sammen. En inkludering av begge perspektiver kan muliggjøre unike synergier. Moore & Scheinkopf (1998) argumenterer for at de mange gode og spesifikke verktøy og idéer forankret i Lean vil kunne fungere mest effektivt når de rettes mot de begrensede aktivitetene som definert gjennom TOC. Det vil alltid være enormt med forbedringspotensial mht. reduksjon av “søppel” i en organisasjons systemer. Likevel gjør kun et fåtall av disse faktisk utslag i organisasjonens overordnede mål. En fokusert tilnærming på de kritiske aspektene virker svært hensiktsmessig som også står sterkt i KLM. Følgelig ser vi synergieffekten av å fokusere på det beste fra to verdener.

### 3.8.2 Systemteori

Systemteorien er svært gjeldene mtp. hvordan byggeprosjekt organiseres og foregår med tusenvis av aktiviteter og stor kompleksitet. Systemer og systemtenkning argumenteres av flere som en egen gruppe av teorier og metodologier (Elvenes, 2005). Tilhørende innsikt vil være relevant for å forstå byggesystemets kompleksitet og dets enorme mengder av aktiviteter. Vi introduserer systemteorien her i et forsøk på å belyse hvordan man reduserer kompleksiteten i et system. Dette for å optimalisere vår modellering av den overordnede PNS for Skien VGS som følger i kapittel 5. Systemteorien inneholder også en metodologisk systemanalyse som vil være gjeldende for denne oppgaven. Denne vil vi komme tilbake til i kapittel 4 om forskningsmetode. I det videre vil vi diskutere systemteorien og prosjekt med utgangspunkt i en artikkel fra tidsskriftet MAGMA (ibid).

Generelt kan man si at systemteori både tar for seg hvordan ting henger sammen og hvordan de påvirker hverandre. Et sentralt moment i systemteorien er tanken om at summen av

helheten utgjør noe større enn summen av de ulike delene (Checkland, 1981). Et slikt perspektiv står i sterk kontrast til den tradisjonelle og analytiske tilnærmingen hvor man ved å studere de ulike delene konkluderte helhetlige forhold (reduksjonisme) (Elvenes, 2005).

Et system er komplekst av natur, og kompleksitet kan være knyttet en rekke ulike forhold. I lys av systemteoretisk tilnærming vil kompleksitet være en funksjon av objekter og deres relasjoner. I tillegg vil det både være rasjonelt og målbart. For å redusere kompleksiteten i et prosjekt må man følgelig redusere antall objekter, relasjoner eller begge.

Vi vil i det følgende forklare kompleksitet i prosjekter og hvordan håndtere dette iht. Elvenes (2005). Dette vil vi gjøre med utgangspunkt i et systems grunnleggende byggeklosser (ibid):

- *Elementer*
- *Relasjoner*
- *Egenskaper*
- *Systemgrenser*

**Elementer** utgjør alle objektene i systemet. Disse objektene kan ha en rekke ulike former. For at et element skal være en del av et system må de inneha logiske koblinger til systemet. Elementene kan være fysiske objekter eller prosesser. Hvis et objekt har en kobling til en prosess vil begge tilhøre samme system (ibid).

Kompleksitet i prosjekt defineres ikke av det absolutte antall enheter i systemet, men heller med tilstedeværelsen av elementer som ikke leverer sluttverdi iht. prosjektets formål og krav (ibid). Slike elementer bør unngås for å muliggjøre størst mulig grad av standardisering, dog kan de være vanskelig å identifisere i prosjekters tidlige fase (ibid). Elementer som ikke bidrar til helhetlig sluttverdi bør modifiseres eller fjernes. Unike elementer som ikke lar seg standardisere bør kun prioriteres der sluttverdien faktisk øker (ibid).

**Relasjoner** er bindingene mellom de ulike objektene i et system. Når man snakker om relasjoner i lys av system, skiller man typisk mellom symbiotiske (nødvendige), synergetiske (nyttige) og redundante (overflødige) relasjoner (ibid). De symbiotiske faktorene er grunnleggende for systemets helhetlige funksjon. De bør følgelig ha et overordnet fokus. Disse relasjonene må forstås og aksepteres av alle i prosjektet. De redundante relasjonene bør fjernes tidlig med mindre de av ulike grunner er nødvendige i systemets nåværende tilstand.

Ifølge systemteorien er styringen av relasjoner like viktig som styringen av elementene (Narayanan et al. 1993). Fjerning av unødvendige relasjoner vil følgelig være en viktig del av styringen for effektiv koordinering.

Kompleksitet i prosjekt øker når ulike aktører har ulik oppfattelse av hva som er symbiotiske relasjoner (Elvenes, 2005). Dette kan resultere i at feil fokus blir ilagt feil relasjoner. Det er derfor hele tiden avgjørende å ha en systemorientert tilnærming når ulike relasjoners roller skal analyseres for å sikre at den antatte relasjonen faktisk driver systemet. Vi ser sterke argumenter for viktigheten av helhetlig og inkluderende prosjektstyring fra dag én.

Synergier bør også benevnes i denne sammenhengen. Disse er sårbare fenomen som ofte avhenger av spesifikke situasjoner (ibid). Det er derfor viktig å beskytte og ivareta disse hvis det fremgår at synergiene er verdiskapende i lys av prosjektets formål.

Det er som tidligere nevnt vanlig å bryte prosjekt ned i mindre deler. Oppdelingen vil få mye å si for koordineringen av prosjektets relasjoner. Man må velge hvilket prinsipp som skal gjelde for defineringen av de ulike elementene i systemet. Dette bør gjøres med mål om å redusere antall relasjoner mellom elementene (ibid). Det er videre viktig at man ikke blander prinsipper tilhørende samme nivå i prosjektnedbrytningen, da dette vil kunne skape store koordinasjonsmessige utfordringer senere (ibid). Samtidig anbefales det at elementer av gjensidig avhengighet ligger under samme administrative enhet. Hvis to elementer administreres separat bør de heller ikke være relasjonelt avhengige av hverandre.

I nyere tid har man innsett at kompleksitet vanskelig kan måles i alle sammenhenger. Man har valgt å definere kompleksitet ut ifra systemets ulike byggesteiner som også er de faktorer som faktisk driver kompleksiteten (ibid).

**Egenskaper** vil i denne sammenhengen uttrykke spesifikke karakteristika knyttet de ulike elementene eller relasjonene i et system. Eksempelvis kan en maskin ha en egenskap knyttet til kapasitet. I en systemorientert tilnærming skiller vi mellom *definerende* eller *ledsagende* egenskaper (Schoderbek et al., 1990). Definerende egenskaper beskriver systemets identitet, mens de ledsagende kan utgjøre nytte uten å i seg selv være avgjørende for identiteten. Eksempelvis er alle taxiene i New York gule, og slik gjenkjennes de. Hvis de har aircondition vil kjøreopplevelsen øke, men det avgjøre ikke hvorvidt de aksepteres som en taxi.

De definerende egenskapene er som sagt avgjørende for at systemet skal aksepteres. Hvem skal dog definere dem? Igjen kan ulike aktører ha ulik oppfatning. Ulike egeninteresser kan også spille en rolle. Det anbefales en tidlig dialog med prosjektets hovedinteressenter for en klar enighet om hva som skal være de definerende egenskapene ved resultatet (Elvenes, 2005). Klarhet og målbarhet er begge avgjørende for tydeliggjøring av de definerende egenskapers innhold. Uklarhet vil kunne øke systemets kompleksitet.

Videre anbefales det å ha et klart skille mellom definerende og ledsagende egenskaper (ibid). De ledsagende er ofte et forhandlingsspørsmål, og gir kunden forventninger utover kjerneverdien til en leveranse. Samtidig er det viktig å være bevisst at en økning i ledsagende egenskaper øker prosjekts kompleksitet. Følgelig påvirker disse egenskapene hele prosjektgjennomføringen. Skillet mellom ledsagende og definerende egenskaper kan endres over tid. Dermed er det viktig å hensynte disse under både utarbeidelse og oppfølging (ibid).

Et kjent problem i prosjekter er at objekter som relasjonelt hører sammen har ulike egenskaper (ibid). Et eksempel på dette er hvis NASA bommer på Mars pga. ulike metriske målesystem i ulike deler av navigasjonssystemet. Dette er også et eksempel på uforenlige egenskaper, her med negative konsekvenser. I noen deler av systemet kan det likevel være avgjørende med uforenlige egenskaper. Den fonetiske uttalelsen av "ja" og "nei" er gode eksempler på dette. I et system må det følgelig defineres både når egenskapene skal være uforenlige og forenlige. Dette med en logisk konsistens på tvers av elementer og relasjoner (ibid). Det er derfor avgjørende at aktørene i et byggeprosjekt på forhånd er på bølgelengde.

**Systemgrensen** definerer grensen mellom hva som inngår i et system og hva som er en del av omgivelsene. Hva som inkluderes i et system og hva som holdes utenfor kan variere fra prosjekt til prosjekt, men det grunnleggende er uansett at en klar og tydelig grense faktisk defineres (ibid). Et uklart system kan gjøre folk usikre på om ulike aktører er en del av systemet eller ikke, noe som vil påvirke deres oppfattelse av systemets identitet og rolle.

En hensiktsmessig og mer enkel avgrensning av systemets innhold kan oppnås ved å definere hva som *ikke* skal være med fremfor hva som skal være med (ibid). Uavhengig av hvor systemgrensen går, vil det alltid flyte informasjon mellom systemet og omgivelsene. Derfor bør det avklares med alle relevante og berørte parter hvilket innhold som skal flyte inn og ut

av systemet, og hva som bør holdes internt. Samtidig bør det være klar enighet rundt prosedyrer for endringssignaler som måtte komme fra omgivelsene. Prosjektets system bør også være konstruert slik at man får påvirket omgivelsene for egen fordel (ibid).

**Organisering** er også avgjørende for et velfungerende system. For redusert kompleksitet vil det i utgangspunktet være lurt å legge opp til nære koblinger mellom de ulike elementene (ibid). Likevel vil et slikt system være mer sårbart for feil og endringer. Følgelig bør prosjekter preget av usikkerhet ta dette i betraktning. I slike situasjoner kan det være mer fornuftig å beholde redundante relasjoner og buffere for å sikre at systemet ikke faller sammen, noe som i seg selv er en kilde til kompleksitet (ibid). Sistnevnte eksempel er i tråd med tidligere nevnte TOC som jf. Murphys Lov ønsker å opprettholde strategiske buffere. Lean omhandler på sin side nettopp slike nært koblede “alt-eller-ingenting”-system.

Elvenes (2005) foreslår et organisatorisk tiltak ved å modulisere systemene og standardisere grensesnitt. Han illustrerer et presist eksempel med utgangspunkt bygging av ny enebolig:

*Du setter bort grunnarbeider, grunnmur og installasjoner i kjeller til en entreprenør, mens selve huset med nødvendige installasjoner skal leveres av en annen entreprenør. For å redusere kompleksiteten i prosjektet, og dermed også behovet for løpende koordinering, velger du å betrakte kjeller og hus som to moduler. Du standardiserer (bla.) grensesnittene mellom de to ved å definere kontaktflatene mellom hus og grunnmur ... så lenge man holder seg til dette standardiserte grensesnittet ... kan man gjøre endringer i den ene uten at det får konsekvenser for den andre. Dette reduserer prosjektets kompleksitet og reduserer koordineringsbehovet (Elvenes, 2005, ”Kompleksitet og organisering – anbefaling 30”).*

Vi vil se i de følgende kapitler at prosjeklitteraturens mer detaljerte teorier og verktøy harmonerer sterkt med systemteoriens ryggmarg. I tillegg fremgår et tydelig behov for et sterkt fellesskap med tilhørende koordineringsbehov for effektiv styring av prosjekt på bakgrunn av en hensiktsmessig og ukomplisert PNS.

### 3.9 Reduksjon av prosjekttiden

Med forståelse for grunnteoretiske betraktninger av optimaliserte system og prosesser vil vi nå bevege oss inn på mer spesifikke verktøy og tankesett for reduksjon av prosjekttiden. Først

vil vi ta for oss Leans adopsjon og tilpasning til byggebransjen gjennom Lean Construction (LC) før vi går dypere inn på “kræsjing”, et sentralt moment i vår forskningstematikk.

### 3.9.1 Lean Construction (LC)

Lean, som direkte oversatt kan defineres som “slank”, har gjort sitt inntog i den moderne byggindustrien. Som nevnt innledningsvis er dette en industri som lenge har slitt med kostnadsoverskridelser. Grotle (2011) skriver i sin masteravhandling om en rekke tiltak som har blitt iverksatt for å forsøke å bedre dette. Bla. nevner han at løsninger som økt fokus på industrialisering, større innslag av automatisering og integrering av IT i byggeprosessen. Videre skriver Grotle (2011) at disse løsningene var inspirert av ordreproduserende industrier, en industri med fokus på kundebestillinger som definerte valg av innkjøp og tilvirkning. Ordreindustrien jobbet lenge med å gjøre disse komplekse prosessene mer fleksible og effektive. Fokusering på Lean resulterte i gode resultater (ibid).

Som beskrevet i kapittel 3.8 bygger Lean på følgende steg, noe som også vises til av Lean Enterprise Institute (2012). Womack & Jones (2003) beskriver syklusen som en kontinuerlig prosess som sikter på å levere etter kundens forventninger til rett tid.



Figur 24 - Prinsippene bak Lean-filosofien (Womack & Jones, 2003)

Lean i design- og byggebransjen kalles ofte Lean Construction (LC). Lean Construction Institute (2012) defineres LC slik:

*Lean Construction is a production management-based approach to project delivery ... a new way to design and build capital facilities.*

LC er en videreførelse av prosessene Japanerne gjorde kjent gjennom Toyotas suksessrike produksjonssystemer, tilpasset byggebransjen og dens særegenheter. Koskela regnes for å



være dens pionér (Grotle, 2011). En viktig forskjell fra produksjonsprosesser til byggenæringen kan oppsummeres i masseproduksjon mot spesialiserte engangsprosjekt. Som vi har vist er hvert byggeprosjekt både komplekst og unikt. De er definert av egne måldefinisjoner, prioriteringer og krav. Dette byr på mange utfordringer utover hva man møter i tradisjonell serieproduksjon. Samtidig har man eksterne og uforutsigbare forhold som vær og vind.

I prosjekteringsfasen av bygg ser vi viktigheten av at kundens behov og krav faktisk defineres og at bygget senere bygges i henhold til dette. Bruk av ressurser på elementer som ikke skaper verdi er åpenbart *muda*. Videre vil Lean prege byggebransjen gjennom fokuset på optimalisering gjennom hele byggeprosessen med detaljert fokus på samtlige aktiviteter (Grotle, 2011). Lean Construction Institute (2012) viser videre til at man fokuserer på å forbedre prosjektets helhet fremfor å redusere kostnader på de ulike fagområdene, i tillegg til å fokusere på helhetlig prosjektkontroll i stede for å overvåke delresultater.

Alic (2012) skriver i sin masteravhandling om Lean i byggebransjen at LC er spesialtilpasset byggebransjens kompleksitet inkludert byggeplassen med tilhørende logistikk. På tross av at LC bringer en ny måte å systematisere og jobbe med prosjekt på, bygger den også på mer tradisjonelle planleggings- og oppfølgingsverktøy som prosjektnedbrytning til arbeidspakker og generell fremdriftsstyring. I LC deles produksjonen i mindre funksjonelle deler som defineres i en logisk rekkefølge. Tid, ressursbehov og avhengigheter knyttet aktivitetene skal også beregnes. I tillegg anvendes S-kurver, som forsøkes implementert gjennom hele oppfølgingsprosessen. Aktivitetene underveis kontrolleres hele tiden mot sin budsjetterte tid og kostnad. På samme måte som i tradisjonell fremdriftsstyring og KLM blir det iverksatt kostnads- og tidsbegrensede tiltak for kritiske aktiviteter.

Et annet sentralt aspekt ved LC er at mye ansvar fjernes fra prosjekt- og anleggsledere. I stede rettes det ned i stede ned mot bas- og formannsnivå. Slik ser vi igjen hvordan verdifull informasjon integreres og samles i detaljnivå. *Involverende planlegging* (IP) er et eksempel på dette og en strategi hvor alle er med på å planlegge sin egen hverdag i prosjektet. Dette øker ansvarlighet og vil kunne gi et mer realistisk beslutningsgrunnlag. I praksis sier Alic (2012) også at prosjekt- og anleggsledere i tillegg til utarbeidelse av basis og Gantt-diagrammer, typisk legger utkikkplaner for 6-8 uker sammen med de underansvarlige. Dette er et kort tidsperspektiv. Følgelig ser man prioriteringen av å til en hver tid besitte oppdatert

og realistisk informasjon. Usikkerhet vil typisk være et viktig moment i slike møter (ibid), noe som harmonerer godt med Leans fokus på å unngå endringsbehov.

Samtidig er en byggeplass full av ulike aktører preget av store koordinerings- og sammenstillingsbehov, og LC tar for seg de ulike samarbeidsproblemene som kan oppstå. Det er viktig at det skapes mellomfaglig forståelse, annerkjennelse av helheten og at man ikke går i veien for hverandre. Ukentlige basemøter vil kunne bidra til dette, og soneinndeling er et populært verktøy i denne sammenheng (Alic, 2012). Et annet moment som bør benevnes er at de ulike underentreprenørene typisk deltar i flere prosjekt parallelt. Deres oppmerksomhet kan dermed variere. Underleverandørene glemmer ofte bort prosjekt hvor de har lav bemanning (ibid). Dette kan åpenbart prege det overnevnte samarbeidsforholdet i tillegg til et annet svært viktig aspekt ved samarbeid, *tillit* (ibid).

### **The Last Planner System**

30% av totalkostnadene knyttet prosjekter går til å forbedre, utbedre eller gjøre ting på nytt (Alic, 2012). En av grunnene til slike i utgangspunktet unødvendige kostnader er dårlig samarbeid mellom de aktører som avhenger av hverandre (ibid).

Herman Glenn Ballard (2000) har utarbeidet verktøyet kalt The Last Planner System (LPS) med hensikt om å realisere flyt i produksjonsprosesser og forbedre problemer som beskrevet ovenfor. I detalj går LPS ut på at ulike personer på ulike nivåer i prosjektorganisasjonen planlegger og kontroller aktiviteter til ulike tider i prosjektets livssyklus. Høyt i organisasjonen rettes fokuset typisk mot bla. prosjektets overordnede mål og rammer. De er ofte knyttet milepæler og kalles ofte prosessplanen (Alic, 2012). Disse setter begrensninger for planleggingen lavere i organisasjonen, som har større fokus på selve gjennomføringen. Viktige deler av planleggingen desentraliseres. Dette er i tråd med den komplekse virkeligheten prosjekt utføres i. Følgelig er det også naturlig at planene på lavere nivå i organisasjonen er av en mer detaljert art (Grotle, 2011). Som også diskutert i forrige kapittel vil planene på de lavere nivåene under LPS omhandle arbeidsoppgaver på kort sikt. LPS søker å planlegge så sent som mulig for å redusere usikkerheten rundt utførelsen.

På de to laveste nivåene ligger periodeplanene og ukeplanene, hvor førstnevnte utarbeides for 6-8 uker (Alic, 2012). Prosjektlederne for hovedentreprenøren samler prosjektlederne for underentreprenørene typisk hver 14. dag for å sikre at aktivitetene er “sunne”. Følgelig tar

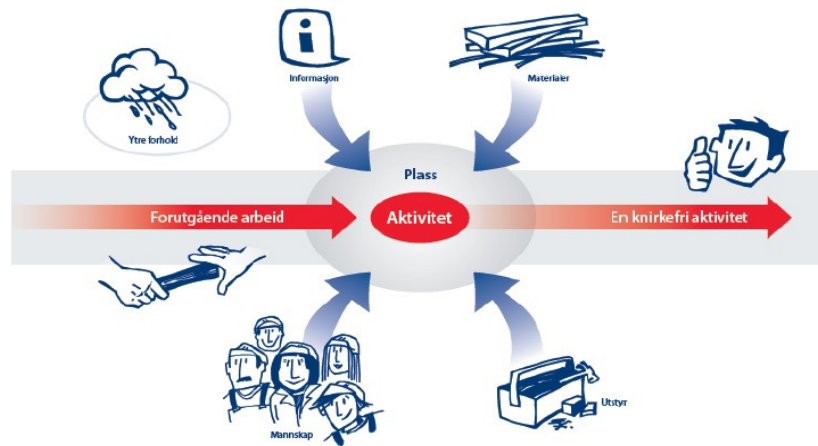
man sikte på å forebygge at ting vil kunne bli gjennomført iht. planen. Hva som kjennetegner sunne aktiviteter skal vi komme nærmere tilbake til i det følgende.

På det nederste nivået foreligger det typisk et møte ved starten av uken hvor arbeidsoppgavene som skal gjennomføres i løp av uken diskuteres. Her samles de ulike relevante aktørene (som elektriker, tømrer) for å koordinere alles innsats i en funksjonell helhet. Det gjøres avtaler rundt når og hvor de ulike skal jobbe og hvor lang tid som trengs. Det er på dette nivået teorien har fått sitt navn, da de ansvarlige for disse planene kalles for “The Last Planner”. Alic (2012) argumenterer også for at det mest avgjørende i ukeplanmøtene er å lage forpliktende avtaler mellom menneskene i prosjektet. LPS som verktøy består av en rekke regler og prosedyrer for å sikre at alt som skal gjøres både kan gjøres og vil bli gjort. Systemet består av to hovedkomponenter (Ballard, 2000):

**Kontroll av produksjonsenheten** vil si å søke og bedre oppgavedefinisjonen gjennom kontinuerlig læring på arbeidsplassen. Ukentlige arbeidsplaner kan være et nyttig virkemiddel gitt følgende krav:

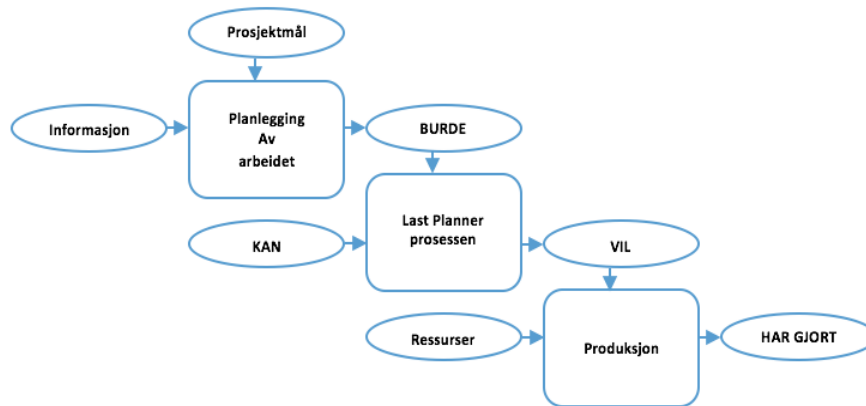
1. *Arbeidsoppgavene må være godt definert fra start til slutt*
2. *Arbeidsoppgavene er sortert etter en riktig logisk rekkefølge*
3. *Arbeidsoppgavene har blitt tildelt riktig mengde ift. kapasitet*
4. *Arbeidsoppgavene er “sunne” (se figur 26 i det følgende)*

**Kontroll av arbeidsflyt** omhandler forbedringen av flyten mellom de ulike produksjonsenhetene. Grotle (2011) skriver at hvor fremdriftsplaner tradisjonelt kun inneholder informasjon om ting som skal skje i nær fremtid, så inneholder LPS-systemet en rekke andre momenter som definisjon av aktivitetene og hindringsanalyse. I tillegg har man også typisk prosesser for å matche mengde arbeid med tilgjengelig kapasitet og for å bringe aktiviteter oppstrøms fra produksjonsenheten. Før en aktivitet blir inkludert i en utviklingsplan har den blitt splittet opp i flere og bedre definerte aktiviteter for enklere planlegging av hva som faktisk må gjøres i hver aktivitet (ibid). Når aktivitetens innhold er klart definert vil man kunne foreta hindringsanalyse for avdekke mulige problematiske forhold som vil kunne forhindre at aktiviteten gjennomføres etter planen (ibid). Koskela (2000) har beskrevet 7 forutsetninger for å kunne gjennomføre arbeid til planlagt tid. Der gjenspeiler de nevnte “sunne aktiviteter”:



Figur 25 - De 7 forutsetninger for “sunne aktiviteter”

For at en aktivitet kan kategoriseres “sunn”, må alle overnevnte forhold i figuren være på plass. Hvis de ikke er det vil dette kunne medføre tids- og kostnadsoverskridelser. Eksempelvis vil det være problematisk å starte en ny aktivitet uten at forutgående arbeid er ferdig, eller hvis noe informasjon mangler. Entreprenører kan dog være fristet til å kjøre på med aktiviteten likevel som et resultat av både tid- og kostnadspress. Dette vil kunne resultere i feil og mangler som må fikses for kostbare summer og dyrebar tid i fremtiden. Ved fokus på å følge opp alle forhold vist til i denne modellen vil planleggeren kunne være i forkant av evt. problemer fremfor i etterkant (Grotle, 2011). Ballards LPS kan illustreres slik:



Figur 26 - The Last Planner System (Ballard, 2000 & Grotle, 2011)

Det er i hovedsak det nevnte bunnivået representert gjennom Last Planner Prosessen som skiller LPS-tilnærmingen fra de mer tradisjonelle metodene beskrevet tidligere i denne oppgaven. Desentralisering av viktig planlegging til fagnivået i prosjektet muliggjør bla. informasjonsutnyttning og ansvarsfordeling som styrker hele prosessen. I lys av LPS skal dette føre til at det som burde gjøres, både kan gjøres og blir gjort (Grotle, 2011).

Avslutningsvis vil vi vise til en av Ballards konklusjoner ved studering av LPS i praksis. Han argumenterer for at The Last Planner System spesielt egner seg for designproduksjon grunnet designproduksjons verdigenererende natur (Ballard, 2000). Gjennom design skal man skape verdier, i motsetning til tradisjonell effektivisering av masseproduksjon. Dette harmonerer godt med kravene og hensikten med bygg og anlegg i 2016.

### **Prosent planlagt utført - PPU**

Alle systemer har sine svakheter, og må håndteres riktig for en optimal utnyttelse. Ved *The Last Planner System* står menneskelig dømmekraft i sentrum. Følgelig vil det være rom for feil. Det er dermed avgjørende å ta hensyn til dette for en god styring etter LPS. Som et resultat av denne anerkjennelsen ble det laget et system som tok for seg aktivitetenes ferdigstillelse ift. planen basert på følgende formel (Alic, 2012):

$$\frac{\text{Antall ferdigstilte arbeidsoppgaver}}{\text{Antall planlagt ferdigstilte arbeidsoppgaver}}$$

I tillegg til å avdekke fremdriften i prosjektet i prosent så lærer man også noe om hvor evt. “feil” ligger. Hvis fremdriften ligger bak planen følger rapportering tilbake til utkikksplanen hvor ineffektiviteten må analyseres og løsninger foreslås (ibid). Følgelig ser vi hvordan både TOC og Lean-filosofiens fokus på kontinuerlig forbedring opprettholdes. PPU legger til rette for kontinuerlig læring med identifisering av problemer og løsninger om hverandre.

Vi har nå gjort rede for hvordan Lean inkluderes i dagens byggebransje for å forsøke og spare tid og unngå kostnadsoverskridelser. Vi har sett at en felles ansvarlighet og desentralisert planlegging over kortere tidshorisonter muliggjør mer realistiske tidsanslag og større pliktoppfyllelse. Disse forholdene inneholder interessant innsikt knyttet prosjektnedbrytning for effektiv fremdriftsstyring og strategisk anvendelse av “kræsjing”.

### **3.9.2 ”Kræsjing”**

Det er mange ulike begrep som benyttes når man rent teknisk snakker om tidsreduksjon av et prosjekt ved tilførsel av ekstra ressurser for redusert tid. Vi vil forholde oss til begrepet “kræsjing”, oversatt fra “crashing” som brukt av Evensmo & Karlsen (2008).

”Kræsjing” av aktiviteter i nettverk ble opprinnelig utviklet samtidig som Kritisk Linje Metode (KLM). Dette som et verktøy for å planlegge og kontrollere store prosjekter (Evensmo & Karlsen, 2008). Motivasjonen var å redusere prosjekttiden utover det som var normal gjennomføringstid med minst mulig tilleggskostnader (ibid).

Det er fordelaktig for både entreprenør og prosjekteier at prosjekter gjennomføres så raskt som mulig innenfor de rammene som er satt (Karlsen, 2014). En raskere levering vil bety at entreprenøren frigjør ressurser som kan benyttes på andre prosjekt og prosjektresultatet kan tas i bruk tidligere for prosjekteier (ibid). På en annen side kan uforutsette forsinkelser gi høye driftskostnader pga. lengre prosjektvarighet. En reduksjon i prosjekttiden kan være løsningen (Larson & Gray, 2011).

Under byggingen av nye Skien Videregående Skole vil *Lyngdalsmodellen* bli brukt. Grunnet en følgelig tidlig og kontinuerlig inkludering av alle parters spisskompetanse blir det mulig å utarbeide og oppdatere en realistisk og grundig nettverksplan. Derfor baseres nettverksplanleggingen i dette tilfelle på deterministiske anslag gjennom KLM.

For å korte ned prosjekttiden er man avhengig av oversikt over alle aktiviteter som må gjøres for å oppnå ferdigstillelse. Her kommer den tidligere nevnte prosjektnebdrytningen og nettverksplanlegging inn. Denne oversikten gjør som kjent det mulig å identifisere prosjektets kritiske linje, altså kjeden av aktiviteter uten flyt. Det er disse som er avgjørende å ”kræsje” hvis man ønsker å optimere tid- og kostnader gjennom fremdriftsstyringen.

### **3.9.3 Alternativer for reduksjon av prosjekttiden**

Larson & Gray (2011) skiller mellom to kategorier ved reduksjon av prosjekttiden. De gjør et skille basert på hvorvidt det foreligger en ressursbegrensning eller ikke.

#### **Når ressurser ikke er begrenset**

Larson & Gray (2011) hevder at det mest brukte alternativet for reduksjon av prosjektid gitt ubegrensede ressurser er å øke ressursbruken for aktiviteter på kritisk linje. Det er dog ikke slik at en dobling av antall arbeidere halverer tiden. Dette kommer av at en økning av antall arbeider øker kompleksiteten av kommunikasjon og koordinering (Karlsen, 2014) Dermed ser vi en avtakende skalafordeling. Larson & Gray (2011) argumenterer følgelig for at den mest effektive og enkle tilføringen av ressurser i et prosjekt er gjennom planlagt overtid.

Et annet vanlig alternativ er å *outsource* deler av arbeidet til andre. Dette gjøres fortrinnsvis med aktiviteter hvor eksterne har mer erfaring og kompetanse enn hva som finnes internt (Larson & Gray, 2011). En slik outsourcing vil frigjøre ressurser i prosjektorganisasjonen som kan benyttes på kritiske aktiviteter. For å unngå at dette blir en kostnadstung affære kreves god planlegging for en effektiv omstilling. Det vil også i noen tilfeller være nødvendig med en anbudsrunde (ibid). Utfordringen ligger i om underleverandøren faktisk ønsker å påta seg oppdraget, da de ofte krever et visst minimumsomfang (ibid).

### **Når ressurser er begrenset**

En prosjektleder vil ha færre alternativ for å redusere prosjekttiden hvis ressursene er begrenset. Typiske alternativer for reduksjon av prosjekttiden under slike forhold er å kjøre aktiviteter parallelt eller å redusere omfang og kvalitet (ibid). Alternativene diskutert her kan også benyttes når ressurser ikke er en begrensning (ibid)

Ofte ser en på et prosjekt som en sekvens av aktiviteter som skal gjennomføres fra start til slutt. Å heller identifisere aktiviteter som kan kjøres parallelt fremfor sekvensielt vil dog kunne være nyttig ved ønske om redusert prosjektid. Dette innebærer ofte å se på de logiske koblingene mellom aktiviteter. Kan f.eks. noen koblinger omgjøres fra slutt-til-start til start-til-start? En slik prosess krever mer koordinering mellom de ansvarlige for aktivitetene, men kan bære store frukter (ibid).

Reduksjon av prosjektets omfang kan gjøres ved å fjerne funksjoner fra totalleveransen. Dette fører til lavere funksjonalitet (ibid). Derfor må dette alltid godkjennes av prosjekteier eller byggherre. Hvis uforutsette hendelser forsinket et prosjektet med manglende ressurser for å løse problemet kan reduksjon av omfang være eneste alternativ (Karlsen, 2014). Prosjektmatrisen i kapittel 3.2 vil kunne være et nyttig verktøy her. Da vet man på forhånd prioriteringene for prosjekt fastsatt med byggherre. Karlsen (2014) støtter også dette. Han argumenterer for en grundig gjennomgang av prosjektet sammen med byggherre for at valgene foretatt gjennom prosjektet er i harmoni med byggherrens krav.

### **3.9.4 Kostnader og risiko ved “kræsjing”**

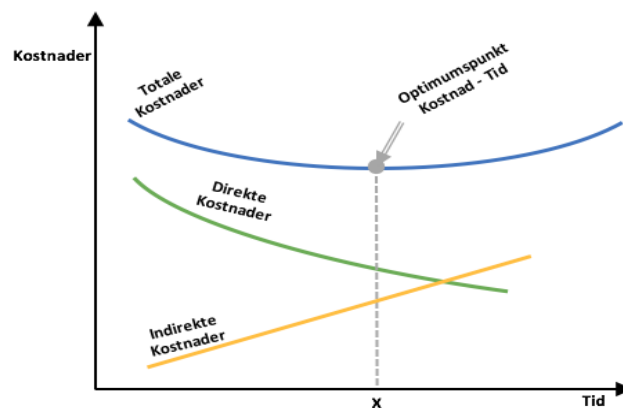
De vanligste metodene for å redusere prosjektid er tilføring av mer ressurser i form av flere arbeidere, outsource arbeidet til en underleverandør eller planlegge overtid (Larson & Gray,

2011). “Kræsjing” av prosjektets aktiviteter for å redusere prosjekttiden bør vurderes med hensyn til kostnader og risiko. Tanken bak “kræsjing” under kritisk linje metode (KLM) er å finne kritiske aktiviteter som kan tilføres ekstra ressurser mot reduksjon av prosjektid (Evensmo & Karlsen, 2008). Følgelig kan man spare totale prosjektkostnader. Det er dette vi kaller “strategisk kræsjing”.

## Prosjektkostnader

For å gi en oversiktlig presentasjon av teorien om kostnader ved “kræsjing” vil vi å beskrive tre kostnadskategorier i tråd med Karlsen (2014); *totale-, direkte- og indirekte kostnader*.

Prosjektets total kostnader er summen av direkte kostnader og indirekte kostnader. Direkte kostnader er de kostnader som knyttes opp mot aktiviteter eller arbeidspakker og som konkret kan henføres til disse. Indirekte kostnader er kostnader som påløper uavhengig av fremdrift og hvilke arbeidsoppgaver som gjennomføres (ibid). Larson & Gray (2011) skriver videre at direkte kostnader knyttet en aktivitetens varighet representerer *normale kostnader*. Normale kostnader defineres av en effektiv gjennomføring til lavest mulig kostnader ved en normal gjennomføringstid. Direkte kostnader vil kunne variere fra dette. Spesielt ved prosjekter underlagt kortere leveringstid enn hva som egentlig er ideelt (ibid).



Figur 27 - Fritt tegnet: Kostnader og tid (Karlsen, 2014)

Figuren illustrere det intuitive forholdet mellom tid og kostnader for et prosjekt. Ved å redusere den normale varighetene til en aktivitet vil det påløpe mer av de direkte kostnadene. I motsatt tilfelle har vi de indirekte kostnadene som øker som en funksjon av tid. Totale kostnader har i normaltillfeller et punkt hvor de totale prosjektkostnadene er ved et minimum, men dette avhenger av bytteforholdet mellom de direkte og indirekte kostnadene i et tids-perspektiv (Larson & Gray, 2011). En annen ting verdt å bemerke er lineariteten til de

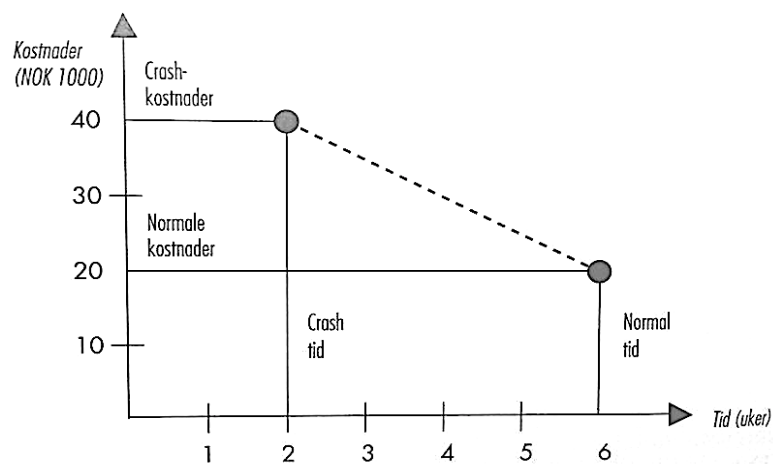


indirekte kostnadene som følgelig øker med en fast sum pr. dag. De direkte kostnader beveger seg sjeldent lineært da de typisk følger avtakende skalafordeling (Karlsen, 2014).

### Kritisk linje og valg av “kræsje”-aktiviteter

For å redusere prosjekttiden ved bruk av “kræsjing” må man som tidligere beskrevet fokusere på kritiske aktiviteter. De direkte kostnadene knyttet “kræsjing” av aktiviteter på kritisk linje vil variere (ibid). Man ønsker følgelig å finne de aktivitetene som gir lavest økning i direkte kostnader mtp. reduksjon av tid. Det vil si lavest kostnadsøkning pr. tidsenhet (Evensmo & Karlsen, 2008). Følgende begreper defineres først etter Karlsen (2014):

- **Normal tid:** *Varighetene som følger av optimal planlegging hvor hver aktivitet gjennomføres på en normal måte.*
- **Crashtid:** *Varigheten som følger av at aktiviteten gjennomføres så raskt som teknisk mulig. Denne vil alltid være kortere enn normaltid.*
- **Normale kostnader:** *Minimum direkte kostnader for å utføre aktiviteten på en rasjonell og effektiv måte ved bruk av normal tid.*
- **Crashkostnader:** *Minimum direkte kostnader for å klare crashtiden. Disse vil alltid være høyere enn normalkostnadene.*



Figur 28 - Crash-diagram (Karlsen, 2014)

Figuren viser forholdet mellom “kræsje-kostnader” og normal kostnader, ved henholdsvis ”kræsje-tid” og normal tid. Den stiplede linjen mellom normalpunktet og ”kræsje-punktet” representerer kostnader ved å redusere aktiviteten som konstant pr. tidsenhet (Karlsen, 2014). Larson & Gray (2011) benytter fem forutsetninger for modellen. Disse fungerer også som oppsummering av det som er nevnt så langt:

1. *Kostnad-tid relasjonen er lineær.*
2. *Normal tid forutsetter at aktivitetene blir utført effektivt og rasjonelt til minimumskostnader.*
3. *Crashtid setter grensen for maksimal tidsreduksjon mulig under realistiske forhold.*
4. *Helningen på den stiplede linjen representerer kostnad pr. tidsenhet.*
5. *Akselerasjon av en aktivitet må skje innenfor normal- og crashtid.*

Det interessante for prosjektledere er å finne helningen på den stiplede linjen. Denne gir et sammenligningsgrunnlag mellom de ulike aktivitetene på kritisk linje (Larson & Gray, 2011). En bratt kurve betyr at det er store kostnader knyttet hver tidsenhet og vice versa. Man bør derfor fokusere på å “kræsje” aktivitetene med den flateste kurven først. Det vil si de aktivitetene med minst helning (ibid). Helningen er gitt ved kostnad pr. tidsenhet:

$$\text{Helning} = (\text{Crashkost} - \text{Normal kost}) / (\text{Normal tid} - \text{crashtid}) = \text{Kost pr. tidsenhet.}$$

### **Risikomomentet**

Larson & Gray (2011) belyser en annen dimensjon knyttet “kræsjing”, nemlig risikoen. Det er tiltalende å kunne fullføre prosjekt tidligere og med lavere total kostnader, men virkeligheten er ikke alltid like rosenrød. De argumenterer for at kvaliteten til aktiviteter kan bli lidende av en fremskyndet prosess. Det er derfor være viktig å ta hensyn til dette ved valg av hva som skal “kræsjes” og av hva som er den optimale ”kræsjtiden”.

Larson & Gray (2011) skiller mellom *sensitive* og *insensitive* nettverk når de snakker om risiko ved “kræsjing”. Sensitive nettverk vil være preget av flere potensielle kritiske veier som ligger nære hverandre i tid. De argumenterer derfor for at nettverk som har én tydelig kritisk linje vil være mer egnet for “kræsjing” enn nettverk som er preget av flere slike veier. Kritisk linje beskriver noe som er dynamisk og ikke statisk. Den kritiske linjen kan endres, og man bør derfor ha en kontinuerlig oppfølging av systemet for å se hvor begrensningene i nettverket flytter seg. Dette kjenner vi godt igjen fra styringsløyfa, TOC og Lean. Jevnlig oppfølging og kjennskap til alternative veier i nettverket er essensielt for å være oppdatert på hva som faktisk er et prosjekts kritiske aktiviteter (ibid).

Basert på foregående teori ser vi det interessant å også se nærmere på hvordan styring etter KLM kan påvirke de totale kostnadene ved en strategisk bruk av “kræsjing”. Dette på bakgrunn av en prosjektnedbrytning som muliggjør dette.

# 4.0 Forskningsmetode

## 4.1 Innledning

Hensikten med denne oppgaven er å konstruere en overordnet PNS-modell for effektiv fremdriftsstyring etter Kritisk Linje Metode basert på et virkelig byggeprosjekt. Modellen vil beskrives i en større sammenheng og belyses i et kostnadsbesparende perspektiv. For å lykkes med dette er vi avhengig av en hensiktsmessig og vitenskapelig tilnærming.

Det er avgjørende at man velger riktig metode for at ens forskning skal være pålitelig (reliable) og gyldig (valid). Jacobsen (2005) definerer metode som *en måte å samle inn data om virkeligheten*. Han argumenterer videre for at forskning er en systematisk undersøkelse av et eller flere spørsmål. Sekaran & Bougie (2013) forklarer også at forskning fokuserer på å løse et problem.

Før man kan gjennomføre forskning må man ha tatt stilling til om det vil foreligge en *kvalitativ* eller *kvantitativ* tilnærming. Den store differansen ligger i hvor dypt man fokuserer forskningen. Kvalitativ metode forklarer virkeligheten med ord. Den kvantitative metoden beskriver virkeligheten med tall. Man kan også kombinere metodene. En systemanalyse ligger i mellom disse ytterpunktene.

Vår forskning vil kombinere nettopp disse to metodene i et systemteoretisk perspektiv. Gustafsson et al (1982) beskriver en slik systemanalyse som en metodevitenskap for beskrivelse, analyse og planlegging av komplekse system. Dette vil være en nødvendig tilnærming for å effektivt kunne anvende bla. KLM og “strategisk kræsjing”. Vi har tatt utgangspunkt i informasjonsgrunnlaget tilgjengelig under forprosjektstadiet til nye Skien VGS, samt deltakelse i møter og observasjon. På bakgrunn av dette har vi utviklet vår PNS.

## 4.2 Problemstillingen

I forskning vil problemstillingen være utgangspunktet for en empirisk undersøkelse. Følgelig må den være formulert på en måte som gjør dette mulig. Problemstillingen avgjør alle videre metodiske valg gjennom dens karakter og hensikt. Jacobsen (2005) støtter dette ved å argumentere for at utformingen av problemstillingen er en svært viktig del av forskningen. Han benevner også at prosessen kan være tung og tidkrevende.

Når man skal foreta en forskning for å forsøke å si noe nytt om et fenomen, er det viktig å avgrense hva man ønsker å si noe om og hva man *ikke* forsøker å si noe om. Denne avgrensningen kan både være *eksplisitt* og *implisitt*. Eksplisitt betyr at det fremkommer klart av problemstillingen hva det fokuseres på. Implisitt utgjør naturlige avgrensningen vi mennesker foretar i vår egen hjerne grunnet begrenset kapasitet (ibid).

En problemstilling kan analyseres i tre ulike dimensjoner. Graden av *klarhet* i en problemstilling avgjøres av hvorvidt det finnes mye informasjon om det man ønsker å undersøke eller ikke. Hvis kunnskapen rundt problemstilling er mindre, kan man heller nytte en mer *eksplorerende* problemstilling. I tillegg skiller man også mellom *forklarende* (årsak-virkning) og *beskrivende* problemstillinger. Sist må man avgjøre hvorvidt problemstillingen skal være generaliserende. Dimensjonene er ikke dikotomier. Følgelig kan man basere problemstillinger på både ytterkanter og middeveier.

Vår problemstilling ble utviklet over tid. Vi oppsøkte vår veileder Dr. Ing Øystein H. Meland med forslag til tema. Videre diskuterte vi tanker og mulige idéer til hvor vi kunne undersøke temaet i praksis. Dermed hadde vi utgangspunkt for en problemstilling som ble tilpasset gjennom dokumentanalyse, videre diskusjon og nærmere kjennskap til prosjektet.

Problemstillingen vil hverken være klar eller uklar, men heller et sted midt i mellom. Det er ikke laget en nedbrytningsstruktur for dette prosjektet før. I tillegg har denne nedbrytningen en spesifikk misjon knyttet til effektivisering av bla. KLM og “kræsjing”. Samtidig vil problemstillingen være beskrivende fremfor forklarende sett i et helhetsperspektiv, dog vil det innad i selve nedbrytningen finnes kausale bindinger mellom de ulike nivåene. Nedbrytningen utarbeides basert på dette prosjektets karakteristika. Derfor er den i utgangspunktet ikke generaliserende. Modellen vil dog bygge på enkelte prinsipp som kan anvendes i andre sammenhenger.

### **4.3 Undersøkelsesdesign**

For å avgjøre metodisk tilnærming må man først definere hva som er formålet med forskningen. Herunder følger valg av undersøkelsesdesign. Det viktigste i denne fasen er å velge et design som i størst grad kan besvare problemstillingen (Jacobsen, 2005). Det fremkommer derfor at valg av undersøkelsesdesign følger problemstillingen, et valg som

også vil ha konsekvenser for forskningens validitet (ibid). Videre må man akseptere at valg av undersøkelsesdesign også er et valg av resultatpåvirkning som påvirker forskningens reliabilitet (ibid). Man skiller ofte mellom tre ulike design (Sekaran & Bougie, 2013):

- *Deskriptivt*
- *Kausalt*
- *Eksplorativt*

Eksplorativt design kan enten fokusere på bredden (ekstensivt) eller dybden (intensivt). Man kan også fokusere på beskrivende- (deskriptivt) eller forklarende design (kausalt).

### 4.3.1 Ulike design

#### **Deskriptivt design**

En beskrivende undersøkelse har ofte som mål å beskrive karakteristika til personer, hendelser eller situasjoner på bakgrunn av innsamlet data. Ofte benyttes beskrivende design når man ønsker å se på korrelasjoner mellom variabler. Beskrivende undersøkelser kan bli til hjelp for å forstå karakteristika til en gruppe i en gitt situasjon (ibid). Beskrivende design er mye brukt når man ønsker å belyse dypere innsikt knyttet et fenomen.

#### **Kausalt design**

Denne type design omhandler årsak- og virkningsforhold (Sekaran & Bougie, 2013). Man forsøker å avdekke om en spesifikk variabel er årsaken til om en annen variabel endres. Man kan så prøve å finne ut hvilke faktorer som forårsaker problemet/fenomenet (ibid). Typisk for et slikt design er å gjennomføre en form for eksperiment hvor man kan ta kontroll over eksperimentets rammer og isolerer de variablene man ønsker å undersøke (Jacobsen, 2005).

#### **Eksplorativt design**

Et eksplorativt design velges oftest når vi ønsker å undersøke noe som det tidligere finnes lite informasjon om (Sekaran & Bougie, 2013). Det kreves derfor mye forarbeid for å gjøre seg kjent med problemet/fenomenet en ønsker å undersøke, omfanget av det og/eller hvordan problemet oppstår i den gitte situasjonen (ibid). Denne type design er typisk i tilfeller hvor problemstillingen er uklar og en ønsker å finne ut mer om et fenomen (Jacobsen, 2005). Utforskende undersøkelser baserer seg ofte på sekundær data (tidligere litteratur) og/eller kvalitativ tilnærming. De kan legge grunnlag for videre forskning om det ikke oppnås tilstrekkelig svar på problemstillingen (Sekaran & Bougie, 2013).

### **Intensivt vs. ekstensivt tilnærming**

Intensivt undersøkelsesopplegg er i hovedsak relatert til hvor dypt en ønsker å undersøke et fenomen (variabel) (Jacobsen, 2005). Man ønsker å skaffe nyansert informasjon fra få enheter. Ekstensivt relaterer seg til bredden og søker informasjon fra flest mulig (ibid). Ideelt sett skulle man ønske å ha mest mulig informasjon (dybde) samtidig fra flest mulig (bredde). I praksis blir dette ofte en slik kombinasjon for krevende å gjennomføre mhp. tid og kostnader (ibid). For et intensivt opplegg er det typisk med enten *case-studie* eller små *N-studier* (ibid). Et case-studie tar for seg et studieobjekt som er avgrenset i tid og rom. Dette er hensiktsmessig når det er ønskelig å undersøke samspillet mellom en spesifikk kontekst og et fenomen. N-studier er hensiktsmessig når man ønsker å belyse flere sider av et fenomen. Et ekstensivt opplegg benytter typisk større utvalgsundersøkelser (ibid).

Denne oppgaven vil ha et intensivt eksplorativt design med case-studie som tilnærming. Dette begrunnes med at det finnes relativt lite direkte teori knyttet vår problemstilling, samtidig som fenomenene vi undersøker argumenteres for å ikke ha tilstrekkelig fokus i praksis. Følgelig har vi funnet det mest hensiktsmessig å legge opp til en dypere forståelse.

## **4.4 Den metodisk tilnærmingen**

Valg av metode angir hva slags fremgangsmåte som skal anvendes for å kartlegge virkeligheten. Det er mye diskusjon rundt hvilke metoder som egner seg best til ulike studier av virkeligheten (Jacobsen, 2005). Hovedskillet går som nevnt mellom kvantitativ (tall) og kvalitativ (ord) tilnærming. Valg av metode gjøres på bakgrunn av forskningsspørsmål og undersøkelsesdesign. Det er klarheten i forskningsspørsmålet som i stor grad avgjør hvilken metode som bør anvendes (ibid).

### **4.4.1 Kvantitativ tilnærming**

En kvantitativ tilnærming bygger i stor grad på at virkeligheten kan måles ved hjelp av metoder og instrumenter som kan gi oss informasjonen i form av tall (Jacobsen, 2005). Det innebærer ofte at en på forhånd lager strukturerte og standardiserte undersøkelser. Dette med hensikten å nå ut til flest mulig respondenter. Dette gjøres for at dataene som man henter inn enkelt skal kunne analyseres. Undersøkelser deles ut til et representativt utvalg, ofte med hensikt om å generalisere. Dette er ikke er like enkelt med kvalitativ tilnærming (ibid). Tilsynelatende kan kvantitativ metode virke objektivt grunnet standardisering, men man bør ta med i betraktning at undersøker på forhånd definerer hva som ønskes besvart. Eventuell

spesiell kunnskap respondentene måtte ha utelukkes. Følgelig vil kvantitativ metode fungere best når undersøker på forhånd har tilstrekkelig kunnskap og forskningsspørsmålet er klart (ibid). Metoden egner seg også godt når hyppigheten til et fenomen skal måles (ibid).

#### 4.4.2 Kvalitativ tilnærming

I motsetning til den kvantitative tilnærmingen har den kvalitative tilnærmingen fokus på forklarende ord. Hensikten med metoden er å belyse et fenomen i dybden. Dette kan gjøres ved å la få respondenter uttrykke sin fortolkning med egne ord gjennom et intervju, eller man kan observerer hva som gjøres i gitte situasjoner. Kvalitativ tilnærmings styrke ligger i at den kan gi oss en dypere forståelse av ulike fenomen. Baksiden ved kvalitativ metode er at man som oftest ikke kan generalisere forskningens resultater grunnet utilstrekkelig størrelse på utvalg eller en manglende representativ populasjonen (Jacobsen, 2005).

Oppgaven vil på bakgrunn av et intensivt og eksplorativt design ha et kvalitativ perspektiv med momenter fra kvantitativ metode. Dette bringer oss over til vår forskningsmetodikk, *systemanalyse*.

#### 4.4.3 Systemanalyse

Et alternativ til kvalitativ og kvantitativ metode er Systemanalysen. Dette er en metodisk tilnærming som gjør det mulig å beskrive, analysere og planlegge komplekse system. En systemanalyse bygger på tre hovedegenskaper (Gustafsson et al, 1982):

1. **Systemtanken** representeres ved at problemstillingen sees som en avgrenset helhet, et system, bestående av deler som henger sammen og påvirker hverandre.
2. **Modellbegrepet** gjennom bruk av modell for analyse og problemløsning.
3. **Det systemanalytiske prosjekt** gjennom en generell, tverrfaglig arbeidsgang fra problemspesifikasjon til løsning.

Det systemanalytiske prosjekt gjennomføres som et samarbeid mellom eksperter fra ulike områder. Dette gjøres over et begrenset tidsrom og innenfor samme prosjektorganisasjon (Lundequist, 1995). Det er kompleksiteten i store system som underbygger behovet for tverrfaglige eksperter. Et velfungerende samarbeid er dermed avgjørende for å lykkes. *Det store norske leksikon* definerer systemanalyse som en undersøkelse av eksisterende eller tenkte system. Vår modell vil være en prosjektnedbrytningsstruktur (PNS) og basere seg på et slik tenkt system. Videre vil en slik analyse ofte ha som hensikt å belyse effektivitet.

Effektivitet er gjennomgående for hensikten med utviklingen av PNS og drøftelsen rundt fremdriftsstyring.

Således ser vi igjen støtte for å ta utgangspunkt i en intensiv casestudie. Her vil kvalitative prosesser preges av en systemteoretisk tilnærming med modellering og tilhørende analyse. Vi oppnår en dybdeanalyse av både kvalitative og kvantifiserbare hensyn og data. Disse danner sammen grunnlaget for bygging og testing av en systemanalytisk modell.

Rent praktisk vil en systemanalyse gå gjennom en rekke faser (Lundequist, 1995). Problemstilling og problemformulering følges av modellering. Deretter valideres modellen i lys av ny data før selve problemløsningen. Som en avslutning vil man analysere, validere og presentere de endelige resultatene. Data genereres gjennom hele prosessen, både under problemformulering, modellering, validering og problemløsning. Vurderingen av resultatet utgjør gjenstand for modifisering av problemformuleringen.

## 4.5 Data

Basert på undersøkelsesdesign og metodisk tilnærming velger man metode for innsamling av data og utvelgning av enheter. Valget bør på best mulig måte sikre ønsket informasjon.

### 4.5.1 Innsamling

Det skilles mellom to typer data; *primær-* og *sekundærdata*. Primærdata betegner den informasjonen som man selv anskaffer gjennom f.eks. spørreundersøkelser, observasjon eller ulike typer intervju. Kilden til informasjonen er direkte til informasjonsopphavet, derav primærdata (Jacobsen, 2005). Sekundærdata er således informasjon hentet og tolket av andre fra den nevnte primærkilden. Denne type data kan være av kvalitativ eller kvantitativ art. En likestilt forutsetning er at denne type datakilde bør alltid brukes kritisk (ibid).

Videre følger de mest brukt datainnsamlingsmetoder ved kvalitativ tilnærming (Jacobsen, 2005). Disse er som nevnt også brukt til innhenting av data gjennom den systemanalytisk prosessen vi vil utarbeide vår modell utfra (Lundequist, 1995).

**Dybdeintervju** er betegnelsen på intervjuformen hvor forskeren intervjuer et og et intervjuobjekt. Intervjuet kan enten være åpent eller lukket. Skillet går på hvor fritt intervjuobjektet står til å utdype svar i udefinerte retninger. I tillegg må man foreta valg rundt hvordan



intervjuet skal utføres, om hensikten skal skjules, lengde og bruk av utstyr. Et dybdeintervju egner seg godt når vi ønsker å utforske individers tolkning og forståelse av fenomen.

**Gruppeintervju** er betegnelsen på en intervjuform hvor man samler en gruppe for et felles og samtidig intervju. Man foretar mange av de samme valgene som ved dybdeintervju. I tillegg må man avgjøre hvordan gruppen settes sammen, dens størrelse, undersøkers rolle osv. Jacobsen (2005) argumenterer for at et gruppeintervju vil egne seg godt når vi søker synspunkter rundt spesifikke erfaringer eller gruppebaserte synspunkter og konklusjoner.

**Observasjon** er betegnelsen på en innsamlingsmetode hvor undersøkeren med egne ord beskriver det som fanges opp. For at man ikke skal gå glipp av det reelle hendelsesforløp kan det være fornuftig å dokumentere med videoopptak. Observasjon egner seg best når vi ønsker å registrere hva mennesker gjør (atferd) fremfor hva de sier at de gjør. Det er også egnet for å registrere atferd i en gitt kontekst (Jacobsen, 2005). Valg undersøkeren står ovenfor her er hvorvidt observasjonen skal være skjult eller åpen, nærhet til det som observeres, hvor/når/lengde, bruk av video o.l.

**Dokumentundersøkelse** tar sikte på å fange opp sekundærdata. Det kan være veldig hensiktsmessig å se på hva andre har funnet rundt en problemstilling fremfor å finne ut det samme på egenhånd. Dette vil spare en for både kostnader og tid. Eksempler på slike dokumenter kan være annen forskning, journalartikler, offentlige dokumenter, årsrapporter, kalkyler utarbeidet av selskap. Denne formen egner seg best når det er vanskelig å samle inn primærdata og når vi ønsker å se hvordan andre har tolket en situasjon/hendelse (Jacobsen, 2005). Viktige valg knyttet dokumentundersøkelser ligger i den kritiske tilnærmingen til valg av dokumenter og tilliten til de mange konklusjoner og påstander (Jacobsen, 2005).

Vår forskning har basert seg på data fra dokumentundersøkelser under våre problemformuleringer og modellering. Deretter har en deltakende observasjon (åpen og nær utvalget) og intervju (både gruppe og individuelt) utgjort kvalitativ data for videre valideringen av modellen samt problemløsning. Spørsmål over mail har også forekommet for å avklare usikkerhet og for å stille oppfølgingsspørsmål som har dukket opp i bearbeidelsen av dataen.

### 4.5.2 Valg av enheter

Det vil alltid foreligge et generaliseringsproblem når man benytter kvalitative metoder. Dette siden det vil være umulig å få inn all relevant data om emne. Man blir tvunget til å gjøre et utvalg. Valget bør foretas etter hva som på en hensiktsmessig måte gir best informasjon. Denne delen av forskningen vil få konsekvenser for forskningens validitet og reliabilitet.

Det bestemmende for selve utvelingen av enheter og datakilder følger valget av datainnsamling. Det er en rekke forskjeller knyttet de ulike metodene. Likevel finnes et klart fellestrekk da alle er *formålsorienterte*. Jacobsen (2005) argumenterer for at valg av enheter baseres på hva som vil gi forskningen både den beste og mest interessante informasjonen mtp. problemstillingen.

#### **Intervju og observasjon**

Ettersom vi har deltatt i en spesifisert utredningsgruppe har vi ikke hatt mulighet til å påvirke valg av gruppe for intervju eller observasjon. Dette har dog vært hensiktsmessig for vår problemstilling da nettopp denne gruppen innehar de nødvendige ekspertene fra de ulike fagfelt og roller.

Ved utvalg til individuelle intervju har vi basert valget på hvem som er representanten og eksperten i den nevnte gruppa for det relevante feltet for intervjuet. Utredningsgruppen fremstod som *middels heterogen* da den inneholdt ulike medlemmer med ulike bakgrunner og interesser. Dette bidro til nyanserte syn og interessante diskusjoner. Samtidig snakket de ulike gruppe medlemmene samme språk. Gruppen kan derfor vanskelig argumenteres for å være helt heterogen. Under møtene har vi som forskere forholdt oss som deltakende observatører, og formen for observasjonen har naturlig foregått under de avtalte møtene.

#### **Dokumentanalyse**

Dokumentundersøkelser er også en viktig del av en systemanalyse, og er som nevnt data som tidligere er samlet inn av andre enn undersøkeren. Man bør derfor stille seg kritisk til de valgene som tas for å forsikre seg om at kildene man velger er til å stole på (Jacobsen, 2005). Jacobsen (2005) påpeker at den største utfordringen ved utvalg til dokumentundersøkelse er at det på forhånd er gjort en omfattende utsilingsprosess. Forhold knyttet datainnsamlingen, avgrensninger og evt. bortfall er noe en sekundærbruker av dataene ikke har noe kontroll over. Det eneste man har kontroll over er hva man faktisk plukker ut fra den tilgjengelige

dataen (ibid). Følgelig ser vi nettopp hvorfor en kritisk tilnærming er avgjørende. Uansett forhold er det alltid grunnleggende å kritisk vurdere kvaliteten til kilden (ibid). Alle disse nevnte forholdene er godt ivaretatt under vårt arbeid med dokumenter.

## 4.6 Modellering

En modell er et system som avbilder vesentlige egenskaper ved annet system (Gustafsson et al, 1982). Den illustrerer en betraktning av virkeligheten. Modellen vil bare kunne representere virkeligheten i begrenset form siden hensikten bak modellbyggingen styrer dens utforming. Følgelig kan dens validitet kun evalueres i lys av hensikten bak modellen (ibid). Samtidig vil kompleksiteten i modeller variere med deres størrelse og hensikt, og dette vil påvirke hvor detaljert informasjon den har muligheten til å gi (ibid).

Når man utarbeider en modell må man avgjøre dens struktur. Strukturen definerer de ulike delene og variablene som det antas at systemet man modellerer består av. Typisk ser man til to teknikker for strukturering (ibid):

- **Top-down** er en teknikk som tar utgangspunkt i en grov beskrivelse av hele systemet. Deretter deler man opp i relevante deler med økende detaljeringsgrad for hvert nivå. Oppdelingen slutter når man har oppnådd tilstrekkelig ønsket detaljeringsgrad.
- **Bottom-up** tar utgangspunkt i systemets detaljerte deler. Deretter adderer man disse oppover til overordnede deler frem til man har nådd ønsket nivå. En slik detaljert prosess avhenger av at detaljinformasjon er kjent og at systemets relasjoner er synlige.

Under vår prosjektnedbrytning har vi tatt utgangspunkt i det totale prosjektet i et top-down perspektiv. Dette har dog til en hver tid vært gjenstand for diskusjon ut i fra avdekkede detaljerte forhold. På denne måten har vi til en hver tid etterstrebet en realistisk og hensiktsmessig nedbrytning som både belyser prosjektets totalitet og dens mange detaljerte forhold. Vår overordnede PNS av Skien VGS belyser det totale prosjektet i et helhetsperspektiv. Dette gjennom en nedbrytning i delprosjekt, før videre inn i kontrollsenter og soner. Til slutt identifiseres arbeidspakker med tilhørende aktiviteter. Nedbrytning til arbeidspakkenivå følger teoretiske anbefalinger, og skal være tilstrekkelig for å styre et komplekst prosjekts aktiviteter etter Kritisk Linje Metode på en måte som styrker effektiv fremdriftsstyring.

## 4.7 Validitet og reliabilitet

Uavhengig av metodisk tilnærming kommer man ikke utenom en kritisk og helhetlig drøfting og vurdering av undersøkelsesoppleggets gyldighet (validitet) og pålitelighet (reliabilitet). For at forskningen skal være vitenskapelig nyttig og kvalitetssikret bør disse forholdene alltid få kritisk oppmerksomhet. Dette gjøres ved å foreta korrekte metodiske valg underveis i forskningsprosessen samt en nøye gjennomgang av alle relevante forhold (Jacobsen, 2005).

Gyldigheten (validiteten) til undersøkelsen går på hvorvidt vi måler det vi faktisk ønsker å måle, altså relevansen til det vi måler (Jacobsen, 2005). Validitet kan være både *intern* og *ekstern* (ibid). Den interne validiteten sier noe om hvor godt fenomenet er beskrevet, hvor gode konklusjonene er og hvor god datainnsamlingsprosessen har vært (ibid). Den eksterne validiteten omhandler hvorvidt funnene er overførbare til andre situasjoner i tillegg til generaliseringsgrad. Det har dog vært presisert tidligere at målet med et kvalitativt opplegg sjeldent er å generalisere funnene, men heller gi en dypere forståelse av et fenomen (ibid).

Påliteligheten (reliabiliteten) til en undersøkelse går på hvorvidt man kan stole på funnene. Følgelig omhandler reliabiliteten i store grad hvordan undersøkelsene har blitt gjennomført (Jacobsen, 2005). Herunder ser vi avgjørende på samtlige metodiske valg som er foretatt da disse vil påvirke informasjonen vi finner. Jacobsen (2005) påpeker spesielt to effekter som ofte influerer påliteligheten i et kvalitativt undersøkelsesopplegg; *undersøker-* og *kontekst-effekter*. Undersøker-effekter dreier seg om effekten intervjuer har på sine undersøkelsesenheter. Konteksteffekter omhandler omgivelsenes påvirkning av forskningssituasjonen.

Vår prosjektnedbrytning av Skien VGS er basert på eksperters innsikt og grundige dokumentundersøkelser av høyt sitert forskning og litteratur. Informasjonen vil derfor både kunne sies å være gyldig og relevant. Når det er sagt er Skien VGS fortsatt under prosjekteringsstadiet. Følgelig vil informasjonen vi har basert vår forskning på ikke nødvendigvis være endelig. Vi har likevel sett det svært hensiktsmessig å utføre vår forskning basert på nåværende informasjon. Dette da informasjonen både er realistisk og fullstendig nok til å skaffe nyttig og relevant innsikt knyttet til forskningstematikken.

Prinsippene vi har lagt til grunn for nedbrytningen vil kunne være generaliserbare under visse forhold, men selve strukturen er mer unikt tilpasset og vil ikke nødvendigvis kunne

generaliseres. Følgelig har vi forsøkt å beskrive i detalj de ulike delene av nedbrytningen slik at man enklere kan ta stilling til modellen i lys av andre prosjekts karakteristika og hensikt.

Det må også legges til at ved bruk av sekundærlitteratur vil man alltid bære en risiko for mistolket informasjon. Dette har vi dog forsøkt å redusere ved å basere oss på godt sitert og akseptert litteratur. Samtidig vil man gjennom intervju og deltakende observasjon risikere at konteksten og forskningsobjektene man studerer vil kunne bli påvirket. Alle møter og observasjoner under vår forskning har foregått i møterommene hos Multifag, enten fysisk eller via Skype. Dette har gjort at settingen har blitt så naturlig som mulig for alle deltakende. Møtene har fremgått som en del av arbeidsprosessen fremfor som et eget studie. Dette har vært fornuftig da vi også jobber med å komme med teoretiske forslag og utfordringer til gjeldende praksis. Vi har derfor i større grad bidratt i arbeidet fremfor å “arrestere” undersøkelsesobjektene. Det har også vært stilt en rekke oppfølgingsspørsmål under møter og intervjuer for å til en hver tid sikre at alle deltakerne har oppnådd felles forståelse. Har det likevel forelagt uklarheter har vi kontaktet de bestemte undersøkelsesobjektene eller andre relevante eksperter i ettertid for å avklare. Vi har ikke tatt opp samtalene med båndopptak. Dette er fordi vi har sett det som mest hensiktsmessig å la disse arbeidsmøtene flyte så naturlig og upåvirket som mulig. Som observatører har vi begge notert flittig og stilt spørsmål om uklare forhold. Det at utredningsgruppen har vært middels heterogen har også bidratt til at det man diskuterer ofte må forklares og fortelles flere ganger slik at alle forstår poenget. På den måten har vi sikret at informasjonen ikke har blitt mistolket.

## 4.8 Etiske forhold

### 4.8.1 Metodisk

Jacobsen (2005) skriver at siden ingen undersøkelse kan være 100% nøytral bør det settes store krav til åpenhet i all vitenskapelig forskning. Kun ved at forskere nøye beskriver deres fremgangsmåte og valg kan andre få innsyn i prosessen og følgelig oversikt over forhold som *ikke* er avdekket av forskningen (ibid). Åpenhet i forskningen bør således være en etisk forutsetning og noe alle bør etterstrebe. Dette muliggjør videre testing og full diskusjon rundt resultater som kan få mye å si for en rekke samfunnsmessige forhold. Følgelig har vi hensyntatt disse forhold i vår avhandling.

Samtidig er det kontekstuelle svært viktig. Når vi legger til grunn en systemteoretisk tilnærming er det viktig å belyse tilhørende etiske betraktninger. I lys av system er det avgjørende at alle systemets deler og aktiviteter forstås med hensyn på helheten (Lundequist, 1995). Samme gjelder også forskningen knyttet system. Det er grunnleggende at all innhentet data er knyttet dens kontekstuelle opphav i tillegg til dens plass i helheten.

#### 4.8.2 Sensitiv informasjon og bruk av mennesker

Jacobsen (2005) påstår at nesten alle samfunnsvitenskapelige undersøkelser involverer studiet av mennesker. Menneskers tanker, handlinger og atferd analyseres til stadighet for å kunne si noe om kompleks tematikk og vanskelige problemstillinger. Følgelig er det derfor viktig at man som forsker må opptre etisk når man “invaderer” livene til de som undersøkes (ibid). Det gjelder både deres private (familie, venner, atferd osv.) og offentlige (jobb osv.) forhold. Både før og underveis i prosessen må man være klar over de gjeldende etiske dilemmaene. Først da kan man gjøre korrekte vurderinger og valg (ibid). Jacobsen (2005) trekker frem spesielt tre etiske forhold knyttet bruk av mennesker i undersøkelsen:

1. *Informert samtykke*
2. *Krav til privatliv*
3. *Krav til riktig presentasjon av data*

**Informert samtykke** betyr at de menneskene som er med i undersøkelsen deltar av frivillighet uten noen form for press. De skal også motta god informasjon rundt mulige fordeler og ulemper ved deltakelse i tillegg til undersøkelsens hensikt. Dette bør forstås før det fattes beslutning om deltakelse.

**Krav til privatliv** går dypere enn kravet til frivillighet. Jacobsen (2005) nevner spesifikt tre elementer som bør vurderes. Den første er *følsomheten* knyttet informasjonen man mottar og den andre omhandler hvor *privat* informasjonen er. Sist snakker han om hvor lett det er for utenforstående å *gjenkjenne* enheten basert på informasjonen. Slike vurderinger vil baseres på skjønn. Man bør følgelig alltid forhøre seg med hva den man undersøker anser som følsomt. Man bør videre vurdere om noe av informasjonen skal anonymiseres. Dette slik at utenforstående ikke skal klare å gjenkjenne hvem informasjonen har kommet fra. Disse momentene blir desto viktigere i kvalitative undersøkelser grunnet mindre utvalg og mer unike svar.

**Krav til riktig presentasjon av data** går ut på at informasjonen som benyttes skal være fullstendig (så langt det lar seg gjøre). Samtidig må den være riktig presentert i forhold til konteksten det ble samlet inn. Sitater kan miste eller få en helt annen betydning hvis den tolkes utenfor kontekst. Det er like viktig for undersøkeren som for undersøkelsesenheten at informasjonen blir anvendt korrekt. Man må aldri tukle med data, noe som både er etisk forkastelig og i strid med alle forskningsmessige prinsipper (Jacobsen, 2005). Den beste og viktigste garantien man som forsker kan gi leserne ligger i full åpenhet rundt metodikk, forutsetninger, valg, gjennomføring og behandling av data for å nevne noe. Dette åpner for at andre kan gjennomføre liknende undersøkelser for å se om konklusjonen blir lik. Her ligger en bakside ved kvalitative undersøkelser. Det kan være vanskelig å replisere de grunnet forskningens naturlige avgrensning av tid og rom.

Disse etiske forholdene er forsøkt etterlevd gjennom en åpen og klar tilstedeværelse i prosjektet. Vår hensikt har aldri vært skjult. Alle intervjuobjekter har blitt tilbudt anonymitet. Alle deltakerne har også på forhånd godtatt vår tilstedeværelse i prosjektet.

# 5.0 Empiri og analyse

I dette kapitlet vil vi presentere empiri og data hentet gjennom vår systemanalyse med tilhørende informasjon om Skien VGS. Empiri og data er flettet inn i en helhetlig analytisk diskusjon knyttet til vår problemstilling. Vi vil i det følgende ta for oss beskrivelsen av en overordnet prosjektnedbrytningsstruktur (PNS, erstatter WBS fra teorien) for byggingen av Skien VGS med hensikten av å muliggjøre effektiv fremdriftsstyring etter Kritisk Linje Metode (KLM). Dette beskrevet i et helhetsperspektiv.

I første del vil vi gå nærmere inn på de mer case-spesifikke forhold som vil påvirke visse valg knyttet til en PNS. I de videre delene vil vi beskrive selve nedbrytningen av Skien VGS og prosjektstyring etter denne. Den første delen vil være preget av mye prosjektspesifikk empiri, men dette vil hele tiden forsøkes knyttet og analysert i lys av vårt forskningsspørsmål og vår modellering. Den andre delen vil i større grad utgjøre en analyse av vår data i lys av denne oppgavens teoretiske bakgrunn og problemstilling. Denne dataen er i hovedsak hentet fra prosjektets utredningsmøter for utarbeidelse av L-2.22 hovedfremdriftsplan for Skien VGS. En nærmere oversikt over de ulike informantene står nærmere forklart i kapittel 2.

## 5.1 Grunnlaget for utvikling av en PNS

En rekke prosjektspesifikke forhold og empiri ligger typisk til grunn for valg knyttet til en PNS. Vi vil i det følgende trekke frem disse:

1. *Arbeidsomfang*
2. *Prioritering av kostnad, tid og kvalitet (omfang)*
3. *Gjennomføringsmodell og prosjektkarakteristika*

Samtidig har vi med denne oppgaven hensikt med å beskrive en PNS som muliggjør en effektiv fremdriftsstyring etter KLM. Herunder vil følgende forhold gjøre seg gjeldende:

4. *Systemoptimalisering*
5. *Styringsoptimalisering*
6. *Lean Construction*
7. *Kritisk linje metode*
8. *“Kræsjing”*



### 5.1.1 Arbeidsomfang for Skien VGS

Skien VGS sin PNS vil nødvendigvis være tilpasset kravene og spesifisering fra prosjekteier, byggets egenskaper og tekniske forhold i tillegg til prosjektets arbeidsomfang.

#### **Prosjektmål**

Som skrevet innledningsvis i kapittel 2 har Telemark Fylkeskommune vektlagt at skolen skal være *fremtidsrettet, transparent, åpen og inkluderende*. I tillegg skal den være et sertifisert *miljøfyrtårn* med *bærekraftige energiløsninger*. En rekke større effektmål gjør seg gjeldende. Det er også mål om å sikre byggets kvalitet med fokus på lave livsløpskostnader (drift, vedlikehold, avhending, gjenbruk etc.) gjennom en nyere totalentreprisemodell som er kvalitetsfokusert og samspillsorientert, dernest valget av *Lyngdalsmodellen*. Modellen har også fokus på tidseffektivitet i gjennomføringen, noe som passer prosjektets art og krav godt.

#### **Tekniske forhold**

Mer teknisk skal skolen romme 1150 elever og 160 ansatte med muligheter for å utvide til 1500. I tillegg til skolens studiespesialiserende linjer innenfor språk, samfunnsfag og realfag må skolen også inneha nødvendige egenskaper for å sikre kvalitetspregede linjer innenfor musikk, dans og drama (MDD) i tillegg til service og samferdsel. MDD er lokalisert i Fløy D. Multifag anerkjenner at Fløy D har de største fagtekniske utfordringene.

Link Arkitektur og de andre aktørene har i store trekk planlagt bygget etter “passiv-hus”-standard. “Passiv-hus” innebærer bla. strenge krav til bruk av energi. Dette får konsekvenser for valg av LED belysning i tillegg til utbredt styring av både lys, ventilasjon og annet utstyr, isolasjon, vindusarealer m.m.

#### **Byggemessige forhold**

Tomten ligger på Klosterøya og utgjør ca. 23 DA. Tomten avgrensnes fysisk av Porsgrunnselva både nord og øst for bygget. I vest avgrensnes tomten av hovedveien inn og ut av Skien, og i sør av lokalene til Stamina Treningssenter og nye Teater Ibsen. For å utnytte tomten best mulig iht. prosjektets mål er det besluttet å bygge i høyden i 4 ulike fløyer med opp til 5 etasjer. Fløy D skal kunne være åpen også på kveldstid og inneha bla. byggets største auditorium for diverse forestillinger, lydtekniske rom og en stor flerbrukshall. De andre fløyene bærer preg av rom for studier, læring og administrasjon.

Skanska kommenterer at tomten har visse utfordringer for logistikk i råbyggfasen mtp. tilkomst av kraner og større lastebiler. Dette legger føringer for prioriteringsrekkefølgen mellom de ulike delprosjektene. Byggetiden som er avsatt for prosjektet kommenteres også av både Skanska og Multifag til å være kort. Slik de ser det er dette den største utfordringen i prosjektet. Sånn vi ser det styrker disse nevnte forholdene behovet for en tidlig og omfattende planlegging i tillegg til en sterk fremdriftsstyring etter KLM.

### **Kundekrav**

Skien kommune (sted for bygging) og Telemarks fylkeskommune (kunde) er de offentlige interessentene i prosjektet. I dokumentet for prekvalifisering står det at *detaljprosjektering og bygging skal foregå ... under løpende kommunikasjon med brukerne og eier under detaljprosjekteringen og utstyrsanskaffelsene*. Involverende planlegging og oppfølging fra Lean-filosofien gjør seg gjeldene. På samme måte gjelder anvendelsen av Lyngdalsmodellen som også tar hensyn til dette.

### **Milepæler**

Det fremkom tidlig en enighet i utredningsgruppa om at gode milepæler er essensielt for effektiv og god fremdriftsstyring. Milepæler skal gi noe konkret og realistisk å styre mot innenfor et bestemt tidsrom. Det kan være demotiverende å styre mot en sluttdato alene. Milepæler setter fokus og press på delmål avgjørende for at det totale prosjektet kan ferdigstilles innenfor den bestemte tidsrammen. En milepæl kan forøvrig inneholde flere delleveranser. Ved en forsinkelse i en del-leveranse kan man undersøke mulige tiltak for å opprettholde milepælen.

#### Foreløpig utarbeidede milepæler pr. 01.05.16:

Forprosjekt m. målsum ferdigstilt og levert	15.06.16
Kontrakt del 2 for detaljprosjekt og utførelse	15.08.16
Leveranse	01.07.18

Det er en rekke andre milepæler i prosjektet som enda ikke er fastsatt. Spesielt blir milepæler knyttet når man kan starte med innvendig arbeid viktig for prosjektgjennomføringen.

### 5.1.2 Prioritering av kostnad, tid og kvalitet (omfang) for Skien VGS

Skien VGS er besluttet å skulle være klar til skolestart August 2018. En forsinkelse utover denne fristen vil være både kostnadsmessig og praktisk utfordrende. Prosjektet vil i sin helhet være organisert og fokusert for å levere til denne fristen.

Kvalitet i utføring og i selve bygget ble argumentert av Telemarks Fylkeskommune som en forutsetning for en funksjonell skole. Valgt gjennomføringsmodell er bla. valgt på bakgrunn av dette. Dette kommer frem i dokumentet for prosjektets prekvalifiseringsgrunnlag. I tillegg støttes dette også av at skolen har sterke og tradisjonsrike linjer innenfor tidligere nevnte kunstfag som krever høy standard ift. bla lyd i tillegg til kostbart utstyr. I tillegg vil et fokus på skolen som et bærekraftig *miljøfyrtårn* også styrke dette.

Kostnadsmessig er det definert en ramme på 618 millioner i prosjektets anbud. Rammen innehar noe slingringsmonn etter valg av endelige løsninger ift. hva som skal være en del av bygget og hva som skal leies. Det fremgikk av dokumentet for prekvalifisering at et hovedfokus for det nye skolebygget var å minimere livsløpskostnader. Dette legger indirekte føringer for at investeringskostnader på kort sikt kan kompenseres med en større reduksjon av kostnader på lenger sikt. I skille mellom investeringskostnader (nå) og livsløpskostnader (senere) bør en kvalifisert kost/nytte vurdering foretas. Dette støttes av kommunens prosjektleder som forklarte at et slik perspektiv tidlig har vært lagt til grunn av den samlede prosjektorganisasjonen. Dette gir følgende matrise:

	Kostnader	Tid	Omfang/Kvalitet
Fast			★
Optimalisere		★	
Slakk	★		

Modell 1 - Tidlig prioriteringsmatrise for prosjektet

Likevel har man i nyere tid møtt på utfordringer fra politikerne som gjerne vil holde seg til den tidlige rammen på 618 millioner. Budsjettet blir først avgjort og godkjent i Juni-16 basert på endelig forprosjekt med målsum. Dette vil kunne forandre på prioriteringene, og

kommunens prosjektleder kommenterte at dette sannsynligvis ville plassere kostnader som første prioritet etterfulgt av tid. Kvalitet vil da komme i siste rekke:

	Kostnader	Tid	Omfang/Kvalitet
Fast	★		
Optimalisere		★	
Slakk			★

Modell 2 - Mulig prioriteringsmatrise for prosjektet

Avslutningsvis er det viktig å påpeke at det kan være en rekke interessekonflikter i et slikt prosjekt. De ulike aktørene vil kunne ha ulike prioriteringer knyttet agent-prinsippal problematikk. Prosjekteier vil naturlig ønske så høy kvalitet som mulig mot så liten kostnad som mulig. Skanska, som både totalentreprenør og mulig opsjonseier, vil oppleve incentiver fra både eier- og leverandørposisjon. Multifag, Skanskas totalleverandør av tekniske fag, vil på sin side ønske så stor margin som mulig. Det samme vil gjelde for alle andre underentreprenører. Slike motstridene interesser bør forsøkes nøytraliseres gjennom et vederlagsprinsipp og en samarbeidsform som trekker alle sammen mot prosjekteiers hovedmål. Dette ble også anerkjent av Skanska. En hensiktsmessig PNS må også hensynte dette. I tillegg vil prioriteringsmatrisen påvirke hvilke perspektiv man legger til grunn når man “leser” modellen og attributter man vektlegger.

### 5.1.3 Gjennomføringsmodellen for Skien VGS

Valgt gjennomføringsmodell for prosjektet er som nevnt *Lyngdalsmodellen*. I det følgende vil vi gå nærmere inn på ulike underliggende forhold.

#### Mål

Mål er beskrevet i 5.1.1.

#### Rammebetingelser

Skien kommunes reguleringsplan vil i tillegg til andre offentlige lover, forskrifter og standarder utgjøre de klareste *eksterne* rammene for nybyggingen. Disse legger klare føringer

for hva som kan bygges på den aktuelle tomten i tillegg til hvordan. Andre rammebetingelser følger av avtalen mellom Skanska og Telemarks Fylkeskommune og andre interessenter som feks. Norges Handicapforbund. Uteområdet for skolen har visse begrensninger. Kommunen har besluttet å bygge en bro med landingspunkt på tomten. I tillegg ønsker kommunen at uteområdet skal oppfattes som en park.

I tillegg følger interne rammebetingelser som bla. kompetansen og gjennomføringsevnen til de ulike prosjektaktørene som kontraheres. Som nevnt er tidsrommet for bygging relativt kort. Dermed vil det foreligge et tidspress i byggefasen. Dette setter høyere krav til utførende.

### **Prosjektkarakteristika**

#### *Størrelse:*

Pr. 1. Juni har prosjektet en kostnadsramme på 618 millioner. Byggets størrelse er planlagt til 17 967,78 m<sup>2</sup> pr. 01.05.16. Det vil i hovedsak bestå av 3 sammenflettede fløyer med alt fra 3-5 etasjer. For tilstrekkelig oversikt over arbeidet som gjøres faller det naturlig å dekomponere bygget i ulike fløyer for deretter å dele opp i etasjer.

#### *Usikkerhet:*

Pr. 01.05.16 er det størst usikkerhet knyttet til prosjektets estimerte kostnadsramme som fort vil kunne avvike fra veiledende budsjett på 618 millioner. Dette knyttes flere forhold som var uklare ved tidspunktet for budsjettbeslutning. Spesielt usikkerhet rundt om man skulle leie eller eie (del av bygget) visse funksjoner. Plantegninger er dog på plass og man har kommet godt på vei i BIM (Bygningsinformasjonsmodell i 3D) med hvordan de ulike tekniske føringene går i bygget. Usikkerheten omhandler behovet for økte investeringskostnader. Her kommer også målet om lavere livsløpskostnader, noe som er godt ivaretatt i den nåværende løsningen. En annen grunn til at man har økte kostnader henger sammen med nye og mer avanserte tekniske krav som man ikke var gjeldende da anbudet ble levert ut. I Juni-16 skal forprosjekt med målsum opp til ny vurdering i Fylkeskommunen. Det vil da bli vedtatt om investeringsbehovet godkjennes eller om det må skortes på kvalitet i leveransen.

I tillegg foreligger det noe usikkerhet rundt tidsfristen for levering 01.07.18. Dette kommer av det nevnte presset på byggetid. Samtidig gjør usikkerheten rundt kostnad og kvalitet at detaljprosjekteringen og byggingen kan bli forsinket. Dette da Telemark Fylkeskommune kan behøve nye utredninger og diskusjoner før godkjenning av forprosjekt med målsum. Følgelig

vil inngåelse av kontrakt del 2, detaljprosjekt og bygging bli forsinket. Skanska har kommentert at 01.08.16 er absolutt siste frist for start av detaljprosjekteringen. En forsinkelse her vil forsinke leveringsdato. Samtidig vil uklarheten rundt hvem som skal drifte bygget gjøre tidsestimatene for opplæring og drift usikre. Dette skaper usikkerhet for hovedfremdriftsplanen i forprosjektet som allerede lider under tidspress.

#### *Unikhet:*

Rent byggemessig (betong og tømmer) har Skanska kommentert at det først og fremst er “mye bygg på kort tid” som er mest utfordrende for prosjektet som helhet. Dette støttes som nevnt av Multifag. Rent funksjonelt vil bygget dog være tilpasset skolens særegne behov i form av ulike funksjoner i tillegg til egenskaper og forhold ved tomten. Samtidig skiller skolebygget seg godt fra mange andre skolebygg ved å bla. ha et utstrakt fokus på kunstlinjer som musikk, dans og drama. Disse linjene krever en rekke rom av bla. spesielt høy lyd kvalitet. Således vil Skien VGS være et komplekst bygg spesielt tilpasset skolens funksjoner. Dette vil kunne gi større krav til teknisk leverandør. Samtidig skal skolen bygges på en måte som muliggjør at en stor del av den kan være åpen for annen aktivitet også på kveldstid. Alternative bruksmåter finnes, men størsteparten av bygget bærer sterke bånd til en utdanningsinstitusjon. Det argumenteres følgelig at bygget vil være rimelig unikt i forhold til dets funksjoner. Samtidig kommenterer Multifag at det utførelsen vil være relativt ukomplisert. Dette fordi man i stor grad kan bruke standarder og erfaringer fra tidligere.

#### *Frekvens:*

Byggingen av Skien VGS vil kunne føre til en rekke erfaringer som lar seg overføre til andre byggverk, bla. oppgaver knyttet undervisningsrom, flerbrukshall og auditorium. Samtidig vil man kunne lære mye om metoder for effektiv samhandling og produksjon. På samme måte kan man trekke inn en rekke liknende erfaringer fra tidligere for å utføre dette prosjektet.

#### **Vederlagsform**

Det er tre hovedaktører i dette prosjektet. Telemark Fylkeskommune (TFK) er prosjekteier. Skanska er planlagt kontrahert som en totalentreprenør med opsjonsmuligheter etter *Lyngdalsmodellen*, og har tilhørende spesialsydd kontrakter. Skanska står for betong og tømmer selv, og har kontrahert Multifag som totalleverandør av de tekniske fagene etter NS 8417. Sammen med prosjektets fagrådgivere og brukerne utgjør dette prosjektets samspill-

allianse. Det er pr. nå en intensjonsavtale på plass mellom alliansen og TFK. Begge parter kan likevel trekke seg fra denne hvis man ikke klarer å finne en omforent målsum.

Både Skanska og prosjekterende har felles incentiver for å levere iht. byggherres ønske og målsum. Dette da både fortjeneste og tap deles etter en forutbestemt fordelingsnøkkel i tillegg til at vederlagsformen underveis i prosjektet er planlagt basert på dokumenterbar selvkost med fastlagte påslag. Det er med andre ord ikke underveis i prosjektet man tjener de store pengene. Disse er knyttet til endelig prosjektgjennomføring ift. planen.

Skanska har også mulighet for opsjoner i bygget etter *Lyngdalsmodellen*. Multifag er planlagt å stå kontraktmessig ansvarlig for drift de første 6 mnd. etter levering. Følgelig finnes incentiver for alle deltakerne til å effektivt levere etter prosjekteiers krav.

### **Entrepriseform og kontraktstype**

*Lyngdalsmodellen* har ingen klar entrepriseform. Den spiller på en kombinasjonen mellom OPS, partnering og totalentreprise. Hensikten er å tvinge totalentreprenøren til å ha et tett samarbeid med prosjekteier og brukere. Man ønsker å trekke ut det beste fra ulike tradisjonelle entrepriseformer. Dette slik at alle involverte skal ha et tett samspill for å kunne hente ut den beste informasjonen. *Lyngdalsmodellen* legger til rette for at finansiering og drift kan inngå som del av tilbudet fra totalentreprenøren. Levetidskostnadene får følgelig større betydning også for totalentreprenøren. Det stilles også flere krav fra ulike interessenter, samt at det i større grad er nødvendig med samarbeid og tillit for å nå målene. Prinsipielt bør ikke entrepriseformen ha direkte påvirkning på valg for effektiv fremdriftsstyring. Entrepriseformen legger likevel føringer for logiske avveininger knyttet PNS og organisering av prosjektet. Samtidig vil en gjennomføringsmodell som fokuserer på detaljeringsgrad, brukerinvolvering og samspill enklere legge til rette for effektiv fremdriftsstyring slik vi diskuterer det. *Lyngdalsmodellen* har en filosofi som harmonerer godt med den tilnærmingen som trengs for en god PNS for styring etter KLM og realisering av effektiv fremdriftsstyring. Tidlig kontrahering av sentrale aktører, samspill mellom brukere, eier og entreprenør i tillegg til et fokus på livsløpskostnader gjør seg alle gjeldende. Gjennom vår deltakelse i forprosjektet har vi sett eksempler på dette samspillet med bla. Fylkeskommunens prosjektleder, prosjekteringsleder og prosjektleder fra Skanska, prosjektleder fra Multifag og andre engasjerte konsulenter. Vår oppfattelse er at alle parter har kommet sterkere ut av et slikt type samarbeid med en økt helhetsforståelse og bredere beslutningsgrunnlag.

Skanska og Multifag dekker mange av fagene og vil utføre mye av arbeidet selv. Man er likevel også avhengig av å kontrahere en rekke andre underleverandører. Vi ser derfor viktigheten av en god nedbrytningsstruktur for å identifisere hva som er nødvendig av arbeid. Dette med hensyn på bla. både kompetanse og kapasitet. Dette blir igjen grunnlaget for ulike kontraktspakker. Vår modell vil legge til rette for en nedbrytningsstruktur som muliggjør bruk av KLM for effektiv fremdriftsstyring. Vi vil følgelig fokusere på å treffe et nødvendig detaljnivå. Dette bør i utgangspunktet være uavhengig av entreprisform. Man bør etterstrebe de samme prinsippene selv i prosjekt hvor totalentreprenøren står helt alene uten byggherrestyrte sideentrepriser.

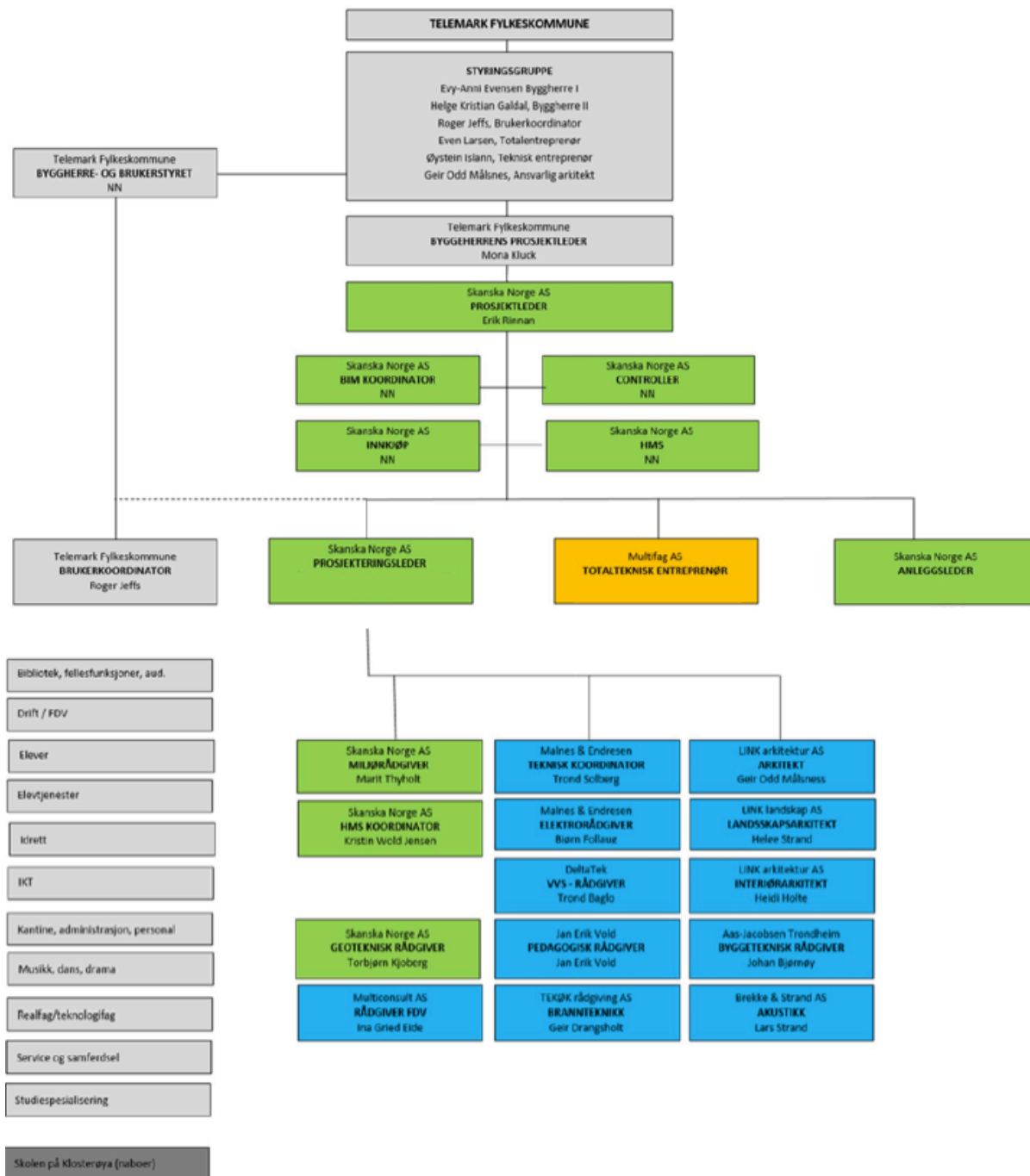
En god PNS skal gi et tilstrekkelig grunnlag for å helt konkret si til underleverandørene hva som er nødvendig av kapasitetsbehov. Underleverandørene vil følgelig befinne seg i en bedre posisjon. De kan på bakgrunn av denne kunnskapen estimere kostnader, tidsforbruk og ressursbehov. Vi mener også at et detaljert grunnlag for kontrahering skaper en større eierfølelse hos underleverandørene. Incentivet til å levere i tråd med prosjektets krav styrkes. Eilertsen har vært med i prosjekt hvor det benyttes kontrakter som holder den leverandøren som forsinker økonomisk ansvarlig. Slike konsekvenser er noe alle forstår.

Både Eilertsen og Meland er enige i at man bør etterstrebe det samme målet om effektiv fremdriftsstyring uavhengig av entreprisform og kontraktstype. Skanska på sin side kommenterte at flere av standardene de pleier å bruke som totalentreprise ivaretar spesielle elementer rundt kontrahering som gjør den nevnte detaljeringsgraden mindre relevant. Det kan forøvrig tenkes at Skanska kan vegre seg for å gå 100% inn i detaljplanlegging i forprosjektet når det ikke enda er sikkert at de kontraheres for detaljprosjektering og utførelse. Det fremkommer uansett klart at man vil påvirkes av entreprisform når man i praksis utformer en PNS og forholdene rundt.

### **Organisasjonsform**

Hvordan et prosjekt organiseres påvirker bla. ansvar og kommunikasjon. Under følger organisasjonskartet til prosjektet Skien VGS.





Bilde 2 - Organisasjonskart for prosjektet Skien VGS

Lyngdalsmodellen bygger på kontraktmatrise. Skanska planlegger også å benytte ansvarsmatriser for dette prosjektet. Organiseringen inneholder ulike fagansvarlige med tilhørende definerte roller, titler og ansvar.

Ofte vil det å tilstrebe en organisk organisasjonen under prosjekteringen av prosjekt være nyttig. Dette åpner opp for flere ideer og et bredere og dypere beslutningsgrunnlag. Samtidig

vil det kunne være mer fornuftig og ha en mer mekanisk gjennomføring slik at man effektivt kan utføre arbeidet som skal til innenfor tydelige frister og krav. Dette har vi tatt høyde for i vår modell som har vektlagt nettopp prosjekteringsfasen som en grunnstein for en vellykket fortsettelse.

#### 5.1.4 Systemoptimalisering

Et hensiktsmessig system inkluderer alle relevante forhold på en ryddig og effektiv måte. Samtidig vil alt støy som ikke trenger å være en del av systemet fjernes. Dette er en naturlig og logisk forståelse av et hensiktsmessig system. Vi har i denne avhandlingen trukket frem kjerneteorier som Lean, Theory of constraints (TOC) og systemteori for å få en bedre forståelse av hvordan man kan effektivisere og optimalisere system. For vår utvikling av en PNS for Skien VGS har vi tatt høyde for en rekke momenter fra disse teoriene.

Verdiskapning i lys av kundens kjernebehov og en tilrettelegging for dette er gjennomgående i alle teorier og sentralt i *Lyngdalsmodellen*. Et vellykket system bør altså separere ut alle elementer som ikke er med på å skape kjerneverdi for kunden. Dette går også under et annet mer generelt moment, nemlig systemets kompleksitet. Iflg. systemteori bør denne reduseres så mye som mulig. Dette omhandler bla. antall elementer som inkluderes i systemet, antall relasjoner mellom de ulike elementene, systemets grenser osv. Dette handler om flyt og klarhet i systemet. Følgende går klart igjen i Lean og TOC. Det handler om å redusere så mye *søppel* som mulig og fokusere rundt det som er verdiskapende. TOC bringer enda et moment på banen da fokuset rettes mot den kritiske delen av systemet. Denne får alltid hovedfokuset og systemet formes deretter. Alle teorier legger også stor vekt på at et vellykket system krever en dynamikk av kontinuerlig oppfølging da ting kan endre seg raskt. Et siste moment som har fått betydning for vår PNS er viktigheten av den nevnte klarheten for å synliggjøre ansvar og ulike roller. Dette vil bla. fremme eierskap, gjennomføringsevne, samarbeid og helhetsforståelse.

Mer praktisk ønsker vi å fremheve sammenslåingen av WBS, OBS og CBS. Dette styrker nevnte ansvarsforhold og eierskap til ulike oppgaver. Samtidig gir det en ryddig og klar fremstilling og sammenkopling av prosjektoppgaver, prosjektorganisasjonen og kostnads-senter. Dette systemet styrker effektiv kommunikasjon og raskere responstid og samhandling mellom klare og separerte ansvarsområder.

### 5.1.5 Styringsoptimalisering

“Alt handler om planlegging og kommunikasjon”

- *Prosjektdeltaker Multifag*

Det er viktig for effektiv fremdrift at både ledelse og styring blir forent. I tillegg må det være en helhet i hvordan man utøver dette. Det blir derfor viktig å rette fokus mot alle ledelsesområdene i et prosjekt for deretter å finne en metode for å gjennomføre styringen og prosjektet på en optimalisert og effektiv måte. En hensiktsmessig tilnærming og et verktøy vi har trukket frem i denne oppgaven er styringssløyfa. Styringssløyfa legger vekt på mål, planlegging, oppfølging og korrigerende tiltak som sentrale moment, og illustrerer tydelig den dynamiske naturen i enhver prosjektgjennomføring.

Følgelig vil modellen vi skal konstruere og optimalisere måtte muliggjøre en detaljert og tidlig planlegging for effektiv fremdrift. En ser derfor viktigheten av å ha én samlet plan som er dekkende for både ledelses- og styringshensikter. Det må stå sentralt i en slik modell at all ledelse og styring sentreres rundt en felles plan. Dette slik at denne kan være gjenstand for effektivisering og optimalisering. Det blir gjennom en gjennomtenkt PNS mulig å hente ut den nødvendige og viktige informasjonen for KLM og følgelig effektiv styring. Samtidig fremstår dynamikken mellom modellens relasjoner og egenskaper som viktig. Som nevnt under 5.1.1 gjør behovet for en struktur som muliggjør kontinuerlig forbedring seg også gjeldende her.

Bemanning er et tema som gikk igjen i utredningsmøtene for fremdriftsstyring. Det ble fremstilt at alle aktører ønsker en forutsigbar og relativt jevn bemanning fordi det er ressurs- og tidkrevende og måtte trekke arbeidskraft ut og inn i prosjekt. I så tilfelle må de ulike arbeiderne kaste bort tid på å bli kjent på nytt med bygget, status og de andre fagarbeiderne. Det kom frem at man heller ønsker å tilstrebe en “normalfordelt” bemanning med rask opptrapping til topp bemanning før en gradvis nedtrapping ettersom prosjektet ferdigstilles. I lys av tidligere nevnte systemteori fremkommer dette også hensiktsmessig da man holder elementene og relasjonene i systemet mer varig slik at synergier kan oppstå. Alt dette synliggjør behovet for detaljering slik at nevnte forhold lar seg planlegge.

### 5.1.6 Lean Construction

Lean Construction er som nevnt en videreførelse av Lean og linjeproduksjon til byggebransjens mer kompliserte og unike engangsoppgaver. Som beskrevet tidligere har Lean Construction utviklet en rekke verktøy og praksiser som har blitt svært populære. Disse er utviklet med den hensikt å bla. sikre nettopp mer effektiv fremdriftsstyring av byggeprosjekt.

Overordnet handler Lean Construction mye om samspill. Involverende planlegging (IP) er et eksempel på dette og en grunnpilar i *Lyngdalsmodellen*. I tillegg utgjør dette et viktig element i prosessen for å sikre effektiv fremdriftsstyring. Formålet er å redusere tapt tid, risiko og skape flyt i produksjonen. For å realisere dette skal alle delta aktivt i planleggingen av egen hverdag. Dette vil naturlig øke eierskap, ansvarsfølelse og samtidig sikre at menneskene med størst forutsetning for å sitte på den mest korrekte informasjonen blir hørt. Flyt, samspill (formelt og uformelt) samt reduksjon av tid og risiko er alle nøkkelord. Involverende planlegging fra Lean er følgelig hensyntatt i dette prosjektets prosjektering og fremdriftsstyring gjennom *Lyngdalsmodellen*. Fremdriftsansvarlig for Skanska trekker frem at en “plan-kultur” i prosjektorganisasjonen må på plass fra første dag. Dette anser han som essensielt for effektiv fremdriftsstyring. Samtidig holder han involvering fra alle deltakere og kunde høyt, og vektlegger behovet for at prosjektet blir et “allemannseie”. Skanska inviterer følgelig alle berørte prosjektdeltakere under sin planleggingsprosess for å sikre helhetsforståelse, felles ansvars- og eieforhold i tillegg til å planlegge aktiviteter. Deretter følger en helhetlig implementering av disse. Disse forholdene må ivaretas av en PNS som skal sikre dette.

The Last Planner System (LPS) er et annet element av Lean Construction. Den har et overordnet fokus på å arbeide etter et system for detaljert korttidsplanlegging på laveste nivå. Dette skal sikre færre feil fordi det planlegges tettere opp mot faktisk arbeid av de som faktisk har forutsetninger for å vite best hva som trengs av tid og ressurser. Dette øker mulighetene for realistiske anslag. LPS fokuserer på at det som *BURDE* gjøres både *KAN* gjøres og *SKAL* gjøres. Samtidig har vi fokuset på “sunne aktiviteter”. Dette slik at man til enhver tid har oversikt over de ulike forholdene som må være på plass før en aktivitet kan starte og utføres knirkefritt. Skanskas fremdriftsansvarlige kommenter at det noen ganger blir utfordringer knyttet “ærlig” planlegging, da man *tror* ting er OK og kjører på uten å være sikker. Et inkluderende system som argumenteres for i denne avhandlingen står og faller på

ærlighet. Dette er noe som bør forsøkes å sikres gjennom bla. en samarbeidende ånd og med hensiktsmessige incentiver. Alle vinner vs. alle taper. Dette må skje *tidlig* i prosjektprosessen.

LPS og “sunne aktiviteter” baseres begge på menneskelig dømmekraft, og følgelig har man også sett behovet for å kontrollere fremdriften etter Prosent Planlagt Utført (PPU). Her kan man lære fremdriftsstatus og i hvilke område evt. feil ligger. Disse verktøyene kan alle være nyttige med tanke på å sikre effektiv fremdriftsstyring i prosjektet med fokus på å redusere “produksjonstiden”. Følgelig vil man i en PNS for effektiv fremdriftsstyring ha dette i bakhode for å sikre at de ulike nivåene blir ivaretatt for nødvendig kommunikasjonsflyt og tilstrekkelig påvirkningskraft. Skanska anvender typisk alle disse verktøyene i sine byggeprosjekt for forståelse, eierskap og involvering på tvers av alle nivå.

### 5.1.7 Kritisk Linje Metode

Kritisk linje metode (KLM) har vært diskutert i en rekke ulike sammenhenger gjennom denne oppgaven. Metoden og dens tilnærming får stor påvirkning for vår PNS og tilhørende perspektiver. Dette fremkommer selvfølgelig også av vårt forskningstema og vår problemstilling. Fokuset på KLM begrunnes av at det fremstår som det eneste reelle alternativet for effektiv fremdriftsstyring av prosjekt. Dette støttes av Meland og Eilertsen. For å oppnå god fremdrift er det avgjørende at man har forståelse for aktivitetenes avhengigheter og den kritiske veien i prosjektet. Den kritiske veien er som nevnt tidligere styrende for når prosjekt kan ferdigstilles. Hvis man vet hva som er den kritiske veien i prosjektet kan man styre deretter, og til enhver tid ha en formening om hvordan man ligger an ift. sluttdato. Nettverksplanlegging er verktøyet som sammen med KLM gir oss den kritiske veien og som gir oss grunnlag for styring. Sammen med en visualisering ved bruk av Gantt-diagram har man gode forutsetninger for både effektiv styring og klarere kommunikasjon.

For å gjennomføre nettverksberegning etter kritisk linje metode i et AOA-nettverk er man helt avhengig av å kjenne til hvilke aktiviteter som inngår, hvilke avhengigheter det er mellom aktivitetene og aktivitetenes varighet. I en PNS øker detaljeringen for hvert nivå. Det blir følgelig viktig å hensynta dette. Får å få frem den ønskede detaljinformasjonen har vi i 3.5.4 diskutert bruken av KTR-skjema som tilfredsstillende en rekke avgjørende forhold for styring etter KLM og effektiv fremdriftsstyring. Det finnes dog andre liknende fremgangsmåter. Skanska benytter programmet BIM (Bygningsinformasjonsmodell i 3D) for å hente ut mengdeinformasjon som de videre bruker til kalkyler.

KTR-skjema utarbeides på arbeidspakke nivå for å få frem en 1-til-1 sammenheng mellom fremdrift og kostnad. Dette i tillegg til å tydelig avdekke alle relasjonene mellom aktivitetene. Følgelig kan det skapes eierskap til det som skal utføres og innholdet blir entreprenørens binding til fremdriftsplanen. I tillegg forstår man bedre sin plass i helheten. Det blir derfor naturlig at vår PNS reflekterer dette ved å ha en logisk oppdeling av prosjektet i bestemte nivåer. Dette muliggjør en optimal definering av arbeidspakker og deres aktiviteter. Ved tilstrekkelig detaljeringsgrad får man som nevnt frem aktivitetenes rekkefølgerelasjon. Prosjektleder for Multifag understrekte at mangelen på dette ofte skaper fremdriftsproblemer.

Når man har opparbeidet seg tilstrekkelig informasjonen og bearbeidet denne ved bruk av nettverk og KLM, vil man ha definert en god plan for fremdriftsstyring. Planlegging er et sentralt moment i styringssløyfa. Noe som anses like viktig er *hvordan* dette brukes underveis i prosjektet. Kontinuerlig oppfølging ved re-planlegging og iverksetting av tiltak er viktig for at den kritiske veien hele tiden blir ivaretatt, og at det da fanges opp hvis den endrer seg. Viktigheten av å få frem avvik så tidlig som mulig med tilhørende iverksetting av tiltak ble vektlagt som et vesentlig moment av samtlige utredningsdeltakere. Det kom dog frem at det ikke alltid er slik; “Folk er for snille. Man sier alltid at det ordner seg (ref. forsinkede aktiviteter), men det gjør det aldri”. Videre er det stor verdi i det å hele tiden måle fremdrift. Dette gjerne ved å måle faktisk arbeid mot planlagt arbeid. Vi har valgt å trekke frem S-kurver som et nyttig oppfølgings- og målingsverktøy. Dette støttes også av Lean Construction i tillegg til Eilertsen. Ved å også følge opp prosjektet gjennom ulike målinger kan man gjennomføre tiltak for å ta inn tapt fremdrift. Det er dog viktig å presisere at S-kurver er basert på fortiden, og at det er essensielt å bruke S-kurver sammen med andre fremtidsrettede verktøy. S-kurver (fortid og status) og KLM (fremtidsrettet planlegging) fremstår fornuftig.

KLM bygger på noen sentrale forutsetninger som strider mot noe av innholdet i Lean Construction. Ved å legge et for stort fokus på “sunne aktivitetene” i Lean Construction kan man risikere å “glemme” aktivitetens rolle i helheten. “Usunne aktiviteter” kan være kritiske, og må følgelig aldri settes på vent. Da må man heller iverksette tiltak for å gjøre den “sunn” umiddelbart. Fremdriftsansvarlig for Skanska kommenterer at man erfaringsmessig ender for ofte opp med å måtte “kræsje” etterfølgende aktiviteter for å ta igjen tid. I tillegg etterstreber Lean Construction å planlegge så sent som mulig og det for en kortere periode, nettopp for å avdekke så realistisk informasjon som mulig og redusere feil. Ved anvendelse av KLM vil

man heller planlegge for resten av prosjektet *hver* gang man holder planleggingsmøter for å hele tiden ha den kritiske veien identifisert. Dette ser vi som helt vesentlig for optimal fremdriftsstyring, noe som også støttes av Skanska som inkluderer nettopp dette i sin anvendelse av LPS. Selv om Lean Construction har visse svakheter finnes det som nevnt mange gode prinsipper rundt bla. involverende planlegging, ansvarlighet og fokus på fagnivå. Ved å integrere disse prinsippene i kombinasjon med KLM vil man ha et godt utgangspunkt for effektiv fremdriftsstyring. Dette er også spesielt ivaretatt av prosjektets gjennomføringsmodell, *Lyngdalsmodellen*, som har tidlig involvering av de sentrale partene.

### 5.1.8 “Kræsjing”

“Kræsjing” er et anvendelig element i prosjektverden. I lys av denne oppgaven er det særlig relevant og se på hvordan man kan “kræsje” aktiviteter på kritisk vei. Dette for å redusere prosjekttiden, spare kostnader og følgelig realisere en mer effektiv fremdriftsstyring. Ved en tidlig og grundig prosjektering i lys av KLM vil man kunne “kræsje” de kritiske aktivitetene så mye som økonomisk hensiktsmessig for å redusere tid (“strategisk kræsjing”). Her må man foreta en kost/nytte vurdering av forholdet mellom reduksjonen i indirekte kostnader (funksjon av tid) mot økningen i direkte kostnader (crash-cost). For å kunne nyttiggjøre ”kræsjing” på en slik måte må man ha realistisk estimering av hele prosjektets forløp med tilhørende synliggjøring av kritisk vei. Dette krever mye av prosjektledelsen i prosjekteringsfasen i tillegg til at fagrådgivere får en enda viktigere rolle. Samtidig er det de ulike fagansvarlige (baser) som sitter på kunnskapen rundt ressursbehov for å nå ulike tidsfrister under utførelsen.

På bakgrunn av et tilstrekkelig arbeid i prosjekteringsfasen kan man feks. vurdere ulike produksjonsmetoder som mulig ”kræsjing”. Både Multifag og Skanska viste til at man kunne forsøke å identifisere kritiske arbeidsoppgaver som dels kan ferdigstilles ”off-site” for å i hovedsak slippe unna med installering i selve bygget og dermed spare tid. Dette koster mer penger på forhånd, men kan potensielt gi store besparelse senere. Samtidig vil man ved en sonebasert PNS kunne ”kræsje” ulike soner og utføre disse parallelt. Følgelig kan man realisere en mer effektiv fremdriftsstyring. Dette vil vi komme nærmere inn på under drøftelsen av vår PNS i kapittel 5.2.

En annen metodikk er å holde workshop med alle prosjektets fagansvarlige før prosjektstart. Dette slik at man i fellesskap kan utbedre hvilke aktiviteter eller soner som kan gjøres

raskere. Eilertsen pekte på at han under videreutvikling av Flesland i Bergen har samlet grupper basert på ulike soner i slike workshop. Der vil man sammen lete etter aktiviteter som kan kortes ned. På denne måten skapes det et fellesskap rundt de ulike aktivitetene som gir en felles forståelse og et godt grunnlag for utførelse. Under slike workshops vil det komme tydeligere frem hvilke aktiviteter som er avhengig av hva. I tillegg ser man hvem som kan hjelpe hvem. Workshopens hensikt baseres på et føre-var prinsipp. Skanska har også sett at det er vanskelig å hente inn tapt tid i prosjekt; “Hvis en skal spare tid, må dette skje i råbyggfasen”. Et annet sentralt moment med denne workshopen er at basene som skal jobbe i samspill resten av prosjektet allerede før byggingen starter blir godt kjent. Samtidig får de en god forståelse av alles plass i helheten. Involverende planlegging fra Lean står sterkt.

Basert på foregående drøftede moment er det avgjørende for vår modell at dynamikken rundt tilstrekkelig planlegging, styring, påvirkningsmuligheter og kommunikasjon ivaretas gjennom vår PNS for Skien VGS. Dette slik at man til en hver tid har muligheten til å hente ut relevant data og iverksette tiltak som eksemplifisert over.

## **5.2 PNS – nivå for nivå**

I utviklingen av vår PNS har det vært viktig at det ikke har vært for store hopp mellom de ulike nivåene i strukturen. Dette for å sikre at alle relevante styringsforhold til enhver tid lar seg identifisere og separere ut for statusmåling, kontroll og tiltak. Et fokus vi har hatt er at den fysiske nedbrytningen bør være av en slik art at de ulike delene er uavhengig av hverandre, og at provisoriske tiltak eller liknende substitutter kan iverksettes for at et område kan både starte tidligere eller avsluttes fullstendig uavhengig av fremdriften i andre deler av bygget. En nøkkel er å finne balansen mellom en detaljert nok plan for å kunne styre hver del optimalt. Samtidig må detaljeringen være overordnet nok til at helheten flyter og kost/nytte ivaretas. Hvor denne grensen går vil variere med prosjekt. Dette bringer frem et viktig moment for fortsettelsen; Selv om vår prosjektnedbrytning vil være logisk tilpasset Skien VGS, vil man på et generelt nivå kunne hente ut modellens prinsipper for anvendelse i andre prosjekt og sammenhenger.

### **Nivå 1**

På det øverste nivået i nedbrytning har vi prosjektet, i dette tilfelle nye Skien VGS. Dette nivået representerer den endelige leveransen for prosjektet.



## Nivå 2

Fysisk vil Skien VGS bestå av fløyer. På bakgrunn av det ser vi muligheten til å ta utgangspunkt i disse som delprosjekt, da disse dels kan både administrere og utføre arbeid i uavhengig av fremdriften i de andre fløyene. Denne forståelsen fikk også støtte i utredningsgruppa. Feks. vil man i Fløy D (se vedlagte plantegninger) ha rom som vertikal strekker seg over flere etasjer som dermed gjør en overordnet vertikal forankring hensiktsmessig. I tillegg vil det være vertikale hovedveier for ventilasjon- og kabelsjakter i hver fløy. Alt dette forenes godt med en teoretisk anbefalt matriseorganisering. En person fra hvert fag kan ha ansvar for hver fløy. En slik tilnærming reduserer kompleksiteten i prosjektstrukturen mhp. kommunikasjon og koordinering.

Multifag argumenterte også for at en inndeling i fløyer er rasjonell da man kan fokusere på å gjøre den mest omfattende fløyen tett og klar for innvendig arbeid lenge før de andre fløyene. Slik kan arbeidet komme i gang raskest mulig. Dette fremfor en mer tradisjonell tilnærming hvor bygget bygges fra bunn til topp over hele linja.

Inndeling med utgangspunkt i fløyer rimer også godt med hvordan både Skanska og Multifag ser for seg utførelsen av byggingen. I lys av KLM har man da sett muligheten av å ferdigstille Fløy B først. Denne er både høyest og inneholder størst areal. En raskest mulig tetting av denne sikrer størst mulig kapasitet rettet mot innvendig arbeid og ferdigstillelse. Fremdriftsansvarlig for Skanska kommenterte under utredningsmøtene for hovedfremdriftsplanen at man måtte jobbe knallhardt i råbyggfasen med å få ting tett så fort som mulig. Fløy B ligger mellom A og D. Dette gjør at man kan jobbe effektivt ut fra B som base. Dette var også hensiktsmessig ift. logistikk, bruk av kraner og HMS-perspektiv.

Samtidig har man etter å ha fått en større teknisk oversikt sett det nyttig å separere ut parkeringshus og flerbrukshall som egne delprosjekt. Dette harmonerer med forholdene diskutert over. Prinsipielt handler det om å rasjonelt bryte ned totalprosjektet i mer håndterbare delprosjekt som både harmonerer med prosjektorganisasjonen og førende tekniske element i bygget. Delprosjektene legger grunnlaget for videre nedbrytning. Vi ser viktigheten av at disse klart kan skilles fra hverandre.

### **Nivå 3**

Videre følger det naturlig å tenke etasjer. Denne oppfattelsen styrkes ved at man pr 01.05.16 har planlagt alt fra 3-5 etasjer i hver fløy. En slik oppdelingen muliggjør bla. endringer i antall etasjer i hver fløy uten å skape konsekvenser for de andre delprosjektene. Samme prinsipp vil forøvrig også gjelde for den videre nedbrytningen. Dette utgjør et viktig moment for å styre etter KLM og realisere effektiv fremdriftsstyring.

I teorien vil nivå 3 utgjøre prosjektets kontrollsenter. I lys av dette ser vi det mer nyttig å kunne kontrollere hver etasje i en fløy fremfor hele fløyen under ett. Dette fordi det muliggjør en styring som i større grad kan identifisere mer spesifikke statuser og eventuelle avvik. Fløyens fremdrift kan være god pga. sterk innsats i f.eks 3 etasjer, likevel kan den 4. etasjen være ineffektiv og følgelig inneholde forbedringspotensialer. Prinsipielt skal man kunne fullføre hver etasje uavhengig av hverandre. Følgelig sikres muligheten til foreta tiltak på samtlige nivå for at alle etasjene utføres effektivt.

En god PNS må som nevnt hele tiden balansere en nedbrytning basert på “stort nok for effektiv kontroll” vs. “liten nok til optimal detaljering for effektiv styring”. Som beskrevet under prosjektets tekniske karakter er Skien VGS et relativt komplekst bygg som avhenger av en rekke ulike funksjoner og egenskaper som bærer preg av å være mer komplekse. Følgelig blir detaljeringsnivået enda mer avgjørende. Samtidig finner vi ved en slik fordeling logiske muligheter for parallell kjøring og overlappende prosesser i de ulike delene. Dette ble også fremhevet av prosjektleder for Multifag.

### **Nivå 4**

Det 4. nivået i prosjektnedbrytningen utgjør iht. teorien prosjektets kontraktspakker. Disse utarbeides på grunnlag av prosjektets kontraktsstrategi. Eilertsen argumenterer for at man trenger ytterligere detaljering for å kunne gjøre nettopp dette. Derfor argumenterer han for en styringsmessig enhet kalt “soner”. Sonene vil utgjøre laveste “geografiske” nivå for fremdriftsstyringen. Eilertsen tilnærming rimer godt med tidligere drøftet teori rundt detaljbehovet i kritisk linje metode og “kræsjing”. Samtidig kjenner vi fra system-optimaliseringsteorien behovet for et system som fremhever de mest kritiske og verdiskapende elementene i systemet. Slik vi ser det ligger dette på det laveste nivået hos de utførende fagspecialistene. Dette fikk også støtte i utredningsgruppa. En soneinndeling av etasjer avgrenser prosjektets del-leveranser videre på en måte som argumenteres av Eilertsen

både stor nok og liten nok til å nytte både effektiv totalkontroll og detaljerte styringstiltak. Et annet viktig moment i denne sammenhengen er å sikre en sonestørrelse liten nok til at de ulike fagfolkene kan effektivt gjennomføre sine arbeidsoppgaver i en logisk og effektiv rekkefølge uten at visse fagarbeidere “må vente”. Dette vil også bidra til å sikre forutsigbar og jevn bemanningen i prosjektet. Dette var ledelsen for både Skanska og Multifag enige om at var en viktig del av diskusjonen og et ledd for effektiv styring av prosjektets fremdrift.

Soneinndelingen bør følge mange av de samme rasjonelle prinsippene som nevnt tidligere. Vi argumenterer for at hver sone skal kunne fullføres 100% uavhengig av hverandre. Her ser man f.eks. på hvor tavler og kabelbruer er plassert i bygget. Eilertsen påpeker i denne sammenhengen at hvis en elektriker kan fullføre en sone kan “alle” andre fag gjøre det samme. Følgelig argumenterer vi for elektro som bestemmende fag for soneinndelingen. Styringsmessig sikrer mindre soner konkrete og nærliggende styringsmål. Samtidig kan man ”kræsje” ulike soner parallelt for en raskere gjennomføring. Prinsipielt kan også denne form for ”kræsjing” gjøres på et høyere nivå i strukturen. F.eks. i råbyggfasen kan man ved anvendelsen av flere kraner reise flere fløyer både samtidig og raskere for å komme i gang med innvendig arbeid så fort som mulig. Det vil til enhver tid være avgjørende å rette hovedfokuset med ”kræsjing” mot soner (eller andre nivåer) som påvirker kritisk vei.

## **Nivå 5**

Nivå 5 utgjør arbeidspakkenivået både i teorien og i vår PNS. Arbeidspakkene er en sammen-setning av flere aktiviteter tilhørende hvert fagområde. Det vil si at hver arbeidspakke gjelder for hvert fag, som f.eks. elektro. Summen av arbeidspakkene utgjør det som må til for å ferdigstille en sone. Arbeidspakkenes størrelse argumenteres både av teori og av Eilertsen til å være en pakke med aktiviteter som bør kunne gjennomføres innenfor maksimum 5-6 uker. Man får da knyttet kostnader og tid sammen. Slik knyttes fremdrift mot økonomi. Dette igjen for å sikre et detaljnivå som lar seg effektivt styre og kontinuerlig følge opp i harmoni med KLM og “kræsjing”.

Kontraktsmessig er det arbeidspakken som blir gjenstand for de ulike kontraktene i vår modell. Flere arbeidspakker kan inngå i en kontrakt. Vi argumenterer dog for viktigheten av at arbeidspakkenes detaljnivå og kapasitet er tilstrekkelig på plass før kontraheringen av underleverandører. Skanska er avhengig av Multifag som underentreprenør. Multifag vil videre også være avhengig av diverse underleverandører. Både Skanska og Multifag vil

følgelig ha roller som koordineringsorgan. Kontraksstrategi og entrepriseform har dermed noe å si når kontraktspakker skal defineres utfra arbeidspakkene. Klare grensesnitt generert av nedbrytningen er også til hjelp for å kunne kontrahere flere underentreprenører i samme fag og bedre kontrollere leveranse.

Oversikt over nødvendig kapasitetsbehov for en arbeidspakke ser vi derfor som et viktig moment når det skal kontraheres. En kontrahering av en elektropartner som ikke har ressurser nok til å fullføre arbeidspakkene innen definert tid vil begrense prosjektets fremdrift. NS 3420 er en av bygg- og anleggsbransjens viktigste standarder. Den er et beskrivelsessystem for å utarbeide mengdelister og arbeidsinnhold. I tillegg stiller den krav til materialer og teknikker. Eilertsen støtter at dette er et godt utgangspunkt for å definere en arbeidspakke. Hovedjobben av arbeidspakkenes innhold argumenterer vi for at må gjøres i planleggingen. Dette harmonerer med elementer fra Lean Construction, KLM og generell styringsteori. Når arbeidspakkene er definert kan den kontraherte fylle ut et KTR-skjema som benyttes i en tidlig og involverende planlegging av prosjektets aktiviteter mot den kritiske linje. De utøvende faglederne (baser) vil definere eget arbeid, avhengigheter, tid og ressursbehov. Dette styrker realismen i prosjektets estimater betraktelig. Slik økes også den mye nevnte ansvarsfølelsen. Under prosjekteringen vil likevel ikke baser være tilgjengelig. Igjen ser vi de faglige rådgivernes viktige rolle under prosjektets prosjekteringsfase. Eilertsen argumenterer for at rådgiverne bør stå for full planlegging, mens fagene som kontraheres kun bør utføre denne planen og tilpasse seg definert kapasitetsbehov og andre nødvendige retningslinjer. Han vektlegger også at planlegging bør ned på et pakkenivå. Dette gir den tidligere nevnte en-til-en sammenheng mellom kostnader og fremdrift. Dermed vil man både kunne estimere kritisk vei tidlig, "kræsje" denne og samtidig redusere risiko for feil og endringsbehov. Følgelig ønsker vi å sikre at denne dynamikken tas høyde for i vår modell.

## **Nivå 6**

Dette nivået utgjør de ulike aktivitetene som definerer en arbeidspakke. Arbeidspakkene definerer som nevnt arbeidet som skal til for å fullføre en sone. Dette utgjør vårt laveste nivå for styring. Det bør dog legges til at det uformelle samspillet blant arbeidspakker og aktiviteter står sterkt i en samspillsorientert fremdriftsstyring. Man er avhengig av en felles og tverrfaglig forankring i tillegg til en uformell koordinering og samhandling på tvers av fag i de ulike sonene. Vi har følgelig forsøkt å tilknytte et ansvarshierarki i modellen for å illustrere denne dynamikken. Dette gjelder også særlig nivået for arbeidspakker og soner.

Elementene rundt samhandling står også sterkt i prosjekteiers målformulering og krav til medvirkning. Dette må hensyntas i vår PNS.

Prosjektleder for Multifag kommenterte at det burde etterstrebes en god oversikt over rekkefølgerelasjoner mellom aktiviteter. Dette slik at det blir flyt i arbeidet som skal utføres. En manglende oversikt over dette kan svekke effektiv fremdrift. Hans erfaring har vært gjennomgående støttet av teori og Eilertsen. Dette står som en viktig brikke i forståelsen av aktivitetene i et prosjekt og valgene vi har foretatt under utviklingen av vår PNS etter KLM.

Slik vi ser det bør oppfølging- og styringsverktøy som S-kurver og “kræsjing” etter KLM kontinuerlig anvendes for å effektivisere fremdriften i en arbeidspakkes aktiviteter. Hvor S-kurvene definerer status over det som er gjort, mens KLM retter blikket fremover. Vi har diskutert at det anbefales en kontinuerlig oppdatering av prosjektets styringsplan mot den opprinnelige basisplanen for å identifisere status og avvik. Deretter må man se fremover. Dette anbefaler vi å gjøre i et styringsmøte for alle fagansvarlige i en sone. Dette vil ha rot i nettopp aktivitetene, deres varigheter og relasjoner. Skanska er allerede godt kjent med LPS og hyppige basemøter hvor fremdrift er temaet, og stilte seg positive til en slik oppfattelse.

Vår problemstilling er begrenset av at man pr. 01.05.16 fortsatt er i forprosjektstadiet. En detaljering av de ulike aktivitetene er enda ikke på plass. Likevel har vi beskrevet gjennomgående prinsipper når vi har snakket om aktivitetene i et prosjekt, som gir klare føringer for hvordan de bør behandles og betraktes.

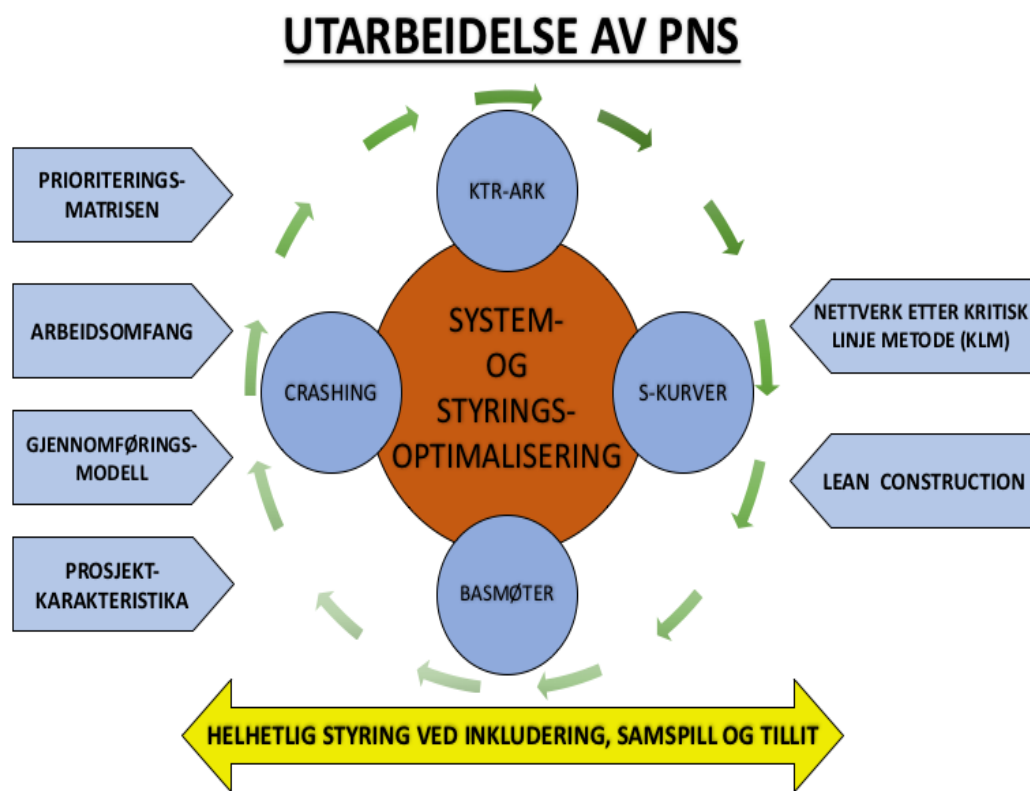
## 6.0 Konklusjon

I dette kapitlet vil vi konkludere den foregående analysen gjennom flere ulike modeller. Til sammen beskriver de følgende modellene vår overordnede PNS i et helhetsperspektiv.

### **Den helhetlige teoretiske modellen**

Denne modellen er en illustrativ fremstilling av analysens teoretiske bakteppe. Essensen ligger i at de fire punktene på venstresiden i modell 3 (under) utgjør de bakenforliggende forholdene for utvikling av en PNS. Høyresiden i modell 3 (under) er teoriene som i størst grad har gjort seg gjeldende for vår nedbrytning. KLM utgjør et hovedmoment i vår problemstilling. Sammen med elementer fra Lean Construction danner høyresiden et av

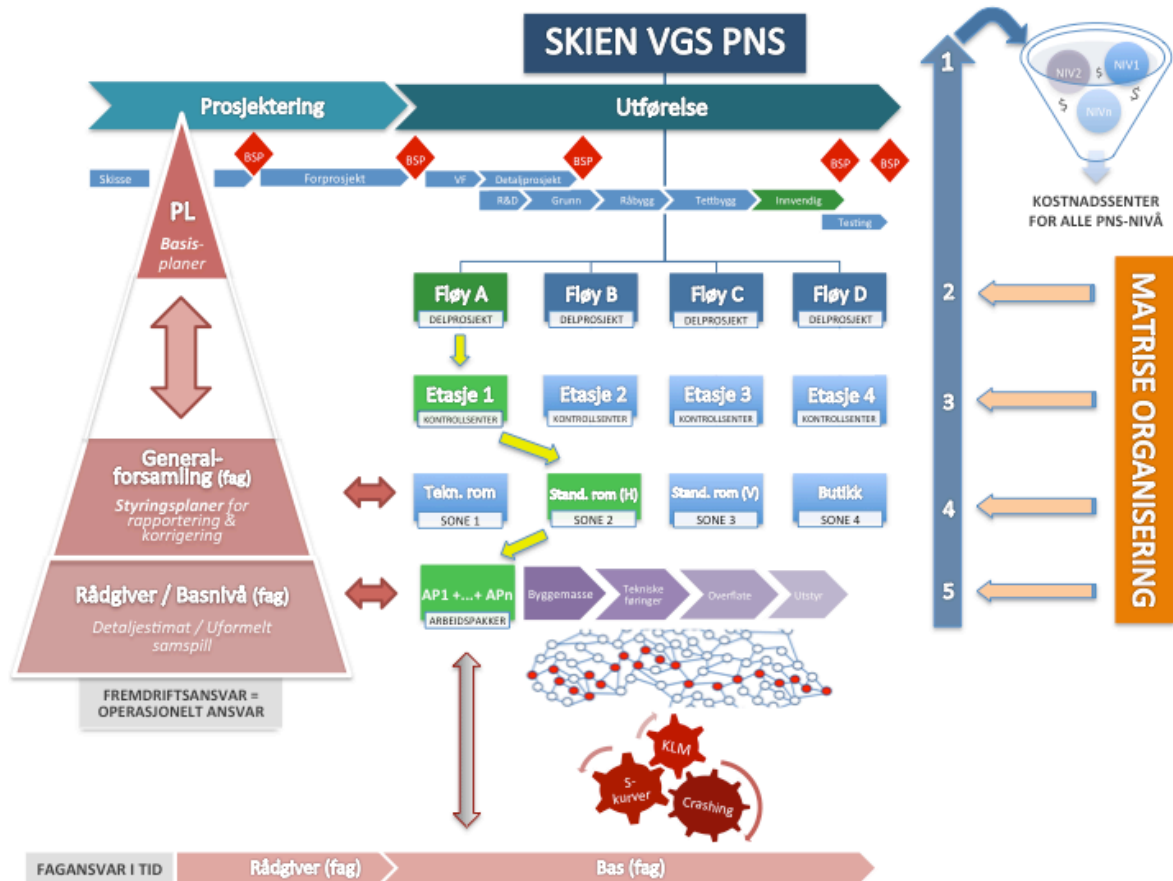
forskningens største fokusområder. I *kjernen* av modellen har vi “verktøyene” disse teoretiske tilnærmingene muliggjør. Disse mener vi er med på å optimalisere en PNS som system og for styring. Dette er også hensyntatt i utarbeidelsen av vår PNS. For å knytte det hele sammen argumenterer vi videre for at styring og ledelse skjer ved inkludering, samspill og tillit blant aktørene. Et annet viktig poeng som er vektlagt i modellen, og som effektiv fremdriftsstyring og KLM avhenger av, er at *kjernen* til enhver tid er en kontinuerlig prosess. Dette er videre fremhevet i oppgaven gjennom bla. styringssløyfa, Lean og TOC, og de fleste forhold i modellen er hensyntatt i prosjektet Skien VGS gjennom *Lyngdalsmodellen*.



Modell 3 - Den helhetlige teoretiske modellen

### Den overordna prinsipielle prosjektnebdrytningen

Med utgangspunkt i drøftelsene i kapittel 5 har vi laget en overordnet og prinsipiell PNS av et byggeprosjekt i et helhetsperspektiv. Illustrert ved bruk av Skien VGS.



Modell 4 - Den overordna prinsipielle prosjektnedbrytningen

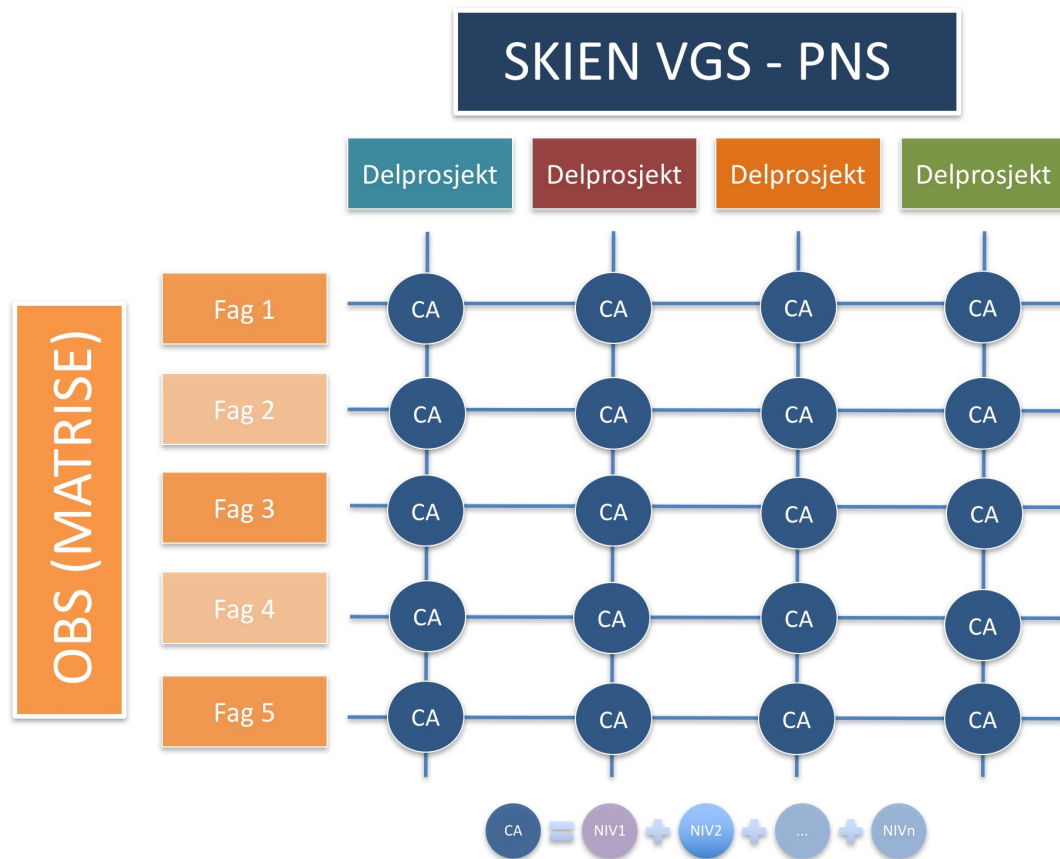
Den prinsipielle prosjektnedbrytningen bygger på nivåene utdypet i kapittel 5. Her er dette eksemplifisert med operasjoner under *innvendig arbeid* og illustreres av den “grønne veien” knyttet sammen av de gule pilene. Under arbeidspakkenivå illustreres anvendelsen av KLM, S-kurver og “kræsjing” som oppfølgings- og styringsverktøy for effektiv fremdriftsstyring. Disse er forankret i fagnivået. De rapporteres og korrigeres via baser under en jevnlig felles generalforsamling for alle fagentreprenørene i prosjektet.

Den røde ansvarstrekanten illustrerer fremdriftssansvaret ved de ulike leddene i nedbrytningen. Den er plassert under prosjekteringsfasen for å illustrere at det må gjennomføres essensiell planlegging på alle ledelsesnivå i denne fasen. Dette for å muliggjøre en optimal styring etter KLM allerede under forprosjekteringen. Samtidig illustrerer vi på nederste linje hvordan fagnivået fordeles mellom rådgiver og bas. Dette i lys av de overordnede prosjektfasene, *prosjektering* og *utførelse*.

På høyre side i modellen integreres organisasjonsformen (OBS) og kostnadssenterstrukturen (CBS). Dette viser hvordan kostnadssenter defineres på hvert nivå i prosjektnedbrytningens

WBS, eller PNS, i møte med OBS. I denne sammenhengen illustrert med vår anbefalte matriseorganisering. Alle disse nivåene utgjør prosjektets samlede kostnadssenter, illustrert med “silen” øverst til høyre i modellen.

### Forening av PNS, OBS og CBS



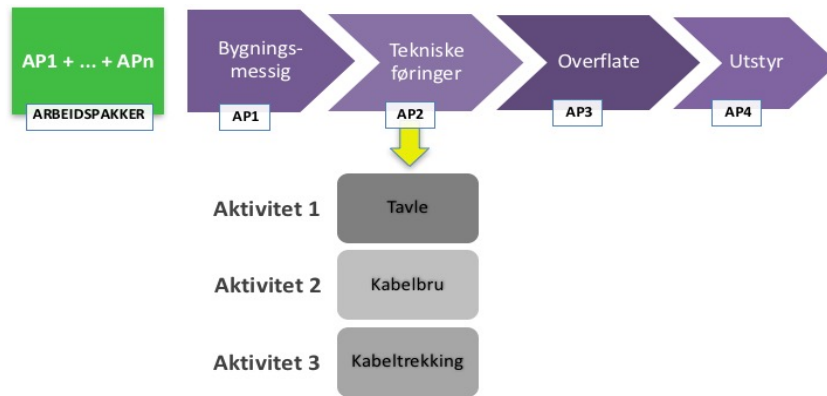
Modell 5 - Foreningen av PNS, OBS og CBS

Oversikten viser hvordan ansvarlige for hvert av fagene vil få ansvaret for kostnadssentrene på samme nivå i alle delprosjektene. Dette forenkler kommunikasjonslinjer, oversiktlig og ansvarlighet. En forutsetning for grunnleggende effektiv samstyring.

### Arbeidspakker i detalj

Som beskrevet i 5.2.1 vil det kunne være nyttig å definere soner tilpasset elektro. Dette fordi Eilertsen mener at alle fag vil kunne gjøre en 100% jobb så lenge elektro kan det. Vi vil nå illustrere et eksempel på hvordan arbeidspakkenivået fungerer i detalj. Samtidig vil vi også vise hvilke forhold som vil være styrende for systemgrensene til en sone.



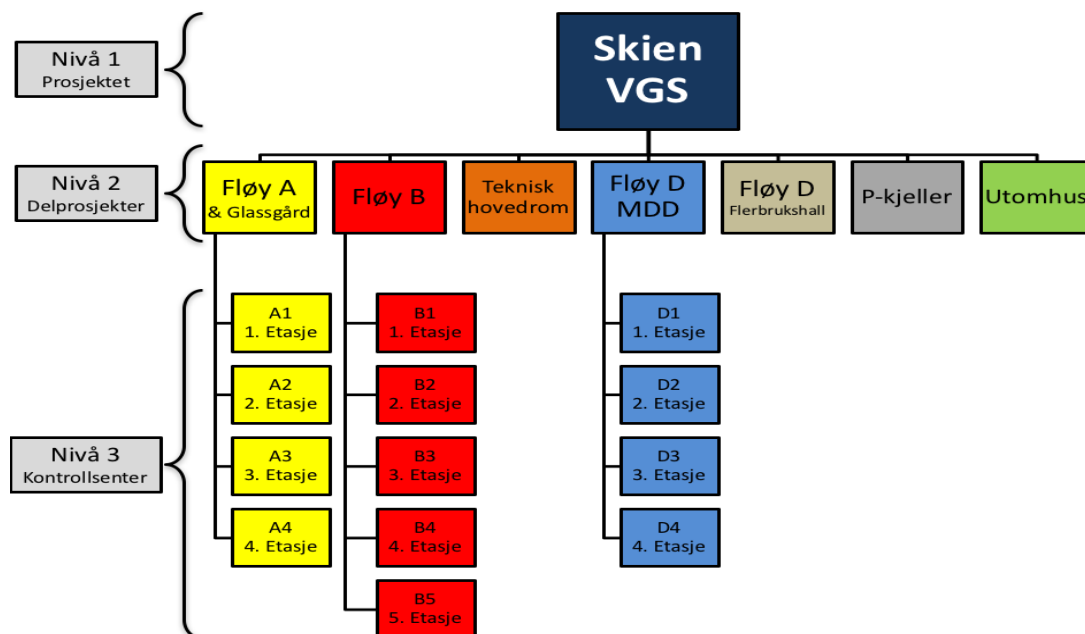


Modell 6 - Nedbrytningen av arbeidspakker mhp. elektro

Plassering av tavler og tilhørende maks lengder på kabelbruer vil i tilfelle elektro kunne være det som setter begrensninger for den elektriske kapasiteten. Følgelig kan sonene avgrenses deretter. For effektiv fremdriftsstyring handler det som mye nevnt og finne en balanse som muliggjør at alle kan gjøre 100% av sin jobb på en effektiv måte slik at “toget” av ulike fagfelt kan raskt “rulle” etter hverandre med maksimal bemanning i sving til en hver tid. Det er da også avgjørende for systemets grense at aktiviteter og ressurser som ikke tilhører denne sonen holdes utenfor. Ved en slik soneinndeling kan man også kjøre parallelle soner samtidig med økt bemanning.

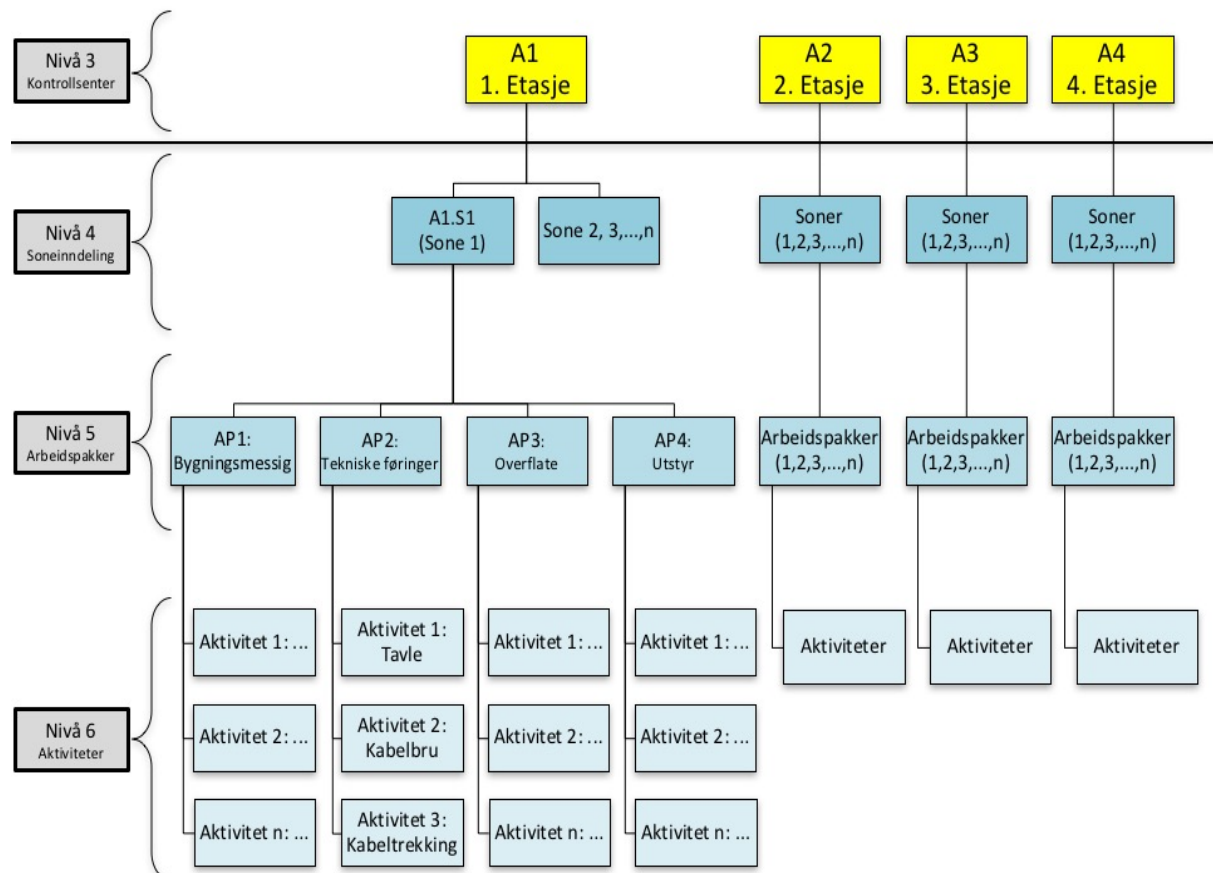
### Skien VGS PNS

Her følger et eksempel på en PNS for Skien VGS basert på foregående analyse.



Modell 7 - Forslag PNS (Nivå 1-3)

Som vi har beskrevet tidligere krever kompliserte byggeprosjekt tilstrekkelig detaljnivå for effektiv styring. Følgelig har vi utarbeidet et forslag til en videre nedbrytning av Fløy A:



Modell 8 - Forslag PNS (Nivå 4-6)

Sammen forklarer alle modellene i kapittel 5.2.2 vår overordnede PNS. Dette eksemplifisert ved Skien VGS. Denne PNSen er utarbeidet mhp. styring etter KLM og med bruk av "kræsjing". Vi har lagt stor vekt på en strategisk definerings av soner da en parallell utførelse av disse gir en nedkorting av gjennomføringstid. Dette gjør det også mulig å "kræsje" tidskritiske soner bedre og i større grad realisere en optimal og effektiv fremdriftsstyring.

## 7.0 Oppsummering og refleksjon

Våre funn bunner i hovedsak i behovet for en detaljeringsgrad som muliggjør at man nytter fageksperters detaljkunnskaper rundt kostnader, tidsbruk, ressursbehov og eksterne avhengigheter, og dette så tidlig som mulig. Dette rimer godt med involverende planlegging (IP) fra Lean både under prosjekteringen og utførelsen av prosjektarbeidet. Dette er forankret i prosjektet gjennom *Lyngdalsmodellen*. Behovet for en forening og optimalisering av arbeidsfordeling og koordineringen mellom fagrådgivere (prosjektering) og baser (utførende) gjør seg særlig gjeldende. Fagrådgiverne bør estimere aktivitetenes innhold i tillegg til å planlegge bestemmende forhold for soneinndeling i detalj slik at basene kun behøver konsentrere seg om utførelsen. Slik styrkes klarhet, ansvarlighet og koordinering. Feil og endringsbehov reduseres samtidig som en langsiktig planlegging etter KLM ivaretas. Alt dette har ført vår PNS ned til det vi mener er det viktigste området for effektiv fremdriftsstyring etter KLM, nemlig sonenivået ivaretatt etter arbeidspakker og aktiviteter. Det er på dette nivået man kan identifisere forholdene som bør være grunnleggende for soneinndeling. Et arbeidsomfang som i størst mulig grad sikrer 100% bemanning for alle fag på en effektiv måte. Dette i tillegg til å realisere parallell gjennomføring ved økt bemanning. Her må også faget som er mest avgjørende for prosjektets kritiske vei hensyntas. Videre bør soner prioriteres etter hvor de kritiske aktivitetene ligger. Sonene utgjør etter vår mening det mest hensiktsmessige “område” for styring, rapportering og tiltak av prosjektets fremdrift på arbeidspakkenivå.

Sistnevnte poeng bringer oss over Kritisk Linje Metode (KLM). Dette er en tilnærming vi argumenterer for å være synonymt med både effektiv fremdriftsstyring og kostnads-optimalisering. Følgelig har KLM fått en utpreget rolle i vår problemstilling. Logisk soneinndeling etter 100% bemanning, kritiske fag og tekniske avgrensninger spiller en viktig rolle også her. Detaljert planlegging på aktivitetsnivå under forprosjektet står som en forutsetning for en optimalt anvendelse av KLM. KLM er en metodikk som holdes høyt basert på både teori og data beskrevet i denne oppgaven. Samtidig muliggjør KLM “kræsjing” av de ulike sonene og styrker muligheten for parallell gjennomføring. Hvis man har en PNS som hensyntar dette vil man kunne realisere effektiv fremdriftsstyring gjennom reduserte total kostnader.

“Kræsjing” er den prosessen vi anbefaler å gjennomføre allerede i prosjekteringsfasen av prosjektet. Dette etter at man har fått oversikt over prosjektets aktiviteter og hva som vil være den kritiske veien gjennom prosjektet. Å “kræsje” denne veien vil si at tiden reduseres mot økt ressursbruk. De direkte kostnadene i prosjektet øker samtidig som reduksjonen av tid reduserer indirekte kostnader. Det optimale er å “kræsje” prosjektets kritiske vei på et nivå som realiserer effektiv fremdrift som til en hver tid sikrer at økningen i direkte kostnader er lavere enn besparelsen av prosjektets indirekte kostnader. “Kræsjing” vil også være et sentralt verktøy underveis i prosjektet dersom forsinkelser forekommer på kritiske aktiviteter. Fellesnevneren for “kræsjing” er at man må ha oversikt over aktivitetenes detaljnivå både i prosjekteringsfasen (rådgivere) og under utførelsen (baser). Et for ensidig fokus på Lean Construction (LC) kan eksempelvis føre til sub-optimal fremdriftsstyring. Verktøyene under LC er avhengig av en forankring i KLM med tilhørende “strategisk kræsjing”. Dette for å kunne styre optimalt i et kostnadsperspektiv. Følgelig realiseres effektiv fremdriftsstyring.

Aspekter som ansvarlighet og klarhet er også gjennomgående for andre funn vi har bemerket oss. Dette ser vi som avgjørende i valg rundt kontrahering, organisering, nedbrytningsstruktur og fremdriftsansvar. Vi har foreslått et eget ansvarshierarki for nivåene i vår PNS for å sikre denne tydeligheten. Vi ser det hensiktsmessig å stille personene med faktisk operasjonelt ansvar og påvirkningsmulighet (baser) ansvarlige for egen fremdrift. Denne diskuteres så hyppig på generalforsamlinger med samhandlende baser. Slik vil kommunikasjon, koordinering og ansvarlighet enklere flyte mellom prosjektarbeiderne. Samtidig vil man bedre forstå sin plass i helheten og i større grad trekke i samme retning mot prosjektmålet.

Vi ønsker i det avsluttende å kommentere noe av dette i lys av våre erfaringer under forprosjektet til Skien VGS. De utførende aktørene presiserte at byggefasen var kort. Følgelig er den sårbar som følge av tidspress. Tid er høyt prioritert av byggherre. Likevel møtte vi argumenter om “for liten tid” til å engasjere seg selv og rådgivere til å gå i detaljnivå på aktiviteter allerede under forprosjektet. Samtidig ble man “overasket” over hvor liten tid man faktisk hadde ved utarbeidelsen av hovedfremdriftsplanen. Man foretok dermed ingen detaljering av sonenivå med tilhørende arbeidspakker under denne fasen slik vi har anbefalt i vår analyse. For en optimal anvendelse av KLM står man langt sterkere hvis disse forholdene kommer på plass allerede under forprosjektet. Dette ville i større grad realisert planlegging etter en kritisk avhengighetsrekkefølge. Samtidig ville man på et tidligere stadie hatt mulighet til å foreta detaljprosjekteringen i lys av KLM med tilhørende “strategisk kræsjing”. Dette

fremfor å bruke detaljprosjekteringen til å utarbeide dette. Basert på teori og data ville en slik tilnærming i større grad realisert effektiv fremdriftsstyring. Dette perspektivet krever dog omstilling av kultur og arbeidsoppgaver på et tidligere stadiet blant prosjektalliansen. Samtidig settes det større krav til de faglige rådgiverne. Uansett vil man med forventet tidspress se enda klarere argumenter for å planlegge bedre *tidligere* slik vi ser det. En annen utfordring med tidspress er at de involverte aktørene blir mer redd for å få for lite tid til sin del. Det bør dog legges til at gitt den faktiske situasjonen Skanska nå befinner seg i vil Skanskas nåværende hovedfokus på hovedfremdriftsplan forankret i delprosjekt kunne forsvares. Skanska anerkjenner uansett behovet for tilstrekkelig detaljeringsgrad i det videre, og ser verdien av detaljert fremdriftsstyring etter kritiske avhengigheter. I tillegg vil vi legge til at vår erfaring fra utredningsmøtene for fremdriftsstyringen har vært at alle aktørers ulike syn og behov har blitt hørt og ivare tatt i hovedfremdriftsplanen. Møtene har bært preg av åpenhet, nysgjerrighet, faglige diskusjoner og kompromisser. Dette er noe vi har argumentert mye for gjennom hele avhandlingen. Vi ser at man gjennom den tidlige involveringen av alle parter har oppnådd en fornuftig og styrket helhetsforståelse som har blitt forankret i hele samspillsalliansen. Samtidig har den tverrfaglige kulturen bidratt til nye og mer optimaliserte ideer og løsninger.

Denne oppgaven har vært basert på den informasjonen som har vært tilgjengelig på tidspunktene for utarbeidelse. Prosjektet befinner seg pr. 01.05.16 fortsatt i forprosjektet. Følgelig vil denne oppgavens informasjonsgrunnlag være basert på dette. Vi har ikke hatt mulighet til å ”teste” om vår modellen faktisk bidrar til å styrke effektiv fremdriftsstyring i praksis, og dette har følgelig falt utenfor denne oppgavens hensikt. Vi håper derfor at noen andre fanger interesse for denne avhandlingen slik at våre funn kan testes og valideres videre.

# Litteraturliste

Alic, E. (2012). *Lean Construction i Kruse Smith – Involvering og effektivisering av underentreprenører ved Lyngdal ungdomsskole*. (Mastergradsavhandling, Universitetet i Stavanger) hentet fra [http://www.nb.no/idtjeneste/URN:NBN:no-bibsys\\_brage\\_34196](http://www.nb.no/idtjeneste/URN:NBN:no-bibsys_brage_34196) (09.05.16)

Baccarini, D. (2002) *Setting project objectives for agricultural projects*. Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, San Antonio, Texas, 3.-10. Oktober.

Ballard, H.G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. The University of Birmingham, Birmingham.

Burns, T. & Stalker, G. M. (1961). *The Management of Innovation*. Tavistock, London.

Buskeland, N., Meland, . H., Eikeland, P. T., Warberg, E. N., Frlich, P. K., Rognlien, S., et al. (2003). *Byggherren i fokus*. Hentet fra <http://www.promsys.no/byggherren/pdf/beskrivelse.pdf> (20.01.2016)

Checkland, P. (1981). *Systems Thinking, Systems*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.

Christensen, S. og Kreiner, K. (1991). *Prosjektledelse under usikkerhet*. Oslo: Universitetsforlaget.

Elvenes, E. (2005). *Kompleksitet i prosjekter - forslag til tiltak basert på systemteori*. MAGMA, 4/2005. Hentet fra <https://www.magma.no/kompleksitet-i-prosjekter-forslag-til-tiltak-basert-paa-systemteori> (16.02.16)

Esnault, M. (2005) *Prosjektoppstart - du har ikke tid til å ha det travelt*. Gyldendal Akademisk, 5. opplag.

Evensmo & Karlsen (2008) *Looking for the Source: Where Do Crash Costs Come From?* Cost engineering, vol. 50, n<sup>o</sup>7, pp. 20-23.

Fayol, H. (1949). *General and industrial management*. London: Pitman publishing.

Flaaten, G. (2015, 24. April). *Johan Sverdrup blir 10 milliarder dyrere*. maritime.no, hentet fra <http://maritime.no/nyheter/johan-sverdrup-blir-10-milliarder-dyrere/> (15.01.16)

Fossedal, E. F. (2013). *Bruk av Lyngdalsmodellen i komplekse tilvirkningsprosjekter: en vurdering av ny gjennomføringsmodell*. (Mastergradsavhandling, Universitetet i Agder) Hentet fra [http://www.nb.no/idtjeneste/URN:NBN:no-bibsys\\_brage\\_43576](http://www.nb.no/idtjeneste/URN:NBN:no-bibsys_brage_43576) (20.01.2016)

Grotle, F. (2011). *Fremdriftsstyring i byggeprosjektet Tangen Videregående Skole*. (Mastergradsavhandling, Universitetet i Agder). Hentet fra [http://idtjeneste.nb.no/URN:NBN:no-bibsys\\_brage\\_21261](http://idtjeneste.nb.no/URN:NBN:no-bibsys_brage_21261) (09.05.16)

Harrison, F. (1992). *Advanced Project Management: A Structured Approach* (3.ed) , Gower, Aldershot.

Herland, J. (2009, 17. August). *Holmenkollen blir 600 millioner dyrere*. E24.no, hentet fra <http://e24.no/nyheter/holmenkollen-blir-600-millioner-kroner-dyrere/3220250> (15.01.16)

Hugen, T., & Lædre, O. (2002). *Target pricing in partnering projects. Examining the Effect of Integrated Project teams and Target Pricing in Three Pilot Projects*. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.

Jacobsen, Dag Ingvar. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (2. utgave). Høyskoleforlaget AS, Kristiansand.

Karlsen, J. T. (2014). *Prosjektledelse - fra initiering til gevinstrealisering* (3. utgave, 2. opplag). Oslo: Universitetsforlaget.

Kerzner, H. (2013). *“Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling”* (11 ed.). Published by: John Wiley & sons.

Kirkebøen & Ramsdal (2009, 20. August). *Byggeledelse på deltid*. Aftenposten, s. 10. Hentet fra Atekst (Retriever 20.01.16)

Kolltveit, B. J., & Reve, T. (2002). *Prosjekt: organisering, ledelse og gjennomføring*. Oslo: Universitetsforlaget.

KPMG (2003). *Kartlegging og utredning av former for offentlig privat samarbeid (OPS) - en KPMG-rapport til Nærings- og Handelsdepartementet*. Hentet fra <http://www.regjeringen.no/upload/kilde/nhd/bro/2003/0003/ddd/pdfv/180133-rapport2.pdf> (21.01.2016).

Langlo, J. A., Bakken S., Karud, O. J., Malm, E. og Andersen, B. (2013). “*Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen*”. SINTEF Teknologi og samfunn m.fl. for Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), Trondheim. Hentet fra: <http://www.dibk.no/globalassets/bygg21/problemnotat---produktivitetsmaling-i-byggenaringen.pdf> (15.02.16)

Larson, Erik W. og Gray, Clifford F. (2011). *Project Management: The managerial process* (5. ed). New York: The McGraw-Hill/Irwin

Lundequist, Jerker (1995). *Design och produktutveckling - Metoder och begrepp*. Studentlitteratur.

Lædre, O. (2006). *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjektet*. (Doktogradavhandling, Norges Teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim).

Meland, Ø. H. (2000). *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen - suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko*. (Doktoravhandling, Norges Teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim).

Meland, Ø. H. (2012) *Gjennomføringsmodeller. Lyngdalsmodellen; Brukerstyrt og kostnadseffektiv - hand i hand*. 27/09/2012. Kristiansand.



Meland, Ø. H. (2015a) Forelesning: *Prosjektprosesser, -faser, -perspektiver og -aktør*. Kristiansand.

Meland, Ø. H. (2015b) Forelesning: *Styringsløyfa, med fokus på målsettingsprosess og mål*. Kristiansand.

Meland, Ø. H. (2015c) Forelesning: *Enterprise- og kontraktsformer*. Kristiansand.

Meland, Ø. H. (2015d) Forelesning: *Prosjektledelse - begreper*. Kristiansand.

Meland, Ø. H. (2015e) Forelesning: *Organisering og struktur for styring*. Kristiansand.

Meland, Ø. H. (2015f) Forelesning: *Styring av framdrift - framdriftsstyring*. Kristiansand.

Meland, Ø. H. (2015h) Forelesning: *Anskaffelsesstrategier*. Kristiansand

Meland, Ø. H., intervju, 7. Januar 2016. (“basert på Melands erfaringer” om indirekte kostnader)

Midtskogen, R. (2012, 3. Mai). *700 rom på 19600 m2*. Teknisk Ukeblad, s. 59. Hentet fra Atekst (Retriever).

Moore & Scheinkopf (1998). *Theory of Constraints & Lean manufacturing: Friends or Foes?* Chesapeake Consulting, Inc.

Mæland, P. A. & Valestrand, T. (2013, 22. Mai). *Kjempesprekk for Voss stasjon*. Bergens Tidene, s.10-11. Hentet fra Atekst (Retriever).

Narayanan, V.K. og Nath, R. (1993). *Organization Theory: A Approach*. Homewood, Illinois: Richard D.Irwin Inc.

Nilsen, M. P. (2015, 6. November). *Kostnadene kan halveres*. Stavanger Aftenblad, s. 49. Hentet fra Atekst (Retriever).

Rolstadås, A. (2011) *Praktisk prosjektstyring*. Tapir akademiske forlag, 5. utgave.

Rolstadås, A., Olsson, N., Johansen, A., Langlo, J.A. (2014). *Praktisk Prosjektledelse*. Bergen: Fagbokforlaget

Schoderbek, Schoderbek, Kefalas (1990). *Management Systems - Considerations*. Homewood, Illinois: Richard. Irwin Inc.

Sekaran, U. & Bougie, R. (2013). *Research methods for business - A skill-building approach* (6. ed). Published by: John Wiley & sons.

Steyn, H. (2002). *Project management applications of the theory of constraints beyond critical chain scheduling*. International Journal of Project Management, 2002 (20), 75-80.

Systemanalyse. (2015, 18. Oktober). I Store norske leksikon. Hentet 23. Februar 2016. Hentet fra <https://snl.no/systemanalyse>

Walberg, M. (2013, 18. Desember). *Å bygge en bransje*. Klassekampen, s. 3. Hentet fra Atekst (Retriever).

Youker, R. (1998) *Defining the Hierarchy of Project Objectives*. Proceedings of the 14th World Congress on Project Management, Ljubljana, Slovenia, 10-13. Juni s. 347-353.

# Vedlegg

Vedlegg 1: Refleksjonsnotat for Mikael André Kro Holte

Vedlegg 2: Refleksjonsnotat for Christer Corneliusen

Vedlegg 3: Foreløpige plantegninger pr. 01.05.2016

## Refleksjonsnotat for Mikael A. K. Holte BE-501

I vår masteroppgave har hovedtemaet vært prosjektledelse i byggebransjen, hvor ønsket var å se hvordan man kan sikre effektiv fremdriftsstyring ved hjelp av en god prosjektledelse etter kritisk linje metode og “kræsjing”. Det hele faller under kostnads- og tidsoptimalisering, noe som kommer godt frem i oppgaven og i dette notatet. I oppgaven viser vi til en fallende produktivitetstrend i bransjen. Andre bransjer har økt i produktivitet, og det er nettopp dette vi vil prøve å reflektere over i dette notatet. I oppgaven vår har vi funnet at det er forskjell i hva teorien forteller oss og hva som gjøres i praksis. Det er dog også mange likhetstrekk, og på noen områder blir praksis å se som bedre enn teorien. Vi utarbeidet en modell som tok utgangspunkt i teorien, for så å bli tilpasset praksis der vi så det hensiktsmessig. Vi prøvde så å komme med forslag hvordan ting heller kan gjøres i forhold til hvordan det gjøres i dag.

Vi vil i det videre, så langt det lar seg gjøre, diskutere hvorvidt byggebransjen er påvirket av internasjonale krefter, innovasjon og ansvarlighet. Kan disse være grunner til den fallende produktivitet? Det blir gjennomgående i notatet å reflektere dette opp mot egne tanker, det vi har lært i løpet av utdanningen og masteroppgaven.

### **Internasjonal påvirkningskraft**

Innledningsvis til masteroppgaven trekker vi frem produktivitet utviklingen de siste 20 årene for en rekke bransjer. Byggebransjen er eneste med fallende produktivitet, og en av grunnene kan være at i motsetning til andre bransjer er byggebransjen, relativt sett, lite utsatt for internasjonal konkurranse. I andre bransjer må en tilpasse seg nye internasjonale trender i større grad, og i større grad søke å forbedre sine kapabiliteter. Dersom en møter sterkt internasjonal konkurranse er det også viktig å ha et sterkere fotfeste i bransjen, for å ikke bli presset ut. Byggebransjen er en gammel bransje og vårt syn er at den er veldig tradisjonell og rigid. Det gjøres sånn som det alltid har vært gjort, mye kanskje på grunn av lite internasjonal press. De har fortsatt profitt, men de kunne hatt så mye mer. Fallende produktivitet betyr ikke nødvendigvis at de som jobber har blitt late. Det kan være mange grunner til dette, men i en dynamisk og skiftende verden finnes det stadig bedre løsninger for hvordan ting kan løses. Velger en da å gjøre ting slik en alltid har gjort det fremfor å gjøre ting på en ny og mer effektiv måte, blir selvsagt produktiviteten lidende. Hvorvidt dette er en følge av relativt liten internasjonal konkurranse og press utenfra har jeg ingen forutsetning for å konkludere. Det som kan sies ut fra en teoretisk bakgrunn, er at man vet at en faller bak om

man ikke holder tritt med resten av verden. Dynamiske omgivelser, en kontinuerlig jakt etter nye og bedre løsninger står sentralt over hele verden for å bli den beste på sitt område. Lite kontakt med omverdenen kan også gjøre at man ikke får øynene opp for nye løsninger.

En internasjonal trend som har truffet mange bransjer er outsourcing. Bedrifter og organisasjoner ser en økonomisk gevinst ved å flytte deler av den operasjonelle driften til et land med billigere arbeidskraft. Byggebransjen er ikke spesielt utsatt for outsourcing da varen og tjenestene må leveres der kjøper er. Det som truer bransjer mer enn outsourcing er arbeidsinnvandring. Det har blitt rimeligere å forflytte seg fra et land til et annet, og stadig flere gjør dette for å finne seg jobb. Typisk i håndverkerbransjen er arbeidere fra øst-europeisk land som kommer til Norge for å jobbe en stund, før de reiser tilbake. Dette bringer både positive effekter, men også noen negative. Håndverkere sier de blir presset på pris pga. svart arbeid, og de mener også dette gir bransjen et dårlig rykte som følge av ofte lavere kvalitet. Utenlandske arbeider er ofte billigere, og har dermed et komparativt fortrinn over norske håndverkere da ledere ofte har et ensidig fokus på profitt. På den andre siden vil dette økte kompetansen for alle, da vi kan dele erfaringer og ulike arbeidsmetodikker med hverandre. De bringer kunnskap fra andre land, som kan være til stor nytte for Norge. Det gjelder ikke bare byggebransjen. For å møte markedsveksten trenger vi arbeidsinnvandring.

Det har til nå blitt nevnt at byggebransjen er lite utsatt for internasjonal konkurranse, og et element som må ta noe av skylden her er det statlige organet. Norge har sterk regulering når det kommer til ulike bransjer, men byggebransjen har en hel rekke med lover, regler og forskrifter som må følges og oppfylles. Bygg skal oppføres etter nyeste forskrifter, etter bestemte teknikker og av spesifikk kvalitet. Det virker kanskje ikke lengere rart at utenlandske entreprenører holder seg utenfor, men da kanskje ufrivillig? Det er klart at dette gir norske entreprenører et sterkt komparativt fortrinn, nettopp fordi de er alene i det norske markedet. Den statlige reguleringer er der for at vi forbrukere skal kunne være trygge på at kvalitet og sikkerhet er ivaretatt. På den andre siden kunne produktiviteten og kvalitet økt, samtidig som vi kunne fått lavere priser ved internasjonal konkurranse. Det er jo nettopp dette frie og åpne markeder skal gi oss forbrukere.

En internasjonal trend som virkelig er verdt å nevne er LEAN, en filosofi som stammer fra Japansk produksjonsteknikk, gjort kjent av Toyotas vellykkede produksjonsutvikling på slutten av 1900-tallet. Filosofien ble videre internasjonalt anerkjent gjennom Womack &

Jones bok, *The Machine That Changed The World*. Dette er en filosofi og arbeidsmetodikk som i første omgang fungerte i linjeproduksjon og sådan ikke spesielt aktuelt for byggebransjen. Ulike byggeprosjekt er nesten aldri like, ulike grad av kompleksitet og prioriteringer. Det har dog vært utarbeidet en versjon som er spesielt tilpasset byggebransjen, kalt Lean Construction. Koskela regnes som en av pionérene bak denne tilnærmingen, og definerer det som en systematisk eliminering av alle elementer i en prosess som ikke tilfører sluttbruker noen verdi. Lean var populært for en liten tid tilbake, noe det fortsatt er, og skulle hjelpe bedrifter til å arbeide smartere, mer effektivt og derav gi økt profitt. Dette var mat for konsulenter som bedrifter slukte helt. Byggebransjen har sin tilnærming til Lean, men når vi ser at de likevel har hatt fallende produktivitet kan man lure hvor bra det faktisk er for alle. Vi argumenterer i vår masteroppgave at noe av problemet ligger i hvordan Lean Construction implementeres og brukes. Det vi vektlegger mest som synderen er Lean Construction sin overdrevne fokus på aktiviteter som er klare for å settes i gang. Ofte ligger disse utenfor kritisk vei i prosjektet hvis en ikke har styring på hvor denne går. Kritisk vei er den kjeden av aktiviteter som er bestemmende for prosjektets ferdigstillelse innenfor gitt tidsrom. En kombinasjon av Lean Construction og kritisk linje metode er det vi argumenterer for i vår oppgave er en gylden middelvei.

### **Innovasjon**

Lean er helt klart knyttet begrep som innovasjon og nytenkning. Når det først ble introdusert i Toyota var det banebrytende og en helt ny måte å gjøre ting på. Samme effekt var det når Koskela introduserte byggebransjen for Lean Construction. Det ble blest rundt Lean og alle ville prøve det, men var det virkelig bare velstand? Når vi nå kan se at produktiviteten i byggebransjen har falt de siste 20 årene. Er det implementeringen som er feil? Hvordan det benyttes? Helheten? Det er mange spørsmål som kan stilles til denne produktivitetsutviklingen når det snakkes så varmt om en filosofi som skulle/skal ha revolusjonert en bransje. En ting er sikkert er at det uten tvil var en banebrytende arbeidsmetodikk. Det har dog vist seg at noe kan enkelt bli glemt når en fokuserer på å rendyrke oppgaver som skaper verdi og hele tiden gjøre noe. Det som er vesentlig er at det som gjøres i et prosjekt har betydning for ferdigstillelse og at en kan spare kostnader. Ofte kan det bli for kortsiktig syn når en har et ensidig fokus på Lean, noe som gjør at det langsiktige perspektivet og god planlegging legges på hylla. Det er ved god planlegging at man kan utarbeide gode planer for hva som må gjøres til hvilken tid. Først da kan man gjennomføre et bygg raskeste og billigst mulig til de kriteriene som er satt av eier. Noe av

grunnen til Lean sitt kortsiktige perspektiv er at det er veldig sentrert rundt oppgaver som er klare, eller såkalte sunne aktiviteter, det er arbeidsoppgaver som er klare for å gjennomføres. Det blir ofte glemt at de arbeidsoppgavene en velger å utsette hvis de ikke er klare, er de som er kritiske for prosjektets ferdigstilling.

Det har vært nevnt mange ganger allerede at det er manko på internasjonal konkurranse for byggebransjen i Norge, og det kan i seg selv gi lite insentiver til innovative ideer. ”Hvorfor gjøre ting annerledes når vi kan gjøre som vi alltid har gjort” er typiske argumenter man hører når endring ikke er ønskelig. Det vil i mange tilfeller sende bedrifter inn i røde tall, men for en hel bransjen som har det samme tankesettet og er like uimottakelige for endringer, som samtidig ikke er utsatt for internasjonal konkurranse vil ikke ha dette problemet. De kan uten bekymring gjøre som de alltid har gjort. Det er nok ikke manko på personer som prøver å komme med slike innovative ideer om hvordan ting kan gjøres annerledes, men de blir nok fort stoppet av de ”gamle traverne” som ikke ser en grunn til å gjøre noe som funker annerledes. Dette er selvfølgelig satt helt på spissen, men noe sannhet er det i det.

Trenger byggebransjen innovasjon for å overleve på sikt? Ja, det er vi overbevist om. Om produktivitetsutviklingen fortsetter slik den har gjort blir det bare mindre og mindre lønnsomt å investere i bransjen. Hvorfor ikke entreprenører er mer mottakelig til innovative endringer er heller ikke til å forstå. For oss økonomer som ser den økonomiske gevinsten blir det spesielt vanskelig å forstå. Dekningsbidrag (DB) er ca. rundt 3-5% i bransjen, og har et potensiale for å nå 20%. Dette er en enorm forbedring, og ”alt” den trenger er bedre planlegging fremfor en typisk ”prøve og feile” fremgang. Typisk i dag er at en entreprenør leverer hele «pakken» til prosjekteier. Disse totalentreprenørene får ofte betalt fastpris utfra kalkyler. Gjøres arbeidet fortere pga. god planlegging kan entreprenørene putte det som spares inn rett i egen lomme. Det fremkom i et intervju vi gjorde i forbindelse med masteroppgaven at en entreprenør skulle bygge 4 leilighetskompleks. De hadde gjennomført dårlig planlegging, noe som ledet til at den siste ble klart best og mest effektivt gjennomført på bakgrunn av «prøve og feile» teknikk. Hvorfor ønsker ikke entreprenøren å gjøre alle 4 like bra og tjene mer penger?

### **Ansvarlighet**

Hva skal en legge i begrepet ansvarlighet? Er det snakk om ansvar ovenfor egne folk innad i et selskap? ovenfor natur og miljø? ovenfor andre land? Ovenfor andre selskaper?

Ansvarlighet er noe vi alle kan være enige om er viktig for å opprettholde lov og orden. Vi må alle ta ansvar for at ting gjøres forsvarlig og etter de prinsipper som fremmer blomstrende liv for alle. Er det noe som er helt klart, så er det at vi mennesker stiller større krav til staten, bedrifter og organisasjoner. I en verden av overforbruk og global oppvarming må noen stå ansvarlig, og noen må ta ansvar for at endringer blir gjort. Nå er ikke alt dette direkte knyttet oppgaven eller byggebransjen generelt, men det er dagsaktuelle temaer som ofte kommer opp. Når det sies at forbruker stiller større krav til bedrifter, er det ofte snakk om det vi kaller for "Social Corporate Responsibility" (CSR). Det stilles både uformelle og formelle krav til bedrifter og organisasjoner om hvordan de skal forholde seg til avlønning av ansatte, utslipp av gasser og avfall osv.

I byggebransjen har det tradisjonelt vært et ensidig fokus på gjennomføringen, altså at en tenker hva en skal bygge, bygger det og sier seg ferdig. Se bare hvilket problem som oppstod når oljerigger bygget for 30 år siden skulle tas ut av bruk, det ble dyrt og stor risiko for forurensing. Det er jo bak mål at disse riggen ikke ble bygget med en tanke omhu for miljøet og økosystemet de står i. Dette er faktisk et av verdens største matfat. I nyere tid har det dog blitt mer vanlig å betrakte hele livsløpet til et prosjekt. En tar i betraktning hvordan bygget skal bygges, samt hvordan det skal forvaltes, driftes, vedlikeholdes og avhendes. Muligheten for gjenbruk er tilstede og destruksjon av bygg skal kunne utføres med tanke på miljøet.

Ansvar ovenfor egne ansatte er vel også noe som bør nevnes. I Norge er det strenge lover og regler som skal sikre arbeidstakere, nedfelt i arbeidsmiljø loven. I byggebransjen praktiseres det strenge krav til HMS (Helse, miljø og sikkerhet), noe som er nødvendig for å sikre at en unngår ulykker og dødsfall på en byggeplass. Det er opp til ledelsen hvor strengt dette praktiseres, men det er selvsagt pålagt visse krav fra andre hold. Det er også viktig at det utvises ansvar når det kommer til trivsel for de ansatte.

Tidligere ble det nevnt at en utfordring for byggebransjen er utenlandsk arbeidskraft som kommer til Norge. Det skal ikke legges lokk på at dette har vært misbrukt til ingen andre enn bedrifters beste, og bør være noe som tas tak i. Det må stilles strengere krav til sosial ansvarlighet ovenfor utenlandske arbeidere, slik at de kan sikres de samme vilkårene som norske arbeidere får både med tanke på lønn, arbeidstid, utstyr osv. Her må nok flere enn bare bransjen ta ansvar. Staten må stille strengere krav og sanksjoner, men vi forbrukere må heller ikke fristes til å benytte oss av svart arbeid fordi vi sparer noen tusenlapper.



## Refleksjonsnotat for Christer Corneliussen BE-501

### Oppgavens tematikk og funn

Oppgavens hovedtematikk har vært knyttet prosjektledelse i byggebransjen i Norge. Vårt fokus har vært å realisere effektiv fremdriftsstyring i byggeprosjekt. Vi har formulert en problemstilling med hensikt på å utarbeide en prosjektnedbrytningsstruktur som muliggjør anvendelsen av Kritisk Linje Metode med tilhørende ”strategisk kræsjing”. Disse metodene argumenteres gjennom hele oppgaven for å være essensielle for en god styring av fremdrift i prosjekt. Dette i et kostnadsperspektiv. Vår forskning har vært basert på en systemanalytisk case-studie med utgangspunkt i forprosjektet til nye Skien VGS, og vår nedbrytningsstruktur tar utgangspunkt i dette prosjektet. Likevel bygger den på en rekke mer generelle prinsipper.

Vi har funnet ut at en slik modell krever en tilstrekkelig *detaljering* av prosjektets aktiviteter. Dette bør skje allerede i forprosjektet, som utgjør et vesentlig grunnlag for prosjektsuksess og overholdelse av budsjett. Her må fagansvarlige til verks. I startfasen må det planlegges detaljert nok på fagnivå for å kunne styre etter KLM og gjennomføre “strategisk kræsjing”. Gjennom prosjektet behøves videre hyppige og tverrfaglige fagmøter på sonenivå for re-planlegging, koordinering og håndtering av avvik, særlig knyttet prosjektets kritiske linje. Samtidig må det etterstrebtes en struktur som synliggjør ansvar og klarhet i alle ledd, noe som forankrer et helhetsperspektiv og bedre flyt i kommunikasjon.

Hensikten med dette refleksjonsnotatet er å drøfte denne masteroppgaven i lys av internasjonale trender, innovasjon og ansvarlighet også basert på erfaringer og kunnskap opparbeidet gjennom min tid på Handelshøyskolen. Spesielt for vår oppgave er at den omhandler byggebransjen i Norge, noe som er en relativt konservativ og tradisjonstro næring. Likevel ser vi at også denne er påvirket av internasjonale trender og innovasjon.

### Gjenstand for internasjonale trender

I vår tid står kunden og behov i større fokus enn noen gang, og dette i et verdensmarked som er dynamisk, uforutsigbart og intensivt mhp. konkurranse fra inn- og utland. Tilpasning, omstilling og unike kapabiliteter er alle nøkkelord for suksess.

Byggebransjen er spesiell da den i mindre grad er gjenstand for konkurranse fra det internasjonale markedet. Byggeprosjekt foregår over lang tid og det bygges konkret på norsk

grunn. Det er en rekke særegne norske bygg- og arbeidslover, normer og praksiser. Sammen med bla. norsk politikk og kultur dannes den norske byggebransjens rammer. Følgelig ser vi hvorfor denne bransjen er mer skjermet for internasjonal konkurranse på bedriftsplan enn andre mange andre bransjer. Dog kan dette også være med på å forklare dens konservative art? Det bør også nevnes at arbeidskraften som anvendes i større og større grad baseres på arbeidsinnvandring, noe som vil få konsekvenser for bransjen. Dette i kontrast til den store internasjonale trenden med outsourcing fra kunnskapsland til land med billigere arbeidskraft. Dette igjen følger naturlig av at utførelsen av byggingen må skje på stedet det skal bygges. Nettopp dette har nok bidratt til at store byggeprosjekt har blitt bestilt og iverksatt av den norske stat i økonomisk utfordrende tider da dette har sikret en rekke norske entreprenører store kontrakter og følgelig stimulert makroøkonomien positivt.

Lean var og er en stor internasjonale trend som ble gjort kjent av Japanske Toyota gjennom sin effektive og optimaliserte produksjonsteknikk på slutten av 90-tallet. Lean Construction er et utspring fra denne tilpasset byggebransjen, og disse trendene og filosofiene har også gjort seg gjeldende i norsk byggebransje. Samhandling og koordinasjon i tillegg til helhetsforståelse, ansvarsdelegering til fagnivå og flatere strukturer er noe av det som har blitt mer populær. Det er utarbeidet konkrete teorier og verktøy basert på disse som nå anvendes i praksis som ”7 forutsetninger for sunne aktiviteter” ”the last planner system” og ”PPU”.

### **Gjenstand for innovasjon**

Som nevnt over har Lean Construction gjort sitt inntog i Norge. Dette var en byggefaglig innovasjon utarbeidet av Koskela som var inspirert av Lean filosofiens effektive linje-produksjon. Han forsøkte å tilpasse dette til mer særegne, komplekse og omfattende engangs-produksjoner som byggeprosjekt er. Dette har forandret synet på hvordan man samhandler for å spille på alles styrker. Det handler om at felleskapet er sterkere enn de ulike delene, og at alle som sitter på viktig informasjon må høres. Byggebransjen i Norge har siden slutten av 90-tallet slitt med nedadgående produktivitet og kostnadsoverskridelser. Behovet for en innovasjon som muliggjør et mer kvalitetssikret og virkelighetsnært informasjonsgrunnlag for beslutninger og styring virker slående.

Fremdriftsstyring i prosjekt er noe som virker å ha et stort forbedringspotensiale, noe som forklarer mye av vårt valg av tema. Spesielt ser vi at man mangler styring etter kritisk linje metode. Vår data (intervju) påstår at er det ikke finnes gode alternativer til en slik tilnærming.

Samtidig viser vår data at byggebransjen ofte ser bort fra dette på bakgrunn av at ”sånn har vi alltid gjort”-argumenter og fordi en slik styring krever mer av de som sitter øverst gjennom en mer omfattende planleggingsprosess. Motivasjonen for endring og forbedring virker ikke tilstrekkelig, og igjen er det interessant å spørre om dette er et resultat av manglende internasjonal konkurranse og press? Igjen vil jeg trekke frem bransjens fallende produktivitet da de fleste andre norske bransjer har opplevd kontinuitet eller vekst. Selv om fallende produktivitet ikke er ensbetydende med latskap, reiser det likevel et hensiktsmessig spørsmål. For aktørene i byggebransjen kan det virke som de er fornøyd med at det går ”bra nok” og at de tjener ”godt nok”. Vår data (intervju) viser nemlig til at i bransjen sitter man typisk igjen med rundt 5% prosent dekningsbidrag på bunnlinja, mens de med effektiv fremdriftsstyring kunne forbedret til rundt 20%. Igjen, veien dit tyder på å virke for tung når man ikke ”må”.

Vår masteroppgave har helt konkret gått ut på å formidle et utkast til en form for innovasjon basert på teori og data gjennom en systemanalyse. Vi har utarbeidet en prosjektnedbrytningsstruktur for et spesifikt prosjekt som muliggjør effektiv fremdriftsstyring etter kritisk vei metode. Dette som virkemiddel for å øke produktivitet og følgelig redusere totale kostnader. Dette er en innovasjon mhp. implementering fremfor innovasjon av en idé eller konsept. En slik tilnærming som nevnt over vil fortrinnsvis tas i bruk av den byggende entreprenøren eller av byggherren, da det er en forutsetningen at den anerkjennes og iverksettes fra toppen.

Samtidig vil vi også nevne at det tekniske byggfaget rundt selve tegningen av bygget og utførelsen av byggingen er sterkt berørt av innovasjon. Egenskaper ved skoler bygd i 1950 og 2016 er noe ganske annet, det samme er måten de bygges på. Den verdensomspennende utviklingen innen IT og kommunikasjon i tillegg til alle relevante fagfelt krever at alle deltakere hele tiden må omstille seg nye måter å gjøre ting på rent teknisk. Således skulle det vel bare mangle at måten man planlegger, organiseres og administrerer på også følger?

### **Gjenstand for ansvarlighet**

Ansvarlighet og integritet er nøkkelord for profesjonalitet og kredibilitet, to nødvendigheter for å kunne drive bærekraftig business i dagens utviklede verden. Herunder er etikk mye omtalt, et emne som har fått stadig større oppmerksomhet i nyere tid. Dette kommer bla. av en globalisert verden med en stadig sammenslåing og diskusjon rundt ulike kulturer, verdier og perspektiver. Samtidig er menneskers så vel som vår klodes ve og vel stadig i større fokus.

I byggebransjen og byggeprosjekt vil det være en rekke ulike kontrakter og parter med ulike incentiver. Vi har en rekke ulike aktører som har ulike interesser og ser ulik nytte i prosjektet. Dette reiser stor kompleksitet og mulige etiske dilemmaer. Hvis en underleverandør ikke direkte får betaling for ”ekstrainnsats” vedrørende ”ekstra” planlegging, kan den likevel forventes å oppfylle dette på tross av at det reduserer muligheten til å bruke tilsvarende ”ekstra” tid på annet inntektsfremmende arbeid? Dette kan sees som en form for dilemma mellom den begrensede plikten til å kun levere i henhold til hva en får betalt for, mot konsekvensetikkenes totale nyttevurdering for alle relevante parter. For fra den andre siden kontraheres alle parter for å levere ift. de krav og spesifikasjoner som er definert som hensikten med prosjektet, og underleverandørene spiller mindre men vitale roller for helhetens kvalitet. Dette er en typisk agent-prinsippal tematikk.

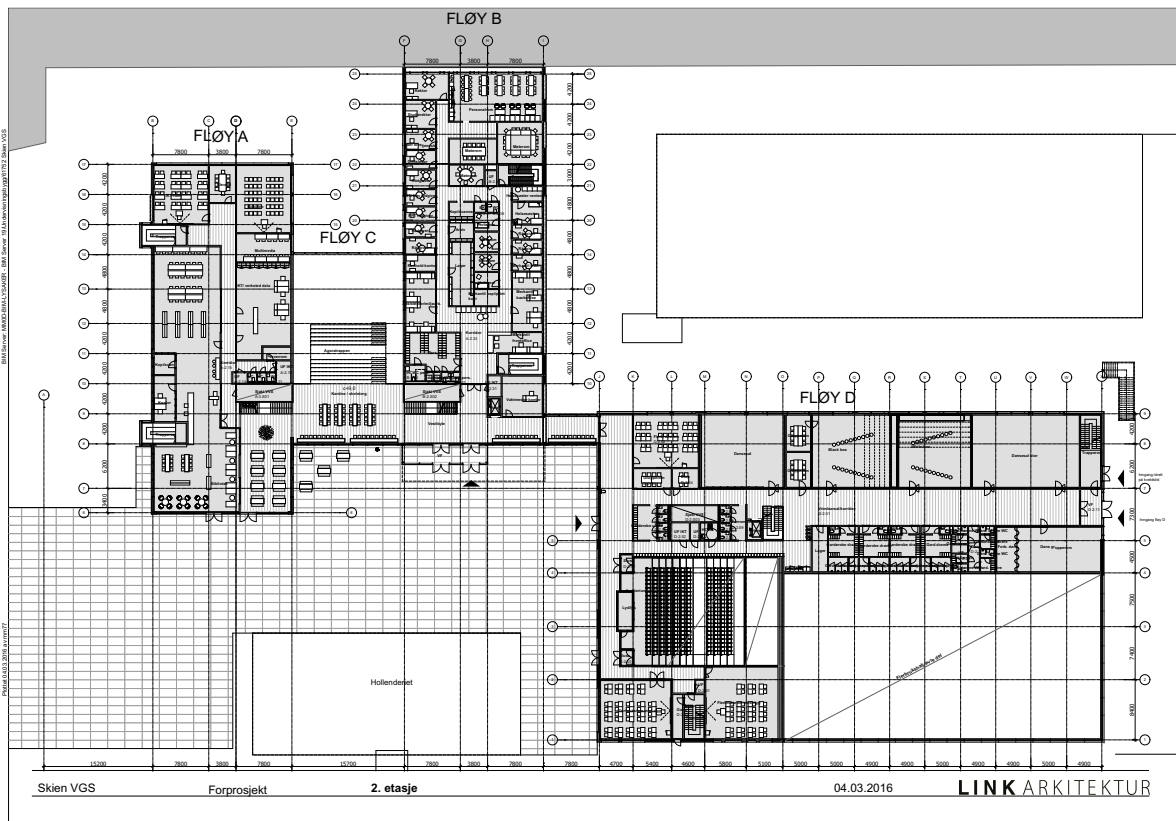
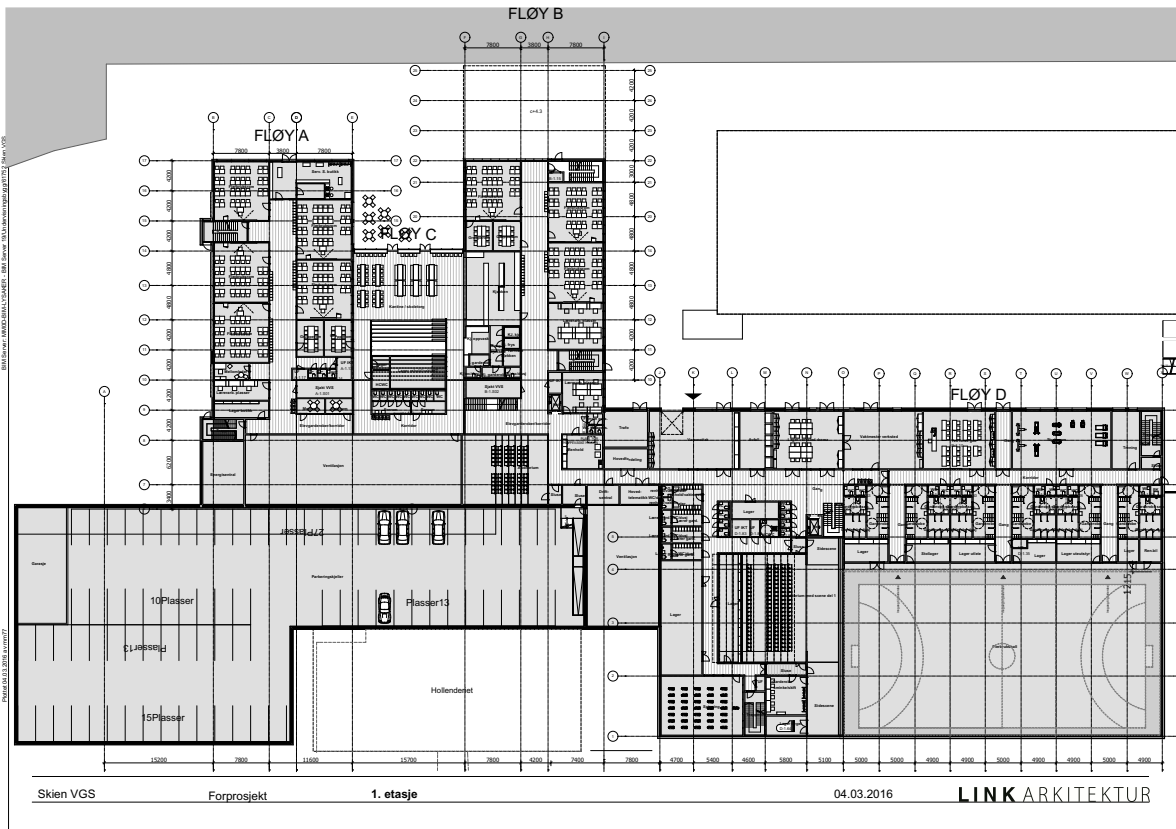
Med forståelse for utfordringen er det åpenbart at det kreves konsekvent og informert ledelse tidlig for at kontrakter, ansvar og innsats koordineres på en balansert og rettferdig måte ift. ønsket atferd slik at alle vinner. Lykkes man med å styre og definere kontrakter, ansvar og relasjoner på en god måte vil dette kunne være en kapabilitet i bransjen da man i større grad makter å belønne, og dermed i større grad også sikre, den atferden som må til for ønsket sluttresultat.

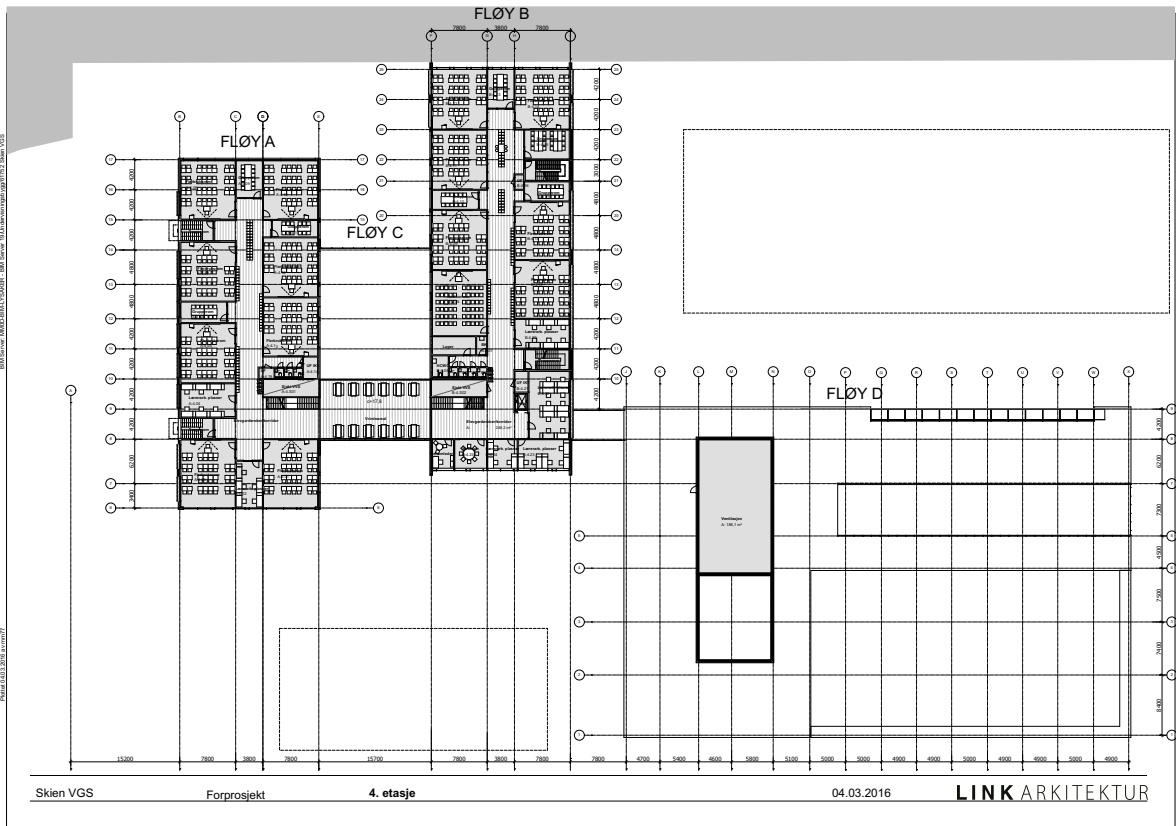
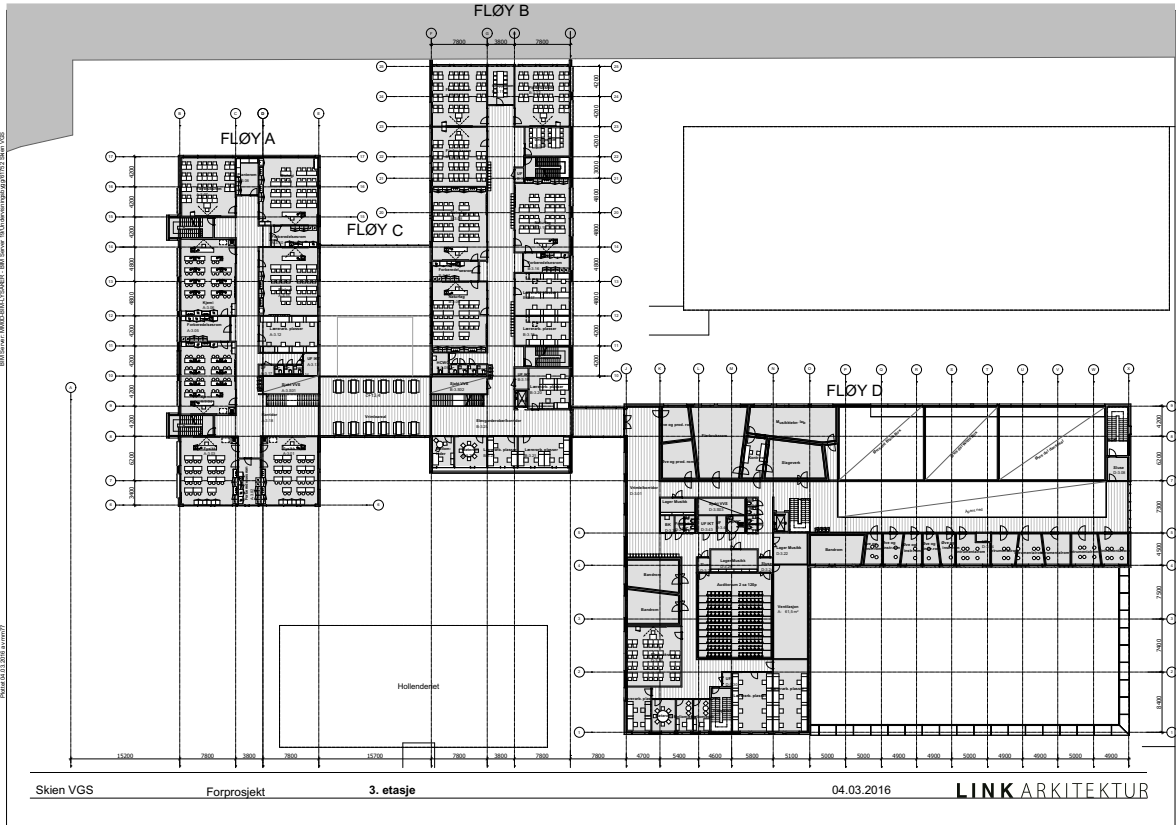
Samtidig har man i byggebransjen store utfordringer knyttet avhending. Hva gjør man med en oljeplattform når den er ”ferdig oppbrukt”? Statoil stod relativt nylig i et slikt dilemma. Dette kan få store miljømessige konsekvenser, og bør tas sterkt høyde for i planleggingen. Avhending bør være en avgjørende del av krav til byggeprosjekt, og tilhørende estimerte kostnad bør inn i beregningen som del av livssløpskostnadene. Den eldre tankegangen om at kostnadene ved et prosjekt kun påløper under selve byggingen er utdatert. Planlegging, vedlikehold og avhending eller gjenbruk er alle svært sentrale elementer for bærekraftig og miljømessig bygging. Corporate Social Responsibility (CSR) står langt sterkere i dag enn for bare 10 år siden, men her må nok den norske stat enda sterkere på banen med krav i lover og forskrifter for at disse forholdene skal tas tilstrekkelig høyde for over det ganske land. Uansett stiller dette krav til alle ledere om å hensynta forhold som ikke i seg selv er med på å generere inntekt. Dette kan ofte vise seg vanskelig uten press fra samfunnet, derav fremgår statens rolle viktig.

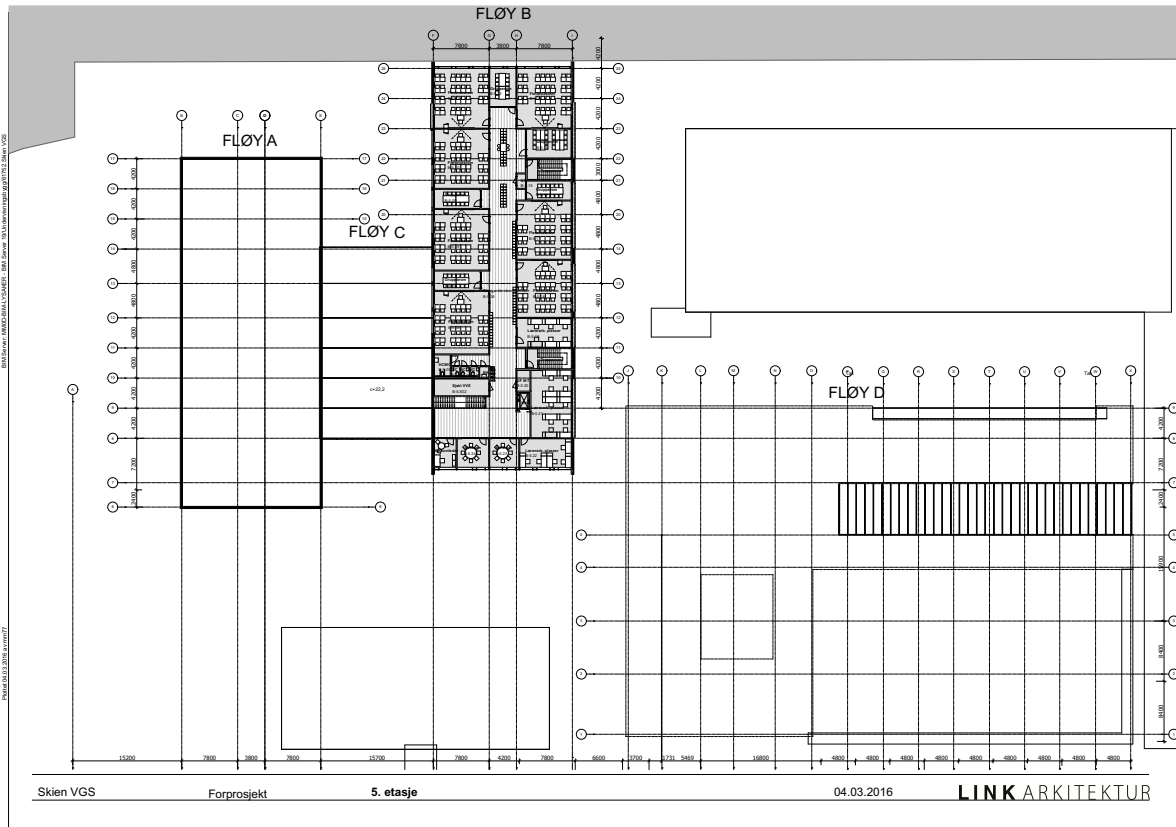
HMS er et annet moment som er svært relevant i byggebransjen, og noe som står sterkt nedskrevet i norske lover og forskrifter. Dette er et moment som er godt ivaretatt i Norge, og noe som kan bidra til at utenlandske entreprenører fra andre kulturer kan få problemer med å etablere seg i Norge. Streng HMS-krav begrenser freks. antall kraner som får lov til å operere ved byggingen av Skien VGS. Dette begrenser gjennomføringstiden.

### **Avslutning**

Dette har vært en utrolig spennende og lærerik masteroppgave å jobbe med, og den har virkelig latt oss nyttiggjøre kunnskap og innsikt knyttet det vi har lært ved Handelshøyskolen v. Universitetet i Agder. Forhåpentligvis har den også gjort oss mer selvstendig og faglig reflektert i møte med det utfordringene som kommer i arbeidslivet.







04.03.2016 14:07:17  
 04.03.2016 14:07:17  
 04.03.2016 14:07:17