

Byggekostnadsprogrammet

# Resultatrapport prosjekt 14318 Organisasjonsutvikling og læring knyttet til trimmet bygging



NÆRINGSforeningen  
i TRONDHEIM  
MID-NORWAY CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY





NÆRINGSforeningen  
i TRONDHEIM  
MID-NORWAY CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY

Byggekostnadsprogrammet

# **Resultatrapport prosjekt 14318**

## **Trimmet bygging**

Dokumentnr. 1  
Versjon 1  
Utgivelsesdato 04.01.2010

Utarbeidet eg  
Kontrollert  
Godkjent

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b>	<b>3</b>
1.1	Generelle erfaringer	3
1.2	Erfaringer ved St.Olav	6
1.3	Erfaringer ved PB2	9
<b>2</b>	<b>Mål</b>	<b>12</b>
2.1	Mål for prosjektet og denne rapporten	12
2.2	Objekt mål	12
2.3	Effekt mål	12
2.4	Prosess mål	13
<b>3</b>	<b>Bakgrunn og problemstilling</b>	<b>14</b>
3.1	Begrepet Trimmet bygging	14
3.2	Praktisering av trimmet bygging	14
<b>4</b>	<b>Beskrivelse av organisasjoner og prosesser for trimmet prosjektering og trimmet bygging</b>	<b>16</b>
4.1	Innledning	16
4.2	Firmaorganisasjoner	16
4.3	Samhandling i praksis (Helsebygg)	17
4.4	Prosjektorganisasjon	19
4.5	Prosesser og metoder	19
4.6	Opplæring i prosjekt	28
<b>5</b>	<b>Analyse</b>	<b>31</b>
5.1	Forskningsmetode	31
<b>6</b>	<b>Funn</b>	<b>32</b>
6.1	Trimmet prosjektering og/eller samspill	32
6.2	Logistikk og innkjøp	38

6.3	Byggherreperspektiv	40
6.4	Lederperspektivet	45
6.5	Trimmet bygging (byggefase, fokus på rekkefølge, planlegging, koordinering, møtegjennomføring og praktisk problemløsning)	46
<b>7</b>	<b>Effekter</b>	<b>52</b>
7.1	Effektvurdering	52
7.2	Generelle effekter	56
<b>8</b>	<b>Status og videreføring av arbeidet</b>	<b>58</b>
<b>9</b>	<b>Bemanning og organisasjon</b>	<b>59</b>
9.1	Beskrivelse av case-prosjektene	60
9.2	Kartlegging	62
9.3	Formidling	64
<b>10</b>	<b>Vedlegg 1 Spørreundersøkelse</b>	<b>66</b>

# 1 Sammendrag

Rapporten beskriver erfaringer fra Byggekostnadsprogrammets prosjekt "Organisasjonsutvikling og læring knyttet til trimmet bygging".

Prosjektene som ble valgt som case var:

- "Miljøbygget" Professor Brochs gate 2 (PB2)
- Gastro Midt-fløy (St. Olavs Hospital)
- St. Olavs Hospital, Byggefase 2

Disse prosjektene ble valgt fordi Trimmet Bygging er en del av prosjektene. Videre fordi organisasjonene som medvirker i forskningsprosjektet, ved at de har sentrale roller i case-prosjektene, kunne skaffe dokumentasjon og tilgang til relevante personer.

## 1.1 Generelle erfaringer

Det generelle inntrykket med trimmet bygging er positivt hos alle partene og alle virker motivert for å få prosessen til å fungere. Tilbakemeldningen er stort sett at arbeidsflyten er bedre og konfliktene mindre. Enkelte entreprenører har etablert logistikkprosesser som er tilpasset sine arbeidsområder, og enkelte entreprenører har oppnådd betydelig rasjonalisering med nye logistikkløsninger.

Prosessen med trimmet bygging har underveis vært opplevd som mer byråkratisk enn tradisjonell bygging, men mot prosjektets slutt gis det uttrykk for det motsatte. Prosessen er mer krevende med hensyn til planlegging, oppfølging og rapportering, men dette vinnes igjen på bedre kvalitet under produksjonen og ingen feil og mangler ved overtagelse.

En spørreundersøkelse blant deltakerne i caseprosjektene gir positive tilbakemeldinger om erfaringer vedrørende:

- Trivsel på byggeplass
- Samarbeid med andre fag og bedrifter
- Mindre konflikter
- Ryddighet og orden på byggeplass
- Planlegging

- Fremdriftsstyring
- Klargjøring av byggeplass
- Ressursstyring
- Logistikk
- Kvalitet
- Mindre sommel og heft

I sum gis det uttrykk for at Trimmet bygging har gitt kostnadseffektive resultater for alle parter. For Helsebygg inngår Trimmet bygging som et av de vesentligste bidrag innefor sin K5 gjennomføringsmodell for å komme i mål med kostnader som ligger under opprinnelig budsjett.

#### Kontraktsmessige forutsetninger

Trimmet prosjektering og trimmet bygging er kompakte prosesser som er avhengig av at alle spiller på lag og er tilstrekkelig innført i prosesser og metoder. Det er derfor viktig at metodene er godt forankret i avtale med alle parter og at disse avtalene gir riktig incitament.

Caseprosjektene har forskjellige entrepriseformer, men generelt kan vi si at følgende avtaleformer ble benyttet:

- Skisse-/forprosjekt utføres av prosjekterende i avtale med byggherre
- Samspillfase hvor alle parter har separate avtaler med byggherren, evt. som prosjektutvikling i en totalentrepriskonkurranse
- Detaljprosjektering og bygging i en integrert prosess hvor de prosjekterende har avtale med respektive fagentreprenører

Fase 2 ved St.Olav hadde sidestilte entrepriser for bygg og tekniske fag, mens PB2 hadde byggentreprenør alle avtalene med entreprenørene. De prosjekterende hadde avtale med entreprenørene for detaljprosjekteringen for alle caseprosjekterende. Spørreundersøkelsen viser sammenfallende resultater for alle caseprosjektene. Dette tyder på at kontraktsformen ikke er vesentlig for å få prosesser med trimmet bygging til å virke, men er i større grad avhengig av holdninger og samhandling mellom partene. Det blir spesielt uttrykt at maktforholdet mellom bygg og tekniske fag er blitt justert i forhold til hva som er vanlig i byggeprosjekter. Helsebygg tegnet sideordnede totalentrepriseavtaler basert på samhandling, mens Veidekke tegnet solidarisk avtale med alle parter.

#### Følgeresultater av Trimmet bygging

Innføring av trimmet bygging har presset frem forbedringer innen andre områder som er av betydning for å oppnå effektive prosesser. I caseprosjektene er det erfart betydelig prosessforbedring innen følgende områder:

- Kontraktsmodeller basert på samhandling og deling

- Trimmet prosjektering
- Logistikk

I forbindelse med trimmet prosjektering er det oppnådd forbedringer på en rekke områder, hvorav de viktigste er:

- Kontraktsformer med samspill mellom de prosjekterende og de utførende har redusert kostnadene til detaljprosjektering betydelig spesielt fordi arbeidet med spesifikasjoner er redusert ved at anbudsprosjekteringen er falt ut, dessuten får man mindre grad av omprosjektering ved å prosjektere mot kjente systemer, utstyr og materiell første gang.
- Samspill mellom de prosjekterende og de utførende har forbedret detaljprosjekteringen spesielt med hensyn til byggbarhet. Bedre detaljering gir bedre grunnlag til 3D og BIM-prosjektering og dermed mer effektive byggeprosesser.
- Trimmet bygging forutsetter at alt underlag er på plass i tide også arbeidsunderlag fra de prosjekterende. I caseprosjektene har vi sett betydelig bedring i styring av leveransene fra de prosjekterende med aktivt bruk av leveranseplaner og beslutningsplaner.

Trimmet bygging har også medført effektivisering av flere prosesser hvorav de viktigste er:

- Avtaler basert på likeverd og samspill medfører mindre konflikter og større grad samhandling og mer effektiv løsning av utfordringer som oppstår underveis
- Planlegging med kort horisont og involvering av prosjektmedarbeidere på hensiktsmessig nivå i planleggingen gir mer realistiske planer med større styringskraft. Dette kombineres med strukturert møteserie (6-,3- og 1-ukesmøter) tilpasser nivåinndelingen i planverket.
- Inndeling av arbeidet i begrensede styrbare arbeidsområder og inndeling av arbeidet innen arbeidsområder i bølger gir bedre styring av fremdrift og kvalitet. Det gir mer effektive prosesser ved at de enkelte fag får arbeidsro til å gjennomføre sine arbeider.
- Flytting av brukerendringer til eget prosjekt etter at hovedprosjektet er ferdigstilt for å unngå forstyrrelser underveis. Dette gir bedre styring på prosjektering og utførelse.
- Tilpasning av akkordsystemet for å initiere mindre feil og mer effektive prosesser og sikre at medarbeiderne får god lønn for godt arbeid.
- Effektivisering av logistikken ved å organisere mottak og uttransport av utstyr, materiell og verktøy til arbeidsområdene.

## 1.2 Erfaringer ved St. Olav

### 1.2.1 Erfaringer med prosjektering ved St. Olav

Forprosjekt	For trimmet bygging og trimmet prosjektering er det en forutsetning at prosjektet er godt definert på funksjonsnivå i et skisse/forprosjekt. I denne fasen har det vært gode erfaringer med samlokalisering av de prosjekterende, men det er ressurskrevende og vil trolig være aktuelt kun for meget store prosjekter.
Samspill	Samspillprosessen gjennomføres på bakgrunn av godkjent forprosjekt. Da de prosjekterende allerede var godt inne i prosjektet, ble samspill preget av informasjonsoverføring fra de prosjekterende til de utførende, mindre andre veien. Prosjektet som helhet hadde nytte av samspillprosessen, men samspillprosessen kunne vært bedre med sterkere prosjekteringsledelse og med bedre håndtering av grensesnitt mellom bygg og tekniske fag. Samspillprosessen hadde mye fokus på målpris og mindre på løsninger. Kuttrunden i målprisarbeidet var ikke samordnet med grunnlaget og skapte uoverensstemmelser med brukerkravene (dRofus) i etterkant. Målpris bør ha en egen pott for risiko som gir bedre risikodeling.
Anbudsprosjektering	På grunn av kontraktsformen ble det ikke aktuelt med anbudsprosjektering. Dette medførte betydelig reduksjon av prosjekteringskostnadene fordi anbudsprosjekteringen er forholdsvis ressurskrevende og medfører omprosjektering av detaljer når materialer, systemer og utstyr er valgt. Uten anbudsprosjektering ble det ikke laget tradisjonell spesifikasjoner for utførelsen. Som erstatning ble det laget spesifikasjoner som GSP, grensesnittliste, kravanalyse etc. Men det er en utfordring å få laget tilstrekkelig kontrollgrunnlag for prosjektering og utførelse.
Prosjektering i entreprenørvtale	Detaljprosjekteringen ble gjennomført i avtale mellom de prosjekterende og respektive fagentreprenører. De prosjekterende følte seg klemte mellom hensynet til kontraktspart/ entreprenøren med fokus på å sikre økonomien til kontrakten, og hensynet til prosjektet med å finne optimale løsninger for drift i en livstidsvurdering. Samarbeid mellom prosjekterende og entreprenør gir derimot god kvalitetssikring av byggbarhet og gir større detaljkompetanse i prosjekteringen. Det gir mulighet for i større grad å ferdigstille detaljløsninger ut fra kjente systemer og utstyr og det medfører mer funksjonelle løsninger fra de prosjekterende.
Innkjøpsprosessen	Det var effektiviserende å prosjektere med kjente materialer, utstyr og systemer. Det gjør det mulig å prosjektere detaljer med stor nøyaktighetsgrad, og var spesielt rasjonelt med bruk av 3D verktøy. For en del utstyr var innkjøpsprosessen tidkrevende, og det kunne derfor ta tid å fremskaffe informasjon om utstyr i tide. Innkjøpsprosessen til byggfaget er preget av shopping på et sent tidspunkt. Dette medfører sen avklaring av utstyr og materiell og informasjonsoverføringen til de prosjekterende på utstyr og materiell blir dårligere.
Leveranseplan/ beslutningsplan	Trimmet prosjektering og trimmet bygging stiller strenge krav til at alle leveransene foreligger i tide. For prosjekteringen er det derfor viktig med effektiv



	styrings med omforente leveranseplaner i kombinasjon med beslutningsplan. Erfaringene med bruk av leveranseplan er gode, det har sikret nødvendig underlag fra alle fag i tide. Det er en utfordring å få tilstrekkelig prosjektering av helheten i prosjektet og sikre tilstrekkelig tid og rom til å prosjektere løsninger og systemer som henger sammen horisontalt og vertikalt. Det må derfor tas med tilstrekkelig kompetanse i prosessforståelse i utarbeidelse av prosjekteringsplan/leveranseplan.
Grensesnitt	Detaljprosjekteringen ble gjennomført i avtale med fagentreprenør. Det blir derfor lett enfaglig fokus og en utfordring å håndtere grensesnitt mellom fagene for de prosjekterende, spesielt å sikre at alle fag var i fase.
Tverrfaglig gjennomgang	Prosjekteringen skulle i prisnipp være ferdig for kontroll 8 uker før oppstart på byggeplass. Da ble prosjekteringen sendt på enfaglig kontroll til fagentreprenørene. Når enfaglig kontroll var ferdig ble det organisert tverrfaglig gjennomgang med prosjekterende og utførende for tekniske fag. Tverrfaglig møter med alle fag representert bar preg av å være informasjonsmøter fra de prosjekterende. Bedre forberedelse og større aktivitet fra de utførende ble etterlyst. Ved uklarheter om grensesnittansvar blir hvem som skal ta kostnadene avgjørende for løsningen. Dette vil medføre løsninger som ikke blir så optimale som de kunne blitt tatt ut fra en uavhengig vurdering.
Byggeplassoppfølging	De prosjekterende var i prinsippet ikke involvert i prosjektet etter leveranse av arbeidstegninger 8 uker før oppstart. Dette gir rådgiverne mindre byggeplasserfaring som er nødvendig for å kunne prosjektere riktig på detaljløsninger.
Endringer	Endringsvolumet for Helsebygg i fase 2 var vesentlig mindre enn for Fase 1. Årsakene til dette kan være sammensatt, men det er tydelig mindre feil og mangler i prosjektet og de feil og mangler som oppstår, blir behandlet innen den enkelte kontrakt.
	<b>1.2.2 Erfaringer med utførelsen ved St. Olav</b>
Planlegging	En forutsetning for gode planer er å dele prosjektet i korte realistiske aktiviteter. God sjefsplanlegger og godt planverk i bunnen er en forutsetning for Trimmet bygging.
Arbeidsområder	Man erfarte at inndelingen i arbeidsområder burde begrenses til 1000 <sup>m</sup> <sup>2</sup> for å få en effektiv detaljplanlegging. Deling av arbeidet i jobbpakker ga god styringsmulighet for fremdrift og produktivitet, og var motiverende for prosjektgruppene.
Bølgeinndeling	Utførelsen i fase 2 ved St. Olav ble inndelt i bølger med overleveringsprosess ved hver bølgeovergang. Inndeling i bølger medførte arbeidsro for det enkelte fag og en betydelig kvalitetssikring ved overleveringen ved bølgeovergangene. Bølgeprosessen gir god styring på kontrollen med overlevering mellom respektive entreprenører for hver bølge med kontrollbefaringer hvor alle parter inklusiv byggherre deltar. Ved hver overlevering blir gjenstående mangler registrert i Synergi og fulgt opp og lukket der. Bonus for hver bølge gir skjerpet holdning til utførelsen og kontrollen for alle parter. Inndeling i bølger medførte en stram

prosess som var sårbar for manglende ferdigstilling i foregående bølge og det skapte lett problemer når det kom parter uten kjennskap til prosessen på byggeplassen. Dessuten var prosessen sårbar overfor innkjøpsprosessen og mangler i leveranser av utstyr og materiell. Det må derfor legges inn fleksibilitet i prosessen ved å legge inn slakk og definere arbeider (gråsoneliste) som kan flyttes til andre bølger uten å forstyrre prosessen. Dessuten bør det gjennomføres usikkerhetsanalyse for å identifisere mulige problemer og forberede tiltak.

Endringer	Trimmet bygging forutsetter lite endringer underveis i prosessen. Brukerendringer må derfor stoppes på et tidlig tidspunkt og eventuelt overføres til eget delprosjekt eller bølge T. Erfaringer med bølge T er at det ikke medfører store merkostnader i forhold til å ta endringene underveis. Trimmet bygging medfører at endringer som normalt utløser endringskrav, nå blir løst innen den enkelte kontrakt på byggeplass på basnivå.
Møter og detaljplanlegging	Inndeling i møteserie for hhv 6-, 3-, 1- ukes og basmøter medførte involvering i planleggingen på hensiktsmessig nivå i organisasjonen og ga grunnlag for håndterbar planlegging med realistisk tidshorisont.
Kvalitet på tegninger	Generelt var tegningene bra, selv om det har vært en del glipper etter kontrollen. Entreprenørgjennomgangen luket ut mye feil i tegningene. Entreprenøren brukte 2-4 timer for enfaglig gjennomgang og 12-16 timer for tverrfaglig gjennomgang av tegninger pr. arbeidsområde. Entreprenørene mener at dette er en god investering og medfører totalt sett lavere kostnader for prosjektet som helhet.
Prosjekteringsfeil	Det er uavklart hvordan kostnadene for feilprosjektering skal belastes. Feilprosjekteringen medfører direktekostnader til supplering av manglende utstyr og til oppretting av feil, og følgekostnader ved involvering av andre kontrakter i opprettingen. Det må avklares hvordan dette skal håndteres i avtale og hvordan forsikringsdekningen for prosjekteringen er i totalentrepriser.
Opplæring/innføring	Trimmet bygging forutsetter at alle parter har fått tilstrekkelig opplæring. Der opplæring av leverandører/underentreprenører ikke har vært tilfredsstillende, har prosessen for trimmet bygging blitt forstyrret. Det må derfor legges opp til systematisk opplæring ved mottak av nye deltakere på byggeplassen.
Oppmåling	Nidaros Oppmåling stod for all oppmåling og utstikking i fase 2. Dette effektiviserende og var med å sikre riktig plassering av bygningskonstruksjoner.
HMS	Når de syv forutsetningene for Trimmet bygging følges medfører dette at forholdene er lagt bedre til rette for en effektiv og ryddig arbeidsplass hvor de enkelte fagene har optimale arbeidsforhold. God involverende planlegging fremmer motivasjon og trivsel som igjen resulterer i et godt arbeidsmiljø
Administrative kostnader	Proessen med trimmet bygging er mer krevende med hensyn til planlegging, oppfølging og rapportering enn tradisjonell bygging. Spesielt er økonomirapporteringen krevende. Dette ble bedre etter hvert som en etablerte faste rutiner i prosjektorganisasjonen. Det må vurderes om en tar med seg administrative ruti-

ner som er viktig i tradisjonelle prosjekter, men som kan forenkles med nye byggeprosesser.

### 1.3 Erfaringer ved PB2

PB2 ble utført som en totalentreprise hvor alle entreprenører hadde avtale med Veidekke og de prosjekterende hadde avtale med respektive fagentreprenører. Forprosjektet ble gjennomført som tradisjonell byggherrevtale.

Generelle erfaringer	Entreprenørene har generelt gode erfaringer med trimmet bygging i prosjektet. Det har vært et bra klima på byggeplass med samarbeidsvillig og løsningsorientert team. Prosjektet har lagt stor vekt på oppstartprosessen for å skape ”vifølelse”
Trimmet prosjektering	Avtalen med de prosjekterende omfattet detaljprosjektering, oppfølging og As-built. Trimmet prosjektering ble oppfattet som en samhandling mellom fagene hvor alle hadde ansvar for en proaktiv holdning for å sikre fremdrift for eget arbeid. Erfaringene med trimmet prosjektering er spesielle med hensyn på møtstruktur, arbeid med spareliste og aktive tekniske rådgivere. Det har vært utfordrende å jobbe på nye måter, men også frustrerende i og med at metodikken ikke har vært helt tydelig. Det etterlyses klarere organisasjonsmodell med tydeliggjøring av kommunikasjonslinjer. Det er forebedringspotensial i prosessen.
Tegningsleveranseplan	Prosjekteringen ble styrt med tett oppfølging av detaljerte tegningsleveranseplaner for de prosjekterende. Leveransedyktigheten til de prosjekterende ble målt i prosjekteringsmøter hver 14. dag. Ved å visualisere og måle leveranser og involvere de prosjekterende i utarbeidelse og justering av planene fikk man betydelig trykk på fremdriften til de prosjekterende.
Beslutningsplan	Det ble utarbeidet en beslutningsplan basert på Bygningsdelstabellen på 3-siffernivå. Her ble det fastlagt behov for beslutninger innen hvert enkelt fagområde og med angivelse av hvem som er ansvarlig for å utarbeide beslutningsgrunnlag for respektive sak. Alle parter var involvert i utarbeidelse og løpende justering av planen. Det blir påpekt at det ble forsøkt med detaljerte beslutninger for tidlig i prosjektet.
Spareliste	Spareliste ble gjennomført ved at alle involverte fag i prosjektet spilte inn sparetiltak for å få ned kostnadene på prosjektet. Det ble uttrykt ønske fra de prosjekterende om større grad av involvering i møtene der sparelisten ble diskutert, slik at de kunne komme med faglige innspill som underlag til beslutningene.
Kvalitet på prosjekteringen	Prosjekteringen har vært bra. Underlaget har stort sett kommet i tide. Underlaget har vært bedre enn for andre prosjekter. De prosjekterende oppfatter at tilgangen på underlag fra andre fag var bedre enn normalt, spesielt fordi leveransen fra de prosjekterende var styrt med detaljerte leveranseplaner som ble fulgt opp av prosjekteringsleder.

Fremdriftsplaner	<p>Trimmet bygging hadde fokus på utarbeidelse og vedlikehold av omforente fremdriftsplaner:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hovedplan</li><li>• Driftsplan 6-ukersplan</li><li>• Basplan 2-ukers</li></ul> <p>Planene ble knadd i overnevnte byggemøter hvor alle fag var aktivt med i tilpasing av planene. All dokumentasjon fra byggemøter ligger i elektroniske planer som ble direkte bearbeidet i møtene.</p>
Samhandling	<p>Det ble kjørt egne særmøter/arbeidsmøter med rådgivere og utførende med montører. Dette medførte mindre misforståelser på byggeplass og ga mindre oppfølgingskostnader for de prosjekterende.</p> <p>Det var ellers lite samhandling mellom de prosjekterende og entreprenørene i detaljprosjekteringen. Det ville vært hensiktsmessig med større grad av kontroll av prosjekteringen fra entreprenørenes side.</p>
Klima	<p>Det har vært et godt klima med inspirerende, men utfordrende miljø i prosjektet.</p> <p>Alle tekniske fag hadde en solidarisk avtale som også inngikk i avtalen med Veidekke. Byggeplassen hadde spesielt god tone, preget av løsningsorientering og samarbeid.</p>
IA-møter	<p>Veidekke hadde IA-møte (ukeplanmøte) med sine medarbeidere hver mandag. Her ble alle Veidekkes arbeidere involvert i møte for å planlegge neste ukes arbeid. De andre fagene hadde ikke IA-møtene, og involverte ikke medarbeidere under bas i planleggingsprosessen.</p>
Akkord	<p>For Veidekke blir akkorden synliggjort som tydelig del av produksjon fordelt over perioder, og ansporer derfor til mer effektiv produksjon. Feiloppretting er inkludert i akkorden. Det settes av løpende beløp i akkorden til oppretting av feil og mangler. Akkorden blir derfor et godt verktøy til å måle resultat av produksjon.</p>
Samarbeid	<p>Viktige elementer for å sikre samarbeid og kvalitet på byggeplass:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Solidarisk avtale mellom alle entreprenører, medførte at alle hadde samme interesse for effektive løsninger. Medførte også at det ble lite konflikter på byggeplass</li><li>• Grensesnittliste som inngikk i avtalen. Ansvar for grensesnitt var definert på forhånd.</li><li>• Gode omforente framdriftsplaner, involvering av baser i fremdriftsplanleggingen</li></ul>

Det var en del uoverensstemmelse på grunn av forskjellige avtaleformer hhv timeavtale og akkord. Dette ga noe forskjellige incitamentter hos håndverkerne.

Rent bygg

Hver entreprenør fikk ansvar for rydding i en etasje. Dette medført gode holdninger til rydding og en ryddig arbeidsplass.

Logistikk

Logistikken var effektiv, entreprenørene hadde logistikkavtale med sine grossister som leverte på plan.

## 2 Mål

### 2.1 Mål for prosjektet og denne rapporten

Målene for prosjektet er å:

- Kartlegge best praksis metoder for trimmet bygging.
- Vurdere hensiktsmessige metoder for organisatorisk læring og implementering av erfaringene i firmaorganisasjoner og i prosjektorganisasjoner.
- Etablere hensiktsmessige målemetoder for å kartlegge effekter med innføring av trimmet bygging.
- Dokumentere effekter, kartlegge empiri fra prosjektene.
- Lage grunnlag for Implementering av best praksis metoder for trimmet bygging i deltakende organisasjoner.

Denne rapporten viser til praksis i form av hvordan utvalgte aktører jobber med Trimmet bygging.

Videre er erfaringer med og effekter av Trimmet bygging hos disse aktørene dokumentert.

### 2.2 Objektivmål

Objektivmål er kvalitative og kvantitative mål resultatet av selve prosjektet, ”produktet”, skal relateres til.

Etter gjennomført prosjekt skal det foreligge en dokumentert modell for trimmet bygging for prosjektering- og bygging.

### 2.3 Effektivmål

Effektivmål er kvalitative og kvantitative effekter ”produktet” skal ha på organisasjonen som skal benytte ”produktet”.

- Brukere av modellen for trimmet bygging i prosjektering og bygging skal få hjelp til å bli mer effektive ved å:
  - Etablere kompetanse i trimmet bygging
  - Bygge opp en systematikk for å oppfylle mål
  - Forbedre sine prestasjoner ved systematisk å fokusere på trimmet bygging ved gjennomføring av egne prosjekter og prosjekter i samspill med andre

## 2.4 Prosessmål

Prosessmål er kvalitative og kvantitative effekter prosjektet skal ha på deltakerne i prosjektet.

Den enkelte bedrift vil dra nytte av erfaringene med tilgang til metoder og erfaring med trimmet bygging, og vil som resultat få bedre organisering av prosjekter med bedre inntjening, bedre arbeidsmiljø og mindre sykefravær.

Bransjen vil dra spesielt nytte av bedre samspill mellom aktørene på byggeplassen med økt produktivitet og reduserte byggekostnader. Forskning viser at bransjen har et effektivitetstap på opptil 20-30 % på grunn av plunder og heft på byggeplass. Vi regner med at en del av dette tapet kan hentes inn med trimmet bygging.

## 3 Bakgrunn og problemstilling

### 3.1 Begrepet Trimmet bygging

Lean Construction

Trimmet bygging er et norsk begrep for det opprinnelig engelske begrepet ”Lean Construction”. Lean Construction har bidrag fra ulike personer og fagfelt, men to hovedpersoner i utviklingen av metoden er amerikaneren Glenn Ballard og finnen Lauri Koskela. I Norden var danskene tidlig ute, og kalte dette for ”trimmet byggeri”, som altså etter hvert har blitt importert og dels videreutviklet i Norge som trimmet bygging, kombinert med trimmet prosjektering, samspill og nye logistikk-løsninger.

Trimmet-tilnærminger

I dette prosjektet har vi operert med en vid forståelse av begrepet. For det første har i ikke bare fokusert på selve byggefasen. I forbindelse med deler av byggingen av St. Olavs hospital har en tilnærming kalt Trimmet prosjektering vært i bruk. Vi har dermed vært i stand til å studere ”trimmet-tilnærminger” som omhandler en større del av byggeprosjektet enn bare selve bygge-/gjennomføringsfasen.

Videre skyldes ”bredden” i vår forståelse av begrepet at vi ser flere elementer som er relatert til Trimmet bygging. TB-tilnærminger til planlegging og organisering knyttet til utførelsen av selve byggingen er det mest åpenbare. Samtidig ser vi at innenfor en TB-ramme for et byggeprosjekt er det rom for å velge ulike logistikk-løsninger. Logistikk-løsninger knyttet til Trimmet bygging har derfor fått oppmerksomhet i vårt prosjekt. Samhandling er også et element i vår forståelse av Trimmet bygging. I TB-prosjektene vi har studert kan samhandlingsbegrepet knyttes både til hvordan aktørene løser oppgaven i fellesskap, og i form av hva slags avtaler og kontraktsformer som ligger til grunn for samarbeidet.

### 3.2 Praktisering av trimmet bygging

Trimmet bygging er en metode for bedre planlegging av byggeprosessen gjennom involvering av alle parter i byggesaken.



Organisering av prosjekt og foretak	Dette medfører betydelige endringer i organiseringen av foretak og prosjekt. Mye av planleggingen flyttes nedover i prosjektorganisasjonen, og utfordringene blir i større grad løst i tverrfaglige arbeidsgrupper på byggeplassen. Det medfører betydelige endringer i organiseringen av foretak og prosjekt, og det medfører endringer i ansvar og oppgaver for den enkelte medarbeider.
Best praksis for trimmet bygging	God praksis innenfor trimmet bygging eksisterer i en del bedrifter i næringen. Samtidig finnes en del bedrifter som ikke har benyttet seg av de muligheter som ligger i denne måten å jobbe på. Med fokus på organisasjonsutvikling og læring knyttet til trimmet bygging vil vi legge til rette for hvordan kunnskapen som ligger i denne praksisen kan formuleres og formidles på måter som er egnet for bransjen. Samtidig vil vi fokusere på at såkalt "beste praksis" ikke er statisk. Den endres fra dag til dag. Det er derfor nødvendig å, parallelt med formidling av kunnskap om trimmet bygging, utvikle forslag til en arbeids-/samhandlingsform som gjør at man får en levende/kontinuerlig kunnskapsformidling på arbeidsplassen både vertikalt og horisontalt.
Læring og implementering	For å lykkes med trimmet bygging forutsetter det at alle parter i prosjektet er med og har kunnskap om metoden. En part som ikke blir involvert i prosessen og lærer seg metoden kan være nok til at prosessen kolliderer. I prosjektorganisasjoner med stadig nye parter, er det derfor en stor utfordring å få alle involvert. Det krever gode implementeringsmetoder som fungerer for hvert nytt prosjekt. Fremtiden vil stille krav til rask læring. Bedriftene som lærer fortest vinner. Den tradisjonelle måten å organisere opplæring på innebærer ofte at kunnskapen er fastlåst og utdatert så snart den når målgruppen. Arbeidslivet som læringsarena får en stadig økende betydning og anerkjennelse (NHO, 2005 – brosjyren Utdanning kompetanse og FoU, Læring for arbeidslivet – i arbeidslivet).

## 4 Beskrivelse av organisasjoner og prosesser for trimmet prosjektering og trimmet bygging

### 4.1 Innledning

Prosjektene som ble valgt som case var:

- ”Miljøbygget” Professor Brochs gate 2 (PB2)
- Gastro Midt-fløy (St. Olavs Hospital)
- St. Olavs Hospital, Byggefase 2

Disse prosjektene ble valgt fordi Trimmet Bygging er en del av prosjektene. Videre fordi organisasjonene som medvirker i forskningsprosjektet, ved at de har sentrale roller i case-prosjektene, kunne skaffe dokumentasjon og tilgang til relevante personer.

### 4.2 Firmaorganisasjoner

#### Helsebygg

Helsebygg er byggherre med stor prosjektorganisasjon som selv står for utvikling av prosesser og metoder og for innføring av metodene i prosjektet. De har hovedfokus på prosessene med involvering av alle ledd fra prosjektledelsen til og med basnivå.

#### Veidekke

Veidekke er byggherre og hovedentreprenør og tegner avtale med alle underentreprenører. Veidekke er premissgiver for og er den som styrer hele prosessen. Veidekke har jobbet over flere år med kulturbygging innen trimmet bygging i egen organisasjon og de har laget gode incitament i kontrakter med sine parter og med styringssystemet for prosjektet. Deres erfaring er svært positiv med å skape en felles kultur og holdning innen hele organisasjonen. De har gjennomført en prosess i samarbeid med NTNU samfunnsforskning. Dette har medført en sammensveiset organisasjon som spiller på lag med betydelige effekter. Veidekke har spesielt hatt fokus på adferd til håndverkere.

### Teknobygg

Teknobygg er en totalentreprenør som utfører store byggeprosjekter i Sør-Trøndelag. Nettoomsætning i 2009 er 640 mill. og selskapet har 138 ansatte. Teknobygg har som målsetning å bygge 150 boliger i året, større offentlige bygg og næringsbygg, samt større rehabiliteringsoppdrag. Prosjektene gjennomføres etter Teknobyggmodellen som inkluderer blant annet Trimmet Bygging og Prosjektering. Ressurser/Kompetanse i Teknobygg totalt, 45 funksjonærer hvorav 10 siving og 15 ing.

Teknobygg er totalentreprenør for Gastro Midt og har utviklet sine metoder i nært samarbeid med Helsebygg. Metodene er implementert i prosjektorganisasjonene i forbindelse med gjennomføring av prosjektene. De har hovedfokus på prosesser og metoder med involvering av alle ledd fra prosjektledelsen til og med basnivå. Teknobygg har også hatt en prosess med å utvikle egen organisasjon over flere år, men med større vekt på "Lean Construction" som metode og med fokus på prosesser og metoder og samarbeide med andre organisasjoner som de prosjekterende og underentreprenører.

### ASV

ASV står for Arbeidsfellesskapet Siemens + Vintervoll. (Siemens er i dag Bravida). ASV ble etablert i forbindelse med tilbudet på de elektrotekniske installasjonene i fase 2 ved St. Olavs Hospital. ASV startet det forberedende arbeidet med samspill og TB i tilbudsfasen og involverte både montører, baser og prosjektledere allerede på dette stadiet. I forbindelse med installasjonene ved St. Olavs Hospital har ASV fungert som en organisasjon og "ett firma", selv om det har vært samarbeid mellom 2 juridiske firma. Helsebygg Midt-Norge har vært premissgiver og stilt krav. ASV har vært en viktig bidragsyter i utvikling av TB som konsept samt i den praktiske gjennomføringen. Både Siemens (Bravida) og Vintervoll har implementert TB som gjennomføringsmodell i egne KS-system og har som mål å påvirke så vel byggherrer som entreprenører til å bruke TB i fremtidig prosjekt.

## **4.3 Samhandling i praksis (Helsebygg)**

### **4.3.1 Samhandlingsmodell**

Helsebygg har gjennomført prosjektene etter en samhandlingsmodell hvor entreprenør, rådgivere og byggherre jobbet sammen om å nå felles mål.

Det har vært en forutsetning for samhandlingsmodellen at entreprenører og byggherre samlokaliseres nært byggeplassen.

Samhandlingslinjen  
forutsetning for  
trimmet bygging

Samhandlingslinjen tilrettelegger og tilpasser mulighet for gjennomføring av trimmet bygging. Trimmet bygging benytter en organisering der de best kvalifiserte benyttes uansett organisasjonsmessig tilhørighet.

K5-modellen

Det er etablert et samlebegrep "K5" på hele samhandlingen, med følgende fokuselementer:

- Kompaniskap, for ærlig, åpent og forpliktende samarbeid.
- Kompetanse, for den kunnskap og erfaring som trengs.
- Koordinering, for å utføre riktige oppgaver når de skal gjøres.
- Kreativitet, for oppfinnsomme løsninger.
- Kommunikasjon, for dialog, informasjon og involvering.

Formålet med ”K5”-modellen (Samhandling i byggeprosessen for Nytt universitetssykehus – St. Olavs Hospital) er å foreta en prosjektgjennomføring for optimal verdiskapning. Fokus i prosjektgjennomføringen er å bygge et best mulig produkt innenfor de gjeldende forutsetninger for kvalitet, tid og pris. Herunder inngår oppfyllelse av strenge HMS-krav for utførelsesfase og ferdig bygg.

Samhandlingsmodellen ”K5” har følgende delmål:

- effektiv utnyttelse av prosjektets samlede kompetanse
- motivasjon og tillit mellom partene for å arbeide mot felles prosjektmål
- sikkerhet for økonomi og fremdrift
- styring mot avtalt kvalitet

Modellen K5-Samhandling bidrar til å:

- Fremme motivasjon og tillit mellom byggpertene.
- Sikre fremdrift og byggetid.
- Kutte kostnader.
- Opprettholde kvaliteten.
- Redusere feil i byggetiden
- Senke skadetallet.
- Trygge sykehusdriften.

Dette stiller nye krav til partene sammenholdt med tradisjonelle gjennomføringsmodeller:

- utfordre tradisjonell rolleforståelse, og tilpasse samhandlingsmønsteret etter dette
  - skape et forretningsmiljø basert på dialog, tillit og åpenhet
  - utforme felles målsettinger og fastsette nøkkeltall som synliggjør oppfyllelse av målsettingene
- incentiver som er med på å motivere til felles måloppnåelse

### 4.3.2 Organisasjonsstruktur (Helsebygg)

Helsebygg besluttet en organisasjonsstruktur som tilrettelegger for gode funksjoner, fysisk plassering og mellommenneskelige relasjoner. For å klargjøre myndighet og kommunikasjonslinjer er det definert tre linjer for organisasjonen og fem nivåer innenfor hver linje:

- Kontraktslinje (beslutnings, rapport og kommando linje, alle nivåer besatt)
  - L0 Administrerende direktør
  - L1 Utbyggingsdirektør

- L2 Prosjektleder
- L3 Byggeleder
- L4 Bas/Arbeidsleder
- L5 Fagarbeider
- Støttelinje (støtte funksjoner til kontraktslinjen, behov avgjør bemanning)
  - S0
  - S1
  - S2
- Samhandlingslinje (trimmet bygging, bemanning tas av kontraktslinje i matrise)
  - TB0 Styringsgruppe samhandling
  - TB2 Prosjektledergruppe
  - TB3 Gruppeleder kontrollområde
  - TB4 Leder for kontrollområdet
  - TB5 Fagarbeider

Hver organisasjon definerer sine medarbeidere innenfor en kontraktslinje, støttelinje og en produksjonslinje. De definerer i tillegg på hierarkiske nivåer innenfor kontraktslinjen. Personell kan ha flere posisjoner i en og sammen organisasjon.

For å få til en effektiv gjennomføring, produksjon og drift er det viktig at alle impliserte organiserer seg etter felles mal, slik at harmonisert delegering og koordinert fysisk plassering forenkles og sikrer prosjektets visjon om delegert bygging iht. Samhandling K5. Personell ble lokalisert på 4 ulike plasser, i respektive selskap sine egen kontor lokaler, samlokalisert i Teknostallen, samlokalisert på brakkerigg og ute på byggeplassen.

## 4.4 Prosjektorganisasjon

En prosjektorganisasjon etableres i tilknytning til konkret prosjekt og er ofte satt sammen av nye parter og er av begrenset varighet. Innføring av nye prosesser og metoder i en prosjektorganisasjon er derfor utfordrende. Det krever erfarne ledere og gode styringssystemer.

På den annen side så er prosjektorganisasjoner vant til å fungere i en dynamisk verden med stadig endringer, så de er tradisjonelt mottakelig for nye metoder.

## 4.5 Prosesser og metoder

### 4.5.1 Kontraktsmessige grep

Trimmet prosjektering og trimmet bygging er veldig kompakte prosesser og avhengig av at alle spiller på lag og er tilstrekkelig innført i prosesser og metoder. Prosessen er sårbare for parter som avviker fra definerte metoder. Det er

derfor viktig at metodene er godt forankret i avtale med alle parter og at disse avtalene gir riktig incitament.

Prosjektutvikling Skisse- forprosjekt	Utviklingen av prosjektet skjer i nært samarbeid med byggherren. Byggherren kan være en entreprenør som står for utbyggingen. Det er viktig at utviklingen skjer i en forholdsvis fri prosess og med forholdsvis tung kompetanse involvert. Alle parter har normalt egne avtaler med byggherren i disse fasene. Skisse- og forprosjekt for Helsebygg ble utført av TSO som var kontrahert som gruppe samlokalisert i Oslo. Samlokaliseringen fungerte bra og hadde stor betydning for effektiviteten i arbeidet og kvaliteten av resultatet. Men de prosjekterende møtte en del praktiske problemer med manglende tilgang til egne systemer og støttefunksjoner.
Samspillfase	Etter ferdig forprosjekt går man over til en samspillfase hvor både prosjekterende og utførende går sammen om å ”trimme” prosjektet. Samspillfasen ender ofte opp med endelig kontrahering av de utførende, dersom dette ikke allerede er utført i forkant av samspillfasen. I samspillfasen er det normalt at alle parter har avtale med byggherren.
Produksjonsfase	Etter en samspillfase går prosjektet over i en produksjonsfase. Da blir avtalen med de prosjekterende tiltransportert til de utførende for respektive fag. Dvs. de prosjekterende går fra en utviklingsfase med byggherrefokus til produksjon av arbeidsunderlag for entreprenøren med fokus på entreprenørens interesser. Denne kontraheringen gir større integrasjon mellom prosjekterende og entreprenør og gir større detaljkompetanse i prosjekteringen. Det er mer kostnadseffektivt å lage detaljløsninger ut fra valgt utstyr enn å legge en rekke forutsetninger til grunn og som må endres når utstyr er valgt. De prosjekterende blir i større grad styrt av entreprenøren i valg av løsninger og produkter og blir mindre uavhengig enn det de opplever i tradisjonelle prosjekter. Byggherren bør sikre seg inngripen og reserver til å sikre seg optimale løsninger uavhengig av kontraktsskille.
Solidarisk ansvar	Veidekke har avtalfestet solidarisk ansvar for alle parter for feil og mangler i leveransene. Dermed oppnår de en felles kultur med lite konflikter og løsningsorientert holdning hos alle parter.
Akkordavtaler	Akkordavtaler med håndverkerne kan være hinder for å få trimmet bygging til å virke etter hensikten. Veidekke har fått oppretting av feil med i akkorden og dette har gitt betydelige gevinster i form av mindre feil.
Bonusordninger	Helsebygg har innført en rekke bonusordninger i sine avtaler med de prosjekterende og de utførende. Bonusordningene har gitt gode gevinster for alle parter. For Gastro Midt er det innført bonus for hver bølgeovergang. Disse bonusene har vist seg delvis å gi feil incitament, med for mye fokus på bonus og mindre på effektive prosesser. Entreprenør har derfor valgt å nedprioritere fokus på denne bonusen og heller sikre riktig fokus på prosessen.

Prosjekterings-  
leveranser

#### 4.5.2 Trimmet prosjektering

De største utfordringene for prosjekteringene er leveranse til riktig tid med riktig kvalitet. Prosjekter med trimmet bygging kan ikke akseptere forsinkelser i prosjekteringen det og det må derfor legges stor vekt på å sikre rettige leveranser fra de prosjekterende. De viktigste årsakene til at de prosjekterende ikke greier å levere i tide er:

- Manglende beslutninger
- Manglende forutsetninger
- Manglende ressurser
- Endring i prioritet
- Utilstrekkelig tid
- For sen start
- Motstridende krav
- Endringer

Caseprosjektene har innført en del prosesser som skal sikre rettidige og riktige leveranser.

Det har vært spesiell fokus på de 7 prinsippene for trimmet prosjektering:

1. Den foregående aktiviteten skal være avsluttet.
2. De nødvendige beslutninger skal være tatt.
3. Den nødvendige kompetansen skal være tilstede.
4. De nødvendige ressurser skal være tilstede.
5. Det skal være satt av nok tid.
6. Motstridende krav skal være avklart.
7. Ytre forhold skal være avklart (Tillatelser fra myndigheter og lignende).

#### Utviklingsfasen

Utviklingsfasen kan være tradisjonelt byggherrestyrt skisse- forprosjekt, eller en felles utvikling av hovedentreprenør sammen med rådgivere i et samspill med byggherren. I utviklingsfasen legges de viktigste premisser for prosjektet i form av forprosjekt, teknisk program, romprogram etc.

### Samspillfasen

Samspillfasen er viktig for at partene sammen kan kna prosjektet til en felles målpris. Denne fasen er viktig for at partene skal blir godt kjent med hverandre og få eierskap til felles løsninger. Samspillfasen burde vært bedre utnyttet til å utarbeide grunnlag for gode detaljløsninger.

### Anbudsprosjektering

Ingen av caseprosjektene har gjennomført anbudsprosjektering. Dette har medført betydelig besparelse av prosjekteringskostnadene. Men det gir også en utfordring med å utarbeide tilstrekkelige spesifikasjoner som grunnlag for detaljprosjektering og utførelse og som grunnlag for kontroll.

### Prosjekterings-/ utførelsesgrunnlag

Som erstatning for tradisjonelle anbudsspesifikasjoner blir det utarbeidet flere grunnlagsdokumenter for prosjektering og utførelse. Helsebygg har kjørt tunge prosesser med de prosjekterende og utførende med utvikling av GSP dokumenter som definerer rekkefølge og grensesnitt mellom fag, og kravanalyse som samler alle spesifikasjoner i prosjektet. dRofus benyttes til å identifisere brukerkrav. Dessuten identifiseres relevante myndighetskrav

### Detaljprosjektering

Detaljprosjekteringen er i caseprosjektene utført i en avtale mellom prosjekterende og fagentreprenør. Prosjektering under entreprenøravtale opplevdes som ny situasjon for de prosjekterende. De følte seg klemt mellom hensynet til kontraktspart, entreprenøren, med fokus på å sikre økonomien til kontrakten, og hensynet til prosjektet med å finne optimale løsninger i en livstidsvurdering. Dette kunne medføre at løsningene ikke ble optimale ut fra en LCC vurdering og kan ha konsekvenser for driftskostnadene på et senere tidspunkt.

Prosjektering av helhet

Trimmet prosjektering har fokus på byggeprosessen med inndeling i bygningsavsnitt som fløy og etasje. Det medfører at det blir en utfordring å få tilstrekkelig prosjektering av helheten i prosjektet. Det må avsettes tilstrekkelig tid og rom til å prosjektere løsninger og systemer som henger sammen horisontalt og vertikalt.

### Leveranseplaner

Fremdriftsstyringen av prosjektet gjøres med hovedfremdriftsplan som gir hovedmilepælene i prosjektet.

Leveranseplaner og beslutningsplaner

For styring av prosjekteringen utarbeides det detaljerte leveranseplaner som utarbeides i en felles prosess med alle parter tilstede. Her blir alle leveranser og avhengigheter mellom leveransene identifisert. I et prosjekt ble det også gjort forsøk med å integrere beslutningsplan i leveranseplanen. Beslutningsplan og leveranseplan henger nært sammen da beslutningene også er avhengig av beslutningsgrunnlag. Det er derfor nødvendig med en tett integrert prosess mellom de prosjekterende og beslutningstakere. Leveranseplanene må ha tett oppfølging med utsjekking og ajourføring hver 14. dag. Dette er uvante og slit-



somme prosesser for de prosjekterende og de føler at dette går ut over kvaliteten. Men effektiv styring av leveransene er en forutsetning for trimmet prosjektering.

Ved PB2 ble det utarbeidet en beslutningsplan basert på Bygningsdelstabellen på 3-siffernivå som skulle integreres med leveranseplan. Her ble det fastlagt behov for beslutninger innen hvert enkelt fagområde med angivelse av hvem som er ansvarlig for å utarbeide beslutningsgrunnlag for respektive sak.

#### Grensesnitt

Håndtering av grensesnitt i en enfaglig entreprenøravtale var en utfordring for prosjekteringen. Det kunne være vanskelig å sikre at alle fag var i fase og å få tilstrekkelig underlag fra andre fag.

#### Entreprenørgjennomgang

I Fase 2 ved St. Olav ble det gjennomført enfaglig og flerfaglig entreprenørgjennomgang (EGJ). Utsending av tegninger til enfaglig entreprenørgjennomgang ble gjort samtidig med utsendelse til tverrfaglig kontroll (TFK) til de prosjekterende. Kommentarer fra enfaglig gjennomgang ble levert på tverrfaglig møte. Tverrfaglig gjennomgang ble utført i møte med alle tekniske prosjekterende og tekniske entreprenører.

#### Trimmet prosjektering ved PB2

Ved PB2 ble trimmet prosjektering oppfattet som en samhandling mellom fagene hvor alle hadde ansvar for en proaktiv holdning til å sikre fremdrift for eget arbeid. Det ble kjørt egne særmøter/arbeidsmøter med rådgivere og utførende med bas/montører. Særmøtene hadde fokus på felles løsninger og grensesnitt mellom fagene.

### 4.5.3 Trimmet bygging

Trimmet bygging, handler om styring av byggeplass. Beslutningsmyndighet delegeres til de som har best/mest relevant kunnskap med fokus på produksjonsplanlegging og gjennomføring.

#### Planlegging

Byggentreprenør har stått for hovedplanleggingen med følgende planleggingsprosess:

- Først planlegges nokså grove tidsrammer for de ulike fagene hver for seg (ukespresisjon), der et viktig grunnprinsipp er å ha så få fag inne samtidig i et område som mulig.
- Det planlegges med hovedfaser; bunnplate, råbygg, tett bygg, innvendige arbeider og komplettering. Første øvelse er å forsøke å komprimere tiden for hver fase og å få til overlapp mellom disse der det er mulig.
- På noen stadier må flere fag være til stede samtidig (for eksempel innvendig gips, der gipssnekker, rør, elektro og ventilasjon må overlappe en del), dette forsøkes da koordinert ved de senere såkalte 6/3/1-ukers møtene.
- Med bakgrunn i erfaring og innsikt i de ulike tekniske fagene legges så mer detaljerte planer for hvert fag, da for enkelte operasjoner ned på dagsnivå (generelt foretrekker man å planlegge et område med færre folk over en

lengre periode enn kortere tid med mange folk; det gir lag som har oversikten og tar bedre ansvar for kvaliteten, resultatet er normalt både bedre produktivitet og bedre kvalitet).

- Det legges også inn noe slakk i planen (5-7,5 % av totaltiden er i prinsippet slakk) da man vet at det alltid vil skje uforutsette ting. Ytterligere slakk finnes også ved at ikke alle muligheter for overlapp er utnyttet (for eksempel er maler planlagt å arbeide alene på 1.000 m<sup>2</sup>, men man kan hente inn tid ved å la andre fag rykke inn når de første 500 m<sup>2</sup> er ferdigmalt).
- Ytterligere detaljer for hvert fag tar så basene ta seg av (disse må påregnes å være uinteresserte i det store bildet så lenge det er tilstrekkelig å holde seg innenfor de overordnede rammene som er tildelt).

### Bølgeprosessen

En forutsetning for gode planer er å dele prosjektet i korte realistiske aktiviteter. God sjefsplanlegger og godt planverk i bunn er vesentlig for prosessen med TB. Sammensyning av planene mot teknikk er nødvendig forutsetning. For entreprisene på St. Olav Fase 2 ble produksjon på byggeplas delt i bølger. Arbeidet er delt i ett kontrollområde pr. etg. For Gastro Midt ble arbeidet for hvert kontrollområde delt i 7 bølger:

- Bølge 1 Riving, 3 uker
- Bølge 2 Innvendige vegger, 8 uker
- Bølge 3 Maler/murer, 4 uker
- Bølge 4 Innredning, 8 uker
- Bølge 5 Belegg, 3 uker
- Bølge 6 Utstyrsmontering, 9 uker
- Bølge 7 Tester, 3 uker

Bølgeovergangene har stort sett fungert bra. Bølge 6 innbefattet en rekke underentreprenører/leverandører som var på byggeplass en begrenset periode. Det ble derfor foretatt egen møteserie for disse, tilpasset tilstedeværelse på byggeplass.

Plassering av endringer og uforutsette hendelser

Trimmet bygging har så stram fremdrift at det er vanskelig å finne rom for uforutsette hendelser. Det bør foretas en usikkerhetsanalyse før oppstart for å identifisere mulige problemer og avsette tilstrekkelige rammer for å løse slike problemer. Det ble utarbeidet en gråsoneliste med oversikt over arbeider som kunne flyttes til andre bølger. Gråsoneliste bør revideres underveis.

Tegningsproduksjon, tegningskontroll

Tegningsproduksjonen følger bølgeinndelingen. 8 uker før oppstart oversendes tegninger til tverrfaglig kontroll. Entreprenørens prosjekteringsleder/anleggsleder følger opp tegningsproduksjon og utfører enfaglig kontroll av tegninger. Enfaglig kontroll utføres 11-12 uker før oppstart. Det gjennomføres samlet granskingsmøte av tegninger for de tekniske fag hvor Anleggsleder for alle fag, sammen med de prosjekterende, går gjennom tegningene. På granskingsmøte sjekkes spesielt grensesnitt og eventuelle kollisjoner. De prosjekterende lager referat fra gjennomgangen og sørger for oppretting av anmerkningene.

6-ukersmøte	6-ukersmøte er et overordnet møte med formenn som går gjennom fremdrift og sjekker at alt underlag er klart, dvs. alle 7 forutsetninger for trimmet bygging. Planlegger hos byggentreprenør står for planlegging og innkalling til 6-ukersmøtet. Planlegger, formenn, UE-kontrakter og byggeleder deltar på møtene. Det blir uttrykt av de prosjekterende også burde vært med på møtet. Det blir gjennomført ukentlige oppfølgingsmøter med de prosjekterende. Etter 6-ukersmøtet drar formenn for respektive fag prosessen videre. Planlegger utarbeider fremdriftsplan og eventuelt arbeidsrekkefølgeplan for kontrollområdet. Plan sendes ut 5 arbeidsdager før 3 ukersmøtet. Planlegger leder møtet.
3-ukersmøtet	3-ukers møte er et arbeidsmøte med formenn og baser. Planlegger og byggeleder deltar på møtet. Møtet behandler tegninger, bemanning, materiell, fremdriftsplan, avfallsplan, logistikkplan montasjerekkefølge, rent tørt bygg etc. Bas kompletterer materielliste for arbeidsområdet som sendes til bestilling.
1-ukesmøte	1-ukesmøte utføres som befaring på byggeplass med baser og KS-leder. Aksjonsliste skal være utkvittert til møtet og det skal være utført nødvendig opplæring av kontrollområdeansvarlige og baser. Materialeleveranse alle fag skal være klarlagt. Møtet kartlegger arbeidsgrunnlag, ajourfører logistikkplan, utarbeider produksjonsplan med aksjonsliste, og setter opp alle opplysninger på felles tavle. KS-leder/formann for byggentreprenør skriver referat fra møtet og henger opp felles tavle.
Basmøte	Basmøte er et ukentlig møte med alle baser i kontrollområdet og avtales på 1 ukers befaringen. Basmøter benyttes til å avstemme produksjonsplan, avdekke feil og avtale korrigerende tiltak. Leder for kontrollområdet leder basmøtene og skriver ukerapport.
IA-møte	Ved PB2 hadde Veidekke IA-møte med sine medarbeidere hver mandag. Her ble alle Veidekkes arbeidere involvert i møte for å planlegge neste ukes arbeid. Bas utarbeider forslag til ukeplan for arbeidslag/person som deles ut fredag lunsj sammen med de 7 forutsetningene for trimmet bygging. Ukeplan er angitt som oppgaver kommende uke på tegning i A3-format av respektive plan/fasade etc. Alle skal ha gått gjennom plan til etterfølgende mandagsmøte. Hver enkelt skal sjekke at de 7 forutsetninger for arbeidet er klart og presenterer forberedte kommentarer på mandagsmøtet. De har fokus på materiell, tidsbehov og fremdrift. Håndverker har selv ansvar for å planlegge arbeidet kommende uke. Tegningene benyttes aktivt til å markere planlagt arbeid kommende uke og markering av utført arbeid.
Bølgeavslutning	Ved St. Olav Gastro Midt hadde hver bølge er en milepæl med formell avslutning. Avslutningen omfatter følgende aktiviteter: <ul style="list-style-type: none"><li>• Uformell runde av fagansvarlig for etterfølgende bølge for å kartlegge status og identifisere eventuelle avvik.</li><li>• Løpende kontroll utført av bas for hvert fag som registrerer utført kontroll og mangler på sjekklister. Utføres innen torsdag før milepæl. Registrering og oppfølging av mangler i Synergi.</li><li>• Forbefaring utføres av Prosessleder torsdag eller fredag før milepæl.</li></ul>

- Stikkprøvekontroll av fagansvarlig Helsebygg sammen med fagansvarlig for respektive fagentreprenør, basert på entreprenørens sjekklister. Utføres innen milepælsmandag. Mangler registreres i Synergi
- Kontroll bølgeovergang, overtakelsesbefaring med alle baser ut og alle baser inn. Registrering av mangler på befarings skjema som signeres av Hovedbas og baser. Utføres på milepælsdato.
- Befaring bonusmilepæl, utføres av Byggherre sammen med prosessleder og fagansvarlige for bølge inn og bølge ut. Utføres milepælsmandag. Fagansvarlig bølge inn godkjenner overgangen dersom det er grunnlag for det; hvorefter alle parter eventuelt signerer. Mangler i befaringsrapporten legges inn i Synergi.
- Bonusmøte. Byggeledere Helsebygg gjennomfører bonusmøte etter befarings bonusmilepæl for å komme frem til beslutning om det er grunnlag for bonusutbetaling.

#### Endringer, bølge T

For å få god flyt i prosessen med TB forutsettes det lite endringer underveis. Endringer i prosessen vil være fordyrende. Og muligens mere kostbart en samme endringer i tradisjonelle prosjekter. Det er derfor viktig at brukerendringer stopper på et tidlig tidspunkt og evt. flyttes til egen Bølge T som i hovedsak bekostes av brukerne. Endringskostnader i fase T ikke var ikke store, og det medfører derfor trolig ikke store merkostnader og det har vist seg hensiktsmessig å forskyve disse ut til avslutningen av prosjektet.

#### Grensesnitt, systemtester

Ved St. Olav ble den som leverte det enkelte produktet definert som systemansvarlig og måtte være proaktiv med hensyn til å løse grensesnitt mot andre. Det har vært størst problemer med utstyrsleverandører som i startfasen ikke kjente til prosessen med trimmet bygging. Deres adferd på byggplassen forstyrret prosessen med trimmet bygging. Teknisk koordinering skjedde på 3T-møter som ble eid av teknisk integrator, som ved St. Olav var leverandøren av automatiseringsanleggene. Trimmet bygging fanget opp en del av koordineringen fordi teknisk integrator var med i Trimmet bygging fra et tidlig tidspunkt. 3T-møtene hadde fokus på funksjoner i grensesnitt mellom fag, mens trimmet bygging ivaretok grensesnitt i den fysiske montasjen. Det ble definert klare milepæler for Fysisk montert, Ferdig montert, Funksjonstester, Prøvedrift og byggherrens Integrerte funksjonstester. Milepælene var en pådriver til å sikre skikkelig uttesting av systemene.

#### Byggelederoppfølging

Ved St. Olav foretok byggherrens fagansvarlig tradisjonell byggelederoppfølging mellom bølgeovergangene. Omfanget av denne oppfølgingen varierte mellom de enkelte fagansvarlige. Oppfølgingen omfattet stikkprøvekontroll av skjulte installasjoner, HMS-kontroll, Rent-Bygg-kontroll og faglig kontroll mot kravanalysen. Oppfølgingen hadde også som målsetting å etablere felles forståelse av kvalitetsnivå til utførelsen. Mangler som ble avdekket ble lagt inn i Synergi. Det ble utarbeidet momentlister som erstatning for sjekklister. Momentlister var mer generelle enn sjekklister, og fungerte derfor mer hensiktsmessig for fagansvarliges kontroll. Momentlistene har samme struktur som Kravanalysen, med direkte kobling mot respektive krav i Kravanalysen.

Verifikasjon på byggeplass	Ved St. Olav har anleggsleder/teknisk leder hos entreprenørene fulgt opp tegningsproduksjon og utførte faglig kontroll av tegninger de prosjekterende. Det er gjennomført en betydelig kvalitetssikring av tegningsproduksjonen på et tidlig tidspunkt, slik at man unngikk feil og mangler, som ellers normalt oppstår i grensesnitt mellom fag og bygningsdeler. Det ble gjennomført granskingsmøte for de tekniske fag samlet, hvor L3 for alle fag gikk gjennom tegningene. På granskingsmøte ble grensesnitt og eventuelle kollisjoner sjekket. Eventuelle endringer fra granskingsmøtet ble varslet via e-post og behandlet som as-built. Bas hadde ansvar for at håndverker alltid jobbet etter siste versjon av tegningen. For kontroll på byggeplass utarbeidet entreprenørene detaljerte sjekklister som var tospråklig, der det var nødvendig, med angitt ytelseskrav gitt i NS/spesifikasjon. Underentreprenør skulle gjennomføre 100 % kvalitetskontroll av egne arbeider og arkiverte registreringene selv. Entreprenørens kontrollansvarlig gjennomførte stikkprøvekontroll av underentreprenørens egenkontroll. Montør markerte utført montasje og kontroll med fargemerking på tegninger. Når alt arbeid var markert ut, gjennomførte BAS kontroll av fysisk montert i henhold til sjekkliste. Rørentreprenør etablerte egen funksjon for sidemannskontroll, ved at en erfaren rørlegger gikk gjennom alle installasjonene etter fysisk montert og kontrollerte utførelsen. Alle rørføringer ble trykktestet og resultater fra testene ble registrert i eget skjema. Spesiell kontroll, kontrollmålinger etc. ble utført av montør eller andre personer dedikert til dette. De administrative bestemmelsene for prosjektet krevde at det ble gjennomført 100 % dokumentert kontroll av arbeidet.
Avviksbehandling	Avvik ble ført på tegning eller sjekkliste. Bas organiserte oppfølging av avvik registrert i sjekklistene. Feil og mangler som stod igjen ved definerte milepæler som Fysisk montert og Ferdig montert, ble lagt inn i Synergi av byggeleder.
Befaring	Entreprenøren innkalte byggherren til felles befaring før rom med null feil ble avstengt og markert som ferdig. KS-leder skrev protokoll fra befaringen.
Oppmåling	Oppmåling av alle hovedvegger ble satt ut til innleid stikningsentreprenør. Dette sikret riktig plassering av bygningskonstruksjoner og medførte langt færre feil enn normalt. Oppmåler fungerte også som etterkontrollør.
Verifikasjon ved PB2	For PB2 har gode omforente fremdriftsplaner vært avgjørende for god kvalitet på bygget. God involvering av baser i fremdriftsplanleggingen har gjort disse realistiske. Det har vært lite korreksjoner underveis. Opplegg for kvalitetssikring var noe forskjellig fra fag til fag. For betong foretok formann og bas kontroll som ble dokumentert med sjekklister. For tømmerarbeider foretok håndverkerne selv kvalitetskontrollen med sjekklister. Det er blitt større fokus på egenkontroll i PB2. Det er en generell målsetting å oppnå 0-feil. Kontrollen er stort sett basert på egenkontroll. Det ble foretatt uttesting av metoder og løsninger i tidlig fase av prosjektet. Dette har medført gode løsninger senere i prosjektet.
HMS	H-verdi for St. Olav er langt under bransjenormalen. Det har ikke vært noen alvorlig ulykke i prosjektet. TB har positivt innvirkning på HMS ved at arbeidsoperasjonene til slutt planlegges av de som skal utføre dem. Når de syv forutsetningene for Trimmet bygging følges, medfører dette at forholdene er

lagt langt bedre til rette for en effektiv og ryddig arbeidsplass hvor de enkelte fagene har optimale arbeidsforhold. God involverende planlegging fremmer motivasjon og trivsel som igjen resulterer i et godt arbeidsmiljø. Definerte krav til logistikk og lagring er også medvirkende til et positivt HMS-resultat. Det har dessuten vært bra oppfølging med forebyggende tiltak fra byggherre og arbeidstakerorganisasjon med egen representant oppnevnt av LO.

#### Akkordsystemet

Tradisjonell akkord har ikke fungert bra ved St. Olav. Noen årsaker til at akkordordningen ikke har fungert i prosjektet, med trimmet bygging, synes å være:

- Logistiktjenestene betales på et vis to ganger, dels ved at de er inkludert i akkorden og dels ved at et eksternt firma håndterer dette.
- Det bygges på en annen måte i dag enn da akkorden ble utformet, noe akkorden ikke klarer å ”verdsette”, for eksempel tjener man mer jo mer materialer man bruker – ergo er det lønnsomt for ansatte å ”grave ned kabel” fordi man får dekket timer som skulle gått med til montering av kabelen...
- Et sykehus er et komplisert bygg med mange tekniske anlegg og komponenter. Disse gir lite ”serieeffekter” og derfor vanskelig å få god produktivitet.
- I tillegg er det gjort en del montørfeil, som krever timer for å rettes opp.
- Omfattende sluttkontroll tar også timer, selv om disse skal være innberegnet i akkorden.
- Mange kjenner heller ikke akkordsystemet godt nok, mange har normalt fastlønn og det har vært lite kursing i akkordordningen.

I tilknytning til TB bør det vurderes å utvikle andre lønssystemer som sikrer god avlønning av arbeidstakerne samtidig som det gir incitament til forbedring av TB-prosessen. Eksempel på dette finner vi hos Veidekke som har tilpasset sitt akkordsystem på caseprosjektet PB2. Veidekke tar ut produksjon av akkorden hver 14. dag. Dermed blir akkorden synliggjort som tydelig del av produksjon i perioden og ansporer derfor til mer effektiv produksjon. Dessuten er feilopretting inkludert i akkorden. Det settes av løpende beløp i akkorden til oppretting av feil og mangler. Akkorden blir derfor et godt verktøy til å måle resultat av produksjon.

## 4.6 Opplæring i prosjekt

#### Oppstart

Oppstartprosessen er viktig i et prosjekt hvor en setter regleverk og etablerer samarbeidsformer og felles prosjektkultur. Viktige deler av styringssystemet kan med fordel utarbeides med bred involvering av alle parter. Detaljerte prosjektplaner som 6-ukersplan, 3-ukersplan og ukersplan bør utarbeides i samarbeid med respektive parter. Mye av opplæringen og bevisstgjøringen må utføres i selve prosjektgjennomføringen i tette møteserier som 6 ukesmøter, 3-ukermøter og ukesmøter.

Strukturer og oppfølging	<p>Etablering av gode metoder krever gode strukturer og tett oppfølging. Eksempel på dette er tett involvering av alle parter i utarbeidelse av leveranseplaner og tett oppfølging og ajourføring av planene i 14-dagersmøter. For å få prosessene til å virke krever det løpende tett oppfølging og påtrykk. Leveranseplaner vil fort falle i fisk dersom det ikke er en sterk prosjekteringsledelse som trykker på alle parter.</p> <p>Det samme gjelder gjennomføringsprosessen med inndeling i tette milepæler pr etasje og avsnitt og fag. De krever sterk styring av alle ledd fra leveranseplaner for de prosjekterende og en tett oppfølging av løpende leveranser fra underleverandører og produsenter.</p>
Logistikk	<p>Prosessene med trimmet prosjektering og trimmet bygging er veldig krevende og er sårbar for mangler i leveranser og produksjon. Den krever derfor også gode logistikk-løsninger.</p>
Opplæring av UE	<p>I enkelte tilfeller har opplæring av leverandører/underentreprenører i prosessen for trimmet bygging ikke vært tilfredsstillende. Resultatet har vært at prosessen for trimmet bygging har stoppet opp. Dette ble det grepet tak i for å unngå at parter uten opplæring forstyrret prosessen med trimmet bygging.</p>
Intern opplæring i prosjekt	<p>Underentreprenører og leverandører fikk opplæring av formenn og bas når de møtte på byggeplass, og stod selv for videre opplæring av egen organisasjon. Det ble etablert egne ressursgrupper for trimmet bygging som stod for utvikling av prosessene. De sørget for implementering av prosessen i egne organisasjoner. Implementering videre hos entreprenørene, skjedde ved at baser med erfaring jobbet på tvers av sentrene og sørget for å spre kunnskapen til andre sentra og andre kontrollområder.</p> <p>En entreprenør etablerte mønstringskort for alle nye medarbeidere. Mønstringskortet ga kvalitetssikring av at nye medarbeidere fikk tilstrekkelig mottak, opplæring og innføring i prosjektet.</p>
Prinsipper for kunnskapsoverføring	<p>Det er viktig å etablere noen viktige prinsipper for kunnskapsoverføring for å sikre at alle parter får tilstrekkelig kunnskaper om prosessene de skal forholde seg til. Dette kan være:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablere visjon for kunnskapsoverføring</li> <li>• Etablere kultur for formidling for å unngå skjerming av kunnskap</li> <li>• Læring i trimmet bygging prosessen ved evaluering og kunnskapsoverføring</li> <li>• Bruke interne krefter til gjensidig læring</li> </ul> <p>Læringsprosessen har vært forskjellig for caseprosjektene. Ved St. Olav har læringen i stor grad skjedd ved etablering av ressursgrupper med deltakere fra alle firma og videre ved erfaringsoverføring mellom interne arbeidsgrupper. Læringen er derfor i stor grad akkumulert i prosjektet. Foretakene har derfor en</p>

utfordring i å overføre kunnskapen til andre prosjekter. Veidekke har drevet med organisasjonsutvikling og læring av sine medarbeidere over lang tid og medarbeiderne er derfor godt skolert til å ta i bruk lærdommen i nye prosjekter. Veidekke har hatt fokus på håndverkernivå og IA-møter, mens Helsebygg involverte nivå til og med bas, men involverte ikke den enkelte håndverker.



## 5 Analyse

Dette kapitlet starter med en redegjørelse for den forskningsmetodiske tilnærmingen.

### 5.1 Forskningsmetode

Forskningsprosjektet har hatt en relativt vid forståelse av begrepet Trimmet Bygging. For å kunne håndtere innsamling, bearbeiding og presentasjon av informasjon om Trimmet Bygging valgte vi å avgrense vårt fokus til å gjelde følgende tema:

- Trimmet prosjektering og/eller samspill
- Logistikk og innkjøp
- Trimmet bygging (byggefasen, fokus på rekkefølge planlegging, koordinering, møtegjennomføring og praktisk problemløsning)
- Byggherreperspektiv
- Effektvurdering

For å innhente data om Trimmet Bygging har vi benyttet oss av intervjuer med enkeltpersoner eller grupper, workshops, observasjon på byggeplass, samt analyse av utvalgte dokumenter.

## 6 Funn

Dette kapitlet består av fem delkapitler, som etter tur tar for seg områdene prosjektet valgte å fokusere på, nemlig:

- Trimmet prosjektering og/eller samspill
- Logistikk og innkjøp
- Trimmet bygging (byggefasen, fokus på rekkefølge planlegging, koordinering, møtegjennomføring og praktisk problemløsning)
- Byggherreperspektiv
- Effektvurdering

### 6.1 Trimmet prosjektering og/eller samspill

Kjøreregler for trimmet prosjektering

Deler av arbeidet med nytt sykehus ved St Olavs hospital har tatt i bruk ”trimmede prinsipper” allerede i forprosjekt og prosjekteringsfasen. Overordnede kjøreregler for trimmet prosjektering (TP) har vært å løse problemer på lavest mulig nivå, kun utarbeide materiale som etterspørres, samt at utfordringer knyttet til grensesnitt løses uten at det behøver å gå via prosjekteringsleder. Samspill og trimmet prosjektering har involvert alle fag.

Mer konkret har det å jobbe med trimmet prosjektering innbefattet:

- Interessenter deltar tidlig i prosessen
- Workshops som arbeidsform
- Jobbe parallelt med løsninger
- Tegningsgranskning – både for hvert enkelt fag og tverrfaglig.

PB2 hadde en kompetent og engasjert prosjektleder fra byggherre. I tillegg var også hans firma KLP veldig interessert i et godt resultat for prosjektet da de også drifter egne bygg. Dette har gitt positive resultater for gjennomføringen. Innføringen av trimmet prosjektering har hatt positivt økonomisk utslag på planleggingen. I tillegg har prosjektledelsen nå fått klare indikasjoner på hva de er dårlige på innen prosjektering, og har gode innspill til neste gjennomføring.

Workshops for gjennomføringsplan

Med workshops som arbeidsform lagde aktørene gjennomføringsplan for prosjekteringen sammen. Første møtet hadde fokus på fremdriftsplan hvor hovedfremdriftsplan var lagt ut på gråpapirremse. Alle partene på møtet la sine detaljaktiviteter inn i planen med gul-lapper (lappeteknikk). Detaljering hadde fokus på tegningsleveranser med rekkefølge og forutsetninger. På denne måten ble aktiviteter hos den enkelte aktør lagt opp på en måte som hang sammen med de andres aktiviteter. En plan for byggherrebeslutninger ble også gjort som

en del av dette arbeidet. I tillegg til en innledende workshop ble det også arrangert workshops underveis for å følge opp og videreutvikle planen. I de første prosjektene hadde en ekstern aktør ansvar for å drive arbeidet i workshopene. Noen prosjekter stod selv for gjennomføring av liknende arbeidsmetoder, og startet med store prosjekteringsmøter hvor ”alle” deltok. Etter hvert gikk de over til at rådgivere hadde felles møter, og kalte inn entreprenører og byggherre etter behov. En annen del av TP var at representanter for alle aktørene hadde fast kontortid på felles sted også utenom disse møtene. Disse arbeidsformene gjorde det mulig for aktørene å gjøre sin del av prosjekteringen i parallell med de andre.

Tegningsgransking	Tegningsgransking i god tid før oppstart på byggeplass (8 uker) har også vært en del av TP. I tillegg til en flerfaglig gransking av tegninger har hvert enkelt fag hatt en gjennomgang av disse. Byggherre studerte tegninger i forhold til kontrakt. 3D-sjekken på tekniske fag var en tverrfaglig gruppeprosess der Veidekke var med og styrte prosessen. Målet var kollisjonstesting for å avdekke konflikter på større føringsveier. Møtene ble ledet av innleid koordinator for tekniske fag. Møtene var ryddige og fungerte bra. Arkitekt ønsker å involveres i de tekniske koordineringsmøtene slik at beslutninger også innebærer arkitektoniske innspill.
Tverrfaglig kontroll med 3D	Ve St. Olav hadde man gode erfaringer med presentasjon av løsninger i 3D verktøy. Det ga mulighet til å planlegge detaljer som ellers måtte løses på byggeplass. Bruk av 3D bidrar til økning av kvaliteten på tegningene og det medførte mer effektiv produksjon på byggeplass. Videre utvikling av 3D og BIM i byggebransjen vil trolig være det neste store kvantespranget i byggebransjen.
Erfaringer med trimmet prosjektering	Erfaringene med trimmet prosjektering synes overveiende positive, der mye av prosjekteringen var klar tidlig i prosjektet og et hovedinntrykk er at tegninger i stor grad har vært klare ved behov (dog er det også påpekt at for eksempel har det for elektro vært en del prosjekteringsfeil for spesielt føringsveier). Dette har bidratt til færre problemer i gjennomføringsfasen, ved at problemer det er vanlig å støte på i tradisjonelle byggeprosjekter er løst på forhånd. Dette har nok flere årsaker. For det første utarbeider de utførende entreprenørene mer detaljerte prosjektplaner som angir planlagt byggestart for ulike områder av bygget. I prosjekter uten trimmet bygging/trimmet prosjektering foreligger enten ikke slike planer eller de er grovere og dermed mindre egnet som underlag for å planlegge prosjekteringsfremdriften.
Fremdriftsstyring med leveranseplaner	Ved PB2 ble det gjennomført en oppstartsprosess med utarbeidelse av omforente leveranseplaner og synliggjøring av avhengigheter mellom fagene. Det var hektisk og det var vanskelig å få alle fag på banen tidnok. Tekniske fag skulle ikke inn i prosjektet på et tidlig tidspunkt og hadde derfor ikke organisert teamet for tidlige planleggingsprosesser. Det var spesielt vanskelig å få identifisert avhengigheter mellom fagene. Prosjekteringen ble styrt av leveranseplaner og omfattende og hyppige møter i langt større omfang enn det som er vanlig i tradisjonelle prosjekter. Samtidig ble de prosjekterende involvert i justering av planen etter behov. Dette ble utført for å presse frem fremdriften til prosjekteringen. Ved å visualisere og måle leveranser og involvere de prosjekterende i

utarbeidelse og justering av planene, fikk man et betydelig trykk på fremdriften til de prosjekterende.

Ved PB2 ble det utarbeidet en beslutningsplan basert på Bygningsdelstabellen på 3-siffernivå som skulle integreres med leveranseplan. Her ble det fastlagt behov for beslutninger innen hvert enkelt fagområde med angivelse av hvem som er ansvarlig for å utarbeide beslutningsgrunnlag for respektive sak. Alle parter var involvert i utarbeidelse og løpende justering av planen. Prosjektet skulle være et energibygge og beslutninger som hadde betydning for energiløsninger var derfor avgjørende og hadde stor betydning for valg av tekniske løsninger. Det var spesielt vanskelig å få beslutninger fra byggherre i tide. Beslutningsplanen ble svært detaljert og det ble en utfordring å følge opp og vedlikeholde planen. Styring etter leveranseplan og beslutningsplan gir et ryddig og godt gjennomarbeidet prosjekt og er med å forbedrer kvaliteten på prosjekteringen.

#### Just in time

Med slike planer kan de prosjekterende i mye større grad planlegge sitt arbeid slik at tegninger og annet underlag ferdigstilles ”just in time” fremfor at rekkefølgen på hvilke områder av bygget som prosjekteres til enhver tid er mer tilfeldig og dermed gjør at underlag ikke er ferdig til start av arbeidet. Ved dette ”just in time”-prinsippet unngår man både at prosjektering er ferdig for sent og at det ikke gjøres prosjektering for tidlig. Det sistnevnte er viktig ved at man dermed unngår dobbeltarbeid som skyldes endringer eller avklaringer som ikke foreligger før nærmere oppstart i et område. Dette er også i kontrast til fase 1, der man med byggherrestyrte, delte entrepriser hadde et mål om å ha prosjektert ferdig før underlaget ble benyttet som utgangspunkt for anbudskonkurranse for utførende. I praksis betød dette at mye måtte prosjekteres to ganger, da de utførende ville gjøre ting annerledes enn forutsatt når det ble prosjektert innledningsvis.

#### Leverandørprosjektering

Totalentreprenør ville at arkitekt skulle detaljtegne løsninger for leverandør før kontakten ble gjort. Dette anses av arkitekt som bortkastet tid da leverandøren er den som sitter på ekspertisen innen sitt felt. Det er blandete meninger om dette da rådgivende føler en slik løsning med leverandør uten helhetlig kunnskap mister muligheten til å få riktig tilpasninger, og dermed bedre estetiske og fleksible løsninger. Vanligvis prosjekterer underentreprenør (UE) selv og lar rådgivende tegne, men på PB2 bestemte UE prinsipp og materiell mens rådgiver gjorde resten. Generell erfaring er at Bas i større grad burde vært involvert i prosjekteringen, både oftere og fra et tidligere stadie. Dette var likevel bedre enn ved tradisjonell prosjektering.

#### Faste team for typerom

Man har etablert faste prosjekteringsteam for ulike typer rom (korridor, sengepost, teknisk rom, osv.) og disse har hatt ansvaret for ”sin type rom” i hele prosjektet, noe som har gitt disse en god læringskurve og mulighet for mye gjenbruk. I tillegg har samlokalisering av flere ulike fag og områder gitt mulighet for rask avklaring av evt. uklarheter/vanskeligheter. I samspillfasen ble man også enige om en del viktige prinsipper for prosjekteringen, bl.a. hvilke områder som ville kreve mer detaljert prosjektering og hvilke som kunne overlates til håndverkerne å bestemme på byggeplass (for eksempel eksakt plassering av komponenter i tekniske rom). Dette har bidratt til å spare prosjekteringstimer.

Prosjektering i samspill med entreprenør	<p>Integrasjon mellom prosjekterende og entreprenør medfører mer effektiv prosjektering med bedre detaljering og bedre kvalitet som resultat. En integrert prosjekteringsprosess med entreprenør som kjenner system og utstyr bidrar til funksjonelle løsninger. Entreprenøren får tilgang til beregningsunderlag for egne systemer som er vesentlig for produktvalg, kontrollprosessen og for innregulering av systemer.</p> <p>Det påpekes også som positivt at entreprenør involveres med en gang slik at entreprenør videreutvikler prosjektet sammen med rådgivere, samtidig som trimmet prosjektering og samspill involverer alle fag. Egne sær møter/arbeidsmøter hvor også montører er med, medfører mindre misforståelser på byggeplass. Prosjekteringen har inntjening på disse møtene ved mindre oppfølgingskostnader. Det har vært få henvendelser fra byggeplass da det meste har blitt løst underveis. Entreprenørgjennomgangen var eid av entreprenørene. Det var en utfordring å få entreprenørene til å gå tungt nok inn i materien. Dette setter krav til både kompetanse og kapasitet. Noen entreprenører kunne være lite forberedt til arbeidsmøtene. Møtet fikk mye fokus på informasjon og avklaring av nødvendig teksting og informasjon på tegningene. Tverrfaglige møter ble fort for store til å være effektive. Byggfaget var ikke med på prosess med tverrfaglig kontroll av prosjekteringen. Den generelle erfaringen med den tverrfaglige gjennomgangen er bra, og den medfører betydelig bedring i kvaliteten til prosjekteringen som grunnlag for utførelsen.</p> <p>Prosesen med integrert kontroll av prosjekteringen med de utførende kan utvikles videre og blir mer effektiv etter hvert som partene får mer erfaring med integrerte prosesser.</p> <p>Arkitekt i PB2 erfarer at prosjektering under en totalentrepriseavtale hindrer nyskaping og at prosjektet får for mye fokus på etablerte løsninger. Arkitekten etterlyser bedre samhandling med tekniske prosjekterende med hensyn på å utvikle løsninger med integrert teknologi og arkitektur og etterlyser aktiv rådgivning fra tekniske rådgivere.</p>
Prosjekteringsledelse	<p>Det har vært gjennomgående positiv tilbakemelding på prosjekteringsleder, som beskrives som håndfast og streng, men med et smil. Dette har skapt mye bedre klima enn på andre totalentrepriser. Samarbeidet har fungert bra i prosjektet, med lite konflikter. På den annen side har ikke alt vært ideelt, det finnes flere utfordringer ved trimmet prosjektering og måten det har blitt gjort i prosjektet.</p>
Prosjekteringsgrunnlag	<p>Blant annet undervurderte nok både byggherren og hovedentreprenør behovet for mer detaljering av prosjekteringsgrunnlaget tidligere i prosjektet, noe som har medført en del endringer og ”akuttprosjektering” underveis.</p>
Tidlig prosjektering	<p>Samtidig har for tidlig prosjektering i noen områder gitt endringer/revisjoner i ettertid, initiert av ulike aktører/forhold etter hvert som oppstart for et område har nærmet seg, spesielt der det kreves avklaringer fra andre fag/områder, men som ikke skal utføres før en del senere. Ett eksempel er boring av hull for sluker i betonggulvene, noe som gjøres veldig tidlig i byggeprosessen, men krever at plassering av arbeidsbenker med vasker er bestemt, noe som ikke normalt gjøres før mye senere – dette blir en slags ”catch 22”. Dette kan skyldes at pro-</p>

sjekteringen ble startet allerede i samspillfasen, noe som ga de prosjekterende incentiver for å prosjektere mest mulig og omarbeide senere, noe som ga grove tegninger og med mye feil som måtte endres senere.

#### Samspill

Samspillprosessen ble for Fase 2 gjennomført på bakgrunn av godkjent forprosjekt. Det var stor forskjell på utgangspunktet for samspillprosessen, med de prosjekterende som hadde gjennomarbeidet prosjektet i flere faser og entreprenørene som stilte med blanke ark. De utførende entreprenørene kom for sent inn, etter at de tekniske fagene hadde holdt på en stund. I tillegg kom de gjerne med ”feil folk” i starten, dvs. ikke de som senere virkelig bemannet prosjektet. Dette gjorde at mye av tiden gjennom hele denne fasen gikk med til å få stadig nye personer opp på et visst kunnskapsnivå om prosjektet. Prosessen var nyttig for alle parter for å bli kjent med prosjektet. Entreprenørene fungerte bra som diskusjonspartnere, spesielt med hensyn til produktvalg, men entreprenørene kjente prosjektet for lite til å komme med konstruktive innspill på løsninger. Sterk prosjekteringsledelse og tydelig målstyring er en forutsetning for en god samspillprosess. En må også vurdere å engasjere de utførende på et tidligere tidspunkt for at de kan være mer aktivt med i løsningsarbeidet.

#### Innkjøpsprosessen

Rekkefølgen på noen viktige beslutninger har vært uheldig; hovedentreprenør er med i mange viktige diskusjoner nokså tidlig om valg av tekniske løsninger (for eksempel himlinger, vinduer, dører, osv.) og de baserer seg på innhentet informasjon fra ulike underentreprenører. Denne informasjonen er stort sett samlet inn i anbudsfasen og da fra flere for å kunne sammenlikne priser. Når man senere skal velge reelle underentreprenører, velges gjerne noen andre enn det man har basert prosjekteringen på, som i tilfellet med himlinger, der en leverandør med et helt annet system til slutt ble valgt og man dermed måtte reprojektere svært mye. Det optimale er at også underleverandørene velges tidlig, ellers oppnås ikke de effektene samspillfasen skal gi med at de utførende tidlig spiller inn sine ønsker om løsninger. Arkitekt opplevde også mange endringer på grunn av sent leverandørvalg, noe som også førte til forsinkelser da man ikke hadde noen å diskutere løsning med.

#### Prosjekteringsmøter

Flere hadde også en opplevelse av mange og lange prosjekteringsmøter som virket uforberedte og dermed også hadde dårlig struktur. Prosjekteringsmøtene ble alt for åpne ved at alle deltakerne kunne komme med innspill til løsninger uten at et konkret forslag forelå. Dermed gikk masse tid bort til diskusjoner og man hadde vanskelig for å ta gode faktabaserte beslutninger da lite informasjon om løsning var hentet frem. Antakelser og anslag på forslag er skummelt, og det oppstod konflikt mellom prosjektering og utførende. Her er det et kjempepotensial for forbedring. Ved møtet var det forventet å få presentert en forberedt løsning, noe som sjelden skjedde. Oppstartsmøtet som tok for seg grovprosjektering og avklaring rundt avhengigheter var derimot en godt forberedt og effektiv seanse.

#### Kravspesifikasjon

I fase 1 lagde man nokså tidlig en felles ”kravspesifikasjon” for en del forhold av felles karakter, for eksempel hvordan dører skal innfestes og kles, krav til fuger i ulike soner, osv. Dette er ting som ikke vises på arbeidstegningene, slik at håndverkerne kunne slå opp i denne felles kravspesifikasjonen når de lurte på hvordan noe skulle gjøres som de ikke kunne lese ut fra tegningen. Dette ble

droppet i fase 2, sannsynligvis fordi i trimmet bygging skal basene og håndverkerne løse slike ting seg i mellom på byggeplassen. I praksis har dette ført til at håndverkerne har valgt det de antar er gode løsninger der og da, men som gjør at veldig mange forskjellige løsninger er brukt, mange ikke like gode.

#### Trimmet prosjektering ved PB2

Ved PB2 ble trimmet prosjektering oppfattet som en samhandling mellom fagene hvor alle hadde ansvar for en proaktiv holdning til å sikre fremdrift for eget arbeid. Prosjekteringen har vært bra. Underlaget har stort sett kommet i tide og har vært bedre enn for andre prosjekter. De prosjekterende oppfatter at tilgangen på underlag fra andre fag var bedre enn normalt spesielt leveransen fra de prosjekterende var styrt med detaljerte leveranseplaner som ble fulgt opp av prosjekteringsleder. Det ble kjørt egne særmøter/arbeidsmøter med rådgivere og utførende med bas/montører. Særmøtene hadde fokus på felles løsninger og grensesnitt mellom fagene. Dette medførte mindre misforståelser på byggeplass og ga mindre oppfølgingskostnader for de prosjekterende. Det ville vært hensiktsmessig med større grad av kontroll av prosjekteringen fra entreprenørens side enn det som ble utført ved PB2.

#### Trimmet prosjektering

Arbeidsformene knyttet til trimmet prosjektering er evaluert av deltakerne underveis. Dette har ført til justering av både arbeidsform og oppgavefordeling. Dette *"for å bruke folk best mulig"* som en deltaker uttrykte det. Resultatet er nok likevel en situasjon der aktørene vet at prosjekteringsprosessen skal gjennomføres på utradisjonelt sett, men er usikker på hva de skal gjøre likt og hva de skal gjøre annerledes. Både arkitekt og rådgivende ingeniører uttrykker uklarhet rundt sine roller og ansvarsområder ved TP.

Et eksempel på dette er den tidlige spesifiseringen om at man ved PB2 skal ha aktive tekniske rådgivere. Dermed allokerte arkitekt kun ressurser til det spesifiserte arbeidet og utelot koordineringsansvar for tekniske fag. Da aktiv rådgivning ikke ble tatt til følge og tekniske likevel overløst teknisk løsningskoordinering til arkitekt, satt arkitekt likevel med løsningsansvaret som tradisjonelt, men hadde ikke nok ressurser til å behandle forespørslene innenfor fristene.

#### Spareliste

Spareliste er et annet aspekt som er brukt ved PB2 men som ikke inngår i tradisjonell prosjektering. Arkitekt er usikker på om dette er en del av "Trimmet bygging"-konseptet, eller et frittstående tiltak. Det er første gang arkitekt er med på å gjennomføre spareliste på et prosjekt. Sparelisten gjennomføres ved at alle involverte fag i prosjektet spiller inn sparetiltak for å få ned kostnadene på prosjektet inn til totalentreprenør. Dette gjøres underveis i detaljplanleggingen. Ut ifra denne sparelisten velger byggherre hvilke forslag som skal benyttes og hvilke som forkastes eller tilpasses. Forslagene og beslutningene tok tid, noe som førte til mange endringer og dermed ny detaljprosjektering, som igjen førte til forsinkelser i forhold til plan. Arkitekt har et klart ønske om å bli inkludert i møtene der sparelisten diskuteres slik at de kan komme med faglige innspill som underlag til beslutningene.

## 6.2 Logistikk og innkjøp

Logistikk	Logistikk inngår som et viktig element i Trimmet bygging. Manglende leveranser og forsinkelser skapte støy på byggeplassen ved St. Olav, og det var derfor stort fokus på logistikk. Logistikk inngikk i planleggingen og det ble laget logistikkplaner for kontrollområdene. Like viktig som den fysiske logistikken på byggeplassen er logistikk i innkjøpsprosessen.
Materialmottak	Plassforholdene på byggeplassen ga lite rom for lagring av materialer og utstyr. Det ble derfor investert i å asfaltere avgrensede mottaks- og mellomag-ringsområde, en investering som har gitt god avkastning. Enkelte entreprenører hadde avtalt med grossist om hva som skulle leveres til hvert arbeidsområde. Planlagt logistikk med definerte lagerområde er viktig for å få vareflyten til å gå og sikre flyt i produksjonen. Logistikken er forbedret gjennom avtalte med leverandørene med sterkt oppdeling av leveransene. Noen leverandører har måtte etablere mellomlager i nærområdet. Dette koster litt mer, men gir god inntjening.
Innkjøp og prosjektering	<p>Tidlig valg og bestilling av utstyr gir store fordeler i forbindelse med prosjektering og innkjøp. Prosjekteringen blir mer effektiv og rimeligere når materiell og utstyr er kjent. Dessuten kan også prosessen med utarbeidelse av FDVU-dokumentasjon starte tidligere. Hovedentreprenøren har tradisjon for større grad av shopping for å sikre lave priser. Dette medfører senere innkjøp og man får ikke positiv effekt på mer effektiv prosjekteringsprosess.</p> <p>For elektroarbeidene ved St. Olavs fase 2 har ASV valgt en spesiell løsning for logistikk og innkjøp. Et hovedprinsipp for dette har å skape en situasjon der montøren kan utnytte så mye av tiden som mulig til reell verdiskapning. Dette er gjort mulig gjennom å identifisere alle oppgaver andre kan overta, for eksempel logistikk/forflytning av varer, verktøy, stillas, osv.</p> <p>Den utviklede logistikk-løsningen innebærer en rekke innovative elementer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grossist for elektromateriell, ElektroSkandia (ES), har en såkalt ”jobbpakkehall” (JPH) på Tunga der en dedikert person tar i mot og kontrollerer alle varer og lagrer disse til de kjøres til byggeplass.</li> <li>• Fra JPH gis det beskjed til ASV om at varer er på plass, og får i retur beskjed om når og hvor varene skal leveres.</li> <li>• Avhengig av volum/størrelse på leveransene bruker enten ES sin egen bil eller eksternt transportfirmas bil til å kjøre varene fra JPH til byggeplass (i starten måtte det også avtales med NCC om bruk av utvendige heiser, nå brukes innvendige heiser og dermed slipper man dette).</li> <li>• På byggeplass har man et lag med logistikkbud, styrt av en ”budbas”.</li> <li>• Budbas styrer at varene tas i mot av et logistikkbud, som frakter disse til ASV sin bas for den aktuelle jobbpakken. Denne tar i mot varene, kontrollerer og signerer for varene, og pakker ut disse til de ulike montørene.</li> <li>• Logistikkbudene frakter varene til montørene og rydder opp emballasje og søppel.</li> <li>• For forbruksvarer og annet materiell er det i forkant av en jobbpakke estimert en såkalt ”grunnpakke” med varer som leveres på byggeplass når</li> </ul>



jobbpakken skal starte. Denne inneholder mye av volumet av forbruksmateriell, men etterfylling garanteres på plass på byggeplass neste dag dersom bestilt før 15 dagen før.

- I tillegg tar logistikkbudene hånd om en rekke andre oppgaver som montørene normalt selv må ivareta: Flytting/rigging av kabeltromler og -stativ, støvsuging av kanaler før innmontering av komponenter, sortering av tegninger etter fullført jobbpakke, stillasbygging og -flytting, generell rydding, flytting av verktøyvogner for montørene, påfylling av lysvogner (vogner med komplette pakker av belysning og tilhørende utstyr), flytting av ASV sitt verktøybur med fellesverktøy, påfylling av og levering fra leverandørstyrt container med håndverktøy og retur av overskuddsvarer.

Bestillinger av varer foregår som følger:

- ASV-bas fyller ut bestillingsskjema på papir.
- Dette leveres til ES sine representanter i brakkeriggen, som kompletterer med artikkelnr.
- Deretter må én av en håndfull autoriserte Siemens-ansatte punche dette inn i Siemens sitt webbaserte bestillingssystem.
- Så kommer dette opp på skjermen til Bekkevahr, som kontrollerer det og sendes det til internt lager eller ekstern leverandør, avhengig av hvor varene hentes fra.
- Bestillinger sendt før kl. 10 leveres samme dag fra lager i Trondheim, mens bestillinger levert mellom 10 og 15 leveres fra Oslo og er på plass innen kl. 8.00 påfølgende dag (ES har hver natt en trailer mellom Oslo og Trondheim og prisen for leveranser til ASV er den samme uansett hvor de hentes fra).

Stillas som del av logistikken

Et annet element i tilnærmingen har vært bruk av stillaser ved kabeltrekking. Et problem i prosjekter er personskader ved bruk av gardintrapp, og denne risikoen er eliminert ved at det benyttes en lang stillas på 90 cm høyde. Stillaset demonteres, flyttes og monteres av logistikkbudene og løper i store deler av en korridors lengde. Dermed kan montørene fritt gå frem og tilbake langs korridoren når det trekkes kabler, noe som både går mye raskere og gir mindre skader. Denne logistikk-løsningen har fungert meget bra. Montørene sier selv at dette har frigjort mye tid for dem, samtidig som man unngår man at montørene er slitne etter mye bæring og unngår at det tas pauser slik det ofte skjer når man skal hente noe et sted. Også logistikkbudene er fornøyd med situasjonen; en tommelfingerregel som benyttes er 1 bud per 10 montører, noe som gir en rimelig kapasitet. Kostnadene for logistikkbudene er ca. 225 kroner per time fakturert fra ES (budene er i sin tur innleid fra et bemanningsbyrå), mot en utfaktureringspris for en montør på ca. 500 kroner. Logistikkbudene er for øvrig ufaglærte og det har vært noe gjennomtrekk blant disse. Det har også vært varierende kvalitet på disse budene, og noen har blitt "levert tilbake", men man fikk etter hvert en gruppe som fungerte meget godt.

Grossistavtale

Ved PB2 fikk underentreprenør tilbud fra Veidekke om felles transport til byggeplass, men hadde allerede avtale om logistikk-løsning med egen grossist. Materiell ble levert respektive arbeidsområde (per etasje og fløy) av grossist. Grossist hadde eget mellomlager i byen. Det var tilnærmet ingen lagringsplass på byggeplass. Grossistavtale måtte bearbeides noe på grunn av dette. End-

ringer i fremdrift skapte problemer for bestilling, leveranse og lagring. Overflødig materiell etter bygging overføres om mulig til annet prosjekt. Dersom dette ikke er mulig blir det kastet da lagring er for dyrt.

Leveranse på byggeplass

For underentreprenør ble materiell tidligere bestilt i 1-2 lass, for PB2 ble det levert per etasje og/eller fløy. Dette har ført til mindre svinn og overskuddsmateriell. Alle måtte bruke respektive etasje til lager da det var lite lagerplass tilgjengelig. Alt materiell ble levert på paller direkte til respektive etasje. Startet med faste leveringsdager per uke, men dette skled raskt ut av kontroll. Store ventilasjonsrør ble raskt sjauet inn i bygget for å unngå å stå i veien utenfor. De ble likevel stående noe i veien innendørs.

Bas har ansvaret for å få material opp i etasjene der det skal monteres. Dette kan også innebære tilpassing av lekter. Dette gjør Veidekke selv uten å involvere leverandør. Mellomlagring skjedde i 1.etasje, ikke utendørs.

### 6.3 Byggherreperspektiv

Store deler av denne rapporten tar for seg trimmet bygging fra de utførende aktørenes ståsted. Dersom bruken av trimmet bygging skal øke, er det viktig å forstå hvordan byggherre også ser på fenomenet. To byggherrer har bidratt med sine perspektiver: Helsebygg midt-Norge har delt sitt syn på trimmet bygging basert på utbyggingen av St. Olavs hospital. Den andre byggherren er KLP eiendom, som har erfaringer fra prosjektet som resulterte i et nytt kontorbygg i Professor Brochs gate 2 i Trondheim.

#### 6.3.1 Helsebygg Midt-Norge

Helsebygg Midt-Norge (HBMN) har valgt å ta i bruk trimmet bygging (TB) i arbeidet med å bygge St. Olavs hospital. Tidlige deler av renoveringen/utbyggingen har vært gjennomført på tradisjonelt vis. Renoveringsprosjektet "1902-bygget" var først ut med å ta i bruk TB, og metodikken har fått utvikle seg videre i andre deler av arbeidet ved St. Olavs hospital.

HBMN som byggherre har vært pådriver for å ta i bruk TB. Dette er kanskje litt spesielt da TB kan ses på som et verktøy for entreprenøren. Opprinnelig initiativtaker ved HBMN inviterte Sven Bertelsen fra Danmark for å holde foredrag om TB. HBMN foreslo for 1902-byggets aktører å bruke TB. Aktørene utviklet systematikken sammen med Helsebygg. 1902-bygget var et relativt lite prosjekt. For sentrene ble det behov for en mer strukturert metodikk, som nå adopteres av prosjektet Gastro Midt.

#### Hva er TB ved St. Olavs hospital?

TB handler om styring av byggeplass. Beslutningsmyndighet delegeres til de som har best og/eller mest relevant kunnskap (her: ned til bas-nivå), og det er tydelig fokus på produksjonsplanlegging og -gjennomføring. For byggherre betyr TB at byggeplass kan koordinere uten at byggherre må involvere seg. Når noe ikke lar seg løse på lavere nivå, "løftes" problemstillingen opp slik at byggherre involveres når det er behov for det. Det er varslingsplikt for utford-

ringer som ikke blir løst, og en entreprenør kan ikke komme og klage til byggherre på noe som er en følge av et problem som ikke er blitt ”løftet”. TB handler om produksjonsstyring, og det er ikke krav om samspill for å få til det. Samhandling består bl.a. av å trekke inn entreprenør tidligere og bruke deres kompetanse i planleggingen.

I forberedende faser følges tegningsgrunnlag nøye opp. Byggherre deltar også i såkalte ÷6-/÷3-/÷1-ukersmøter for å følge opp grensesnitt. Byggherre har ansvar for at aktører som ligger utenfor den aktuelle kontrakten, som for eksempel adgangskontroll, kommer inn der det er nødvendig.

### **Hvorfor velger byggherre TB?**

Byggherre tror TB er med på å sikre at prosjektene kan realiseres innen rammene av tid og kostnad. Utførende aktører involveres tidlig i prosessen, og deltar i samhandling. Det er også en antakelse om at fokuset på underlag (dokumentasjon) bidrar til å sikre kvalitet tidlig. I utførelse på byggeplass fokuserer TB på bølger/perioder hvor det er mulig å jobbe i fred for andre yrkesgrupper. Dette antar byggherre også at bidrar til kvalitet. Det er også en antakelse om at TB skal resultere i færre konflikter i prosjektet.

Ved Gastro Midt er det lagt betydelige ressurser i forberedelse. Dette gir trygghet i forhold til økonomi og fremdrift. Ledelse er delegert, noe som gir mindre mulighet for at HBMN blir flaskehals i prosjektet. Ved å ta i bruk trimmet prosjektering/samspill har byggherre flyttet sine ressurser til en tidligere fase. Håpet er at dette skal gi lavere kostnader totalt sett. Kontraktsmodellen (målpris og samspillkontrakt med solidarisk ansvar) er en viktig del av måten det jobbes på ved Gastro Midt.

HBMN som byggherre har vært pådriver for TB i sine prosjekter. Det er en relativt ny måte å jobbe på, og det er ikke sikkert byggherres engasjement er så viktig når entreprenørene har fått mer erfaring med arbeidsformen.

### **Hva krever TB av byggherre?**

En byggherre som skal benytte TB i sitt prosjekt må ha kunnskap om metodikken. Byggherre må også forstå sin rolle, slik at denne for eksempel ikke både delegerer og forsøker å detaljstyre. Dersom byggherre er den som tar initiativ til å benytte TB må denne beslutte og formalisere innholdet i TB. Blant annet må det være et regelverk for konflikthåndtering, og ansvar må tydeliggjøres ut fra hvordan det ble agert. Byggherre må også vise engasjement for TB for å lykkes med arbeidsmåten.

Byggherre bør ikke kreve at det gjennomføres etter TB-prinsipper uten egen kompetanse på området. Kjøper du en samlet totalentreprise bør det være opp til entreprenøren selv å velge hvordan prosjektet gjennomføres.

### **Er TB alltid positivt for byggherre?**

I mindre ombyggingsprosjekter ved St. Olavs hospital, såkalte provisorieprosjekter, har byggherre forberedt prosessen frem til byggestart. Spørsmålet er om byggherre skal involvere seg i gjennomføringen i det hele tatt om det er en enkelt entreprenør som gjør jobben? I situasjoner hvor HBMN har tatt på seg stør-

re risiko gjennom å ha en målpris-kontrakt, har de funnet det riktig å engasjere seg også i prosjektets gjennomføringsmåte. Om tid er mindre viktig, vil også TB bli mindre viktig for byggherre.

### **Hvilke ulemper har TB?**

Ved å bruke TB engasjerer byggherre seg i ”entreprenør-ting”. Om byggherre ikke har evne og vilje til å gjennomføre, kan det slå tilbake i vanskelige perioder. Arbeidsmåten krever oppfølging, og byggherre må ha nødvendige ressurser til å kunne delta i den samhandlingen som kreves med aktørene. Dersom byggherre kan metodikken og entreprenør aksepterer arbeidsmåten oppnås en god prosess.

Det er krevende å komme frem til hvordan TB skal gjøres i praksis – å lage en prosess hvor all timeinnsats fra alle aktører gir effekt er krevende å lede.

TB er et følsomt system dersom basene, som er de som får delegert mye myndighet, fungerer. Systemet må fokusere på at basene har det som trengs for at de skal kunne gjøre jobben sin. Resten er til for å tilrettelegge.

### **6.3.2 KLP eiendom**

Ved byggeprosjektet Prof. Brochs gate 2 (PB2) ble trimmet bygging initiert og ledet av hovedentreprenør Veidekke. KLP har ikke vært med på TB før. Det har heller ikke byggherres prosjektleder, men er gjennom tidligere arbeid i Aker Verdal kjent med modulbygging der TB eller lignende systematikk ble brukt.

KLP har engasjert OPAK i 50 % stilling som byggherreombud. OPAK fungerer også som prosjektleder frem til kontraheringen, og gjennomfører oppfølgingen av entreprenørens kontrollrutiner for å evaluere og kvalitetssikre at KLP får det de har bestilt. Ved beslutninger innhentes også innstilling fra byggherreombudet.

### **Hvorfor tror du entreprenør har valgt å bruke TB?**

TB har en positiv markedsføringseffekt for entreprenører under anbudsfasen. Når Veidekke kunne skilte med bruk av TB stilte de sterkere enn de som bygger på den tradisjonelle måten. Veidekke presenterte TB som et ferdig planleggingsverktøy med Excel-ark, men vedkjente at den ville være under utvikling også i prosjektet PB2.

I TB blir oppdragsgiver involvert i bygging og planlegging på en mye større måte. Det gir også en grei beslutningsplan som det er lett å forholde seg til. I tillegg kan man oppnå en mer effektiv byggeplass med mindre feil enn ved tradisjonell bygging.

### **Hva krever TB av byggherre?**

TB systematiserer medvirkningen for byggherren slik at man er mer bevisst hvilken grad av medvirkning som skal til, og når det er planlagt. Dette gir en lettere hverdag der man slipper overraskelser. Man har (stort sett) god tid mel-

lom mottak av underlag og frem til beslutningspunkt, og unngår dermed hastebeslutninger som må tas ”på sparket”.

KLPs prosjektleder er ikke byggherre for PB2 på heltid og er derfor nødt til å engasjere seg i den tiden han har til råde. På grunn av enkel systematikk anser byggherre at det ikke kreves spesiell kompetanse for å gjennomføre TB. Ansvaret ligger hos Veidekke som er initiativtaker og ansvarlig for gjennomføring av TB-aktiviteter.

TB legger et tidspress på alle deltakere. Det er dermed viktig at alle involverte aktører planlegger sine aktiviteter godt, og samtidig har nok ressurser å sette på prosjektet.

### **Hva er TB ved PB2, og hva oppnår byggherre med dette?**

Med TB får byggherre en utvidet medvirkning i fremdrifts- og beslutningsplanleggingen for prosjektet.

Ved PB2 gjennomførte KLP forprosjektet, før Veidekke tok over med detaljprosjektet etter å ha vunnet anbudet. Veidekke begynte da med et dagsseminar der alle fag var representert. Fag for fag ble gjennomgått, og aktivitetene plottet inn i planene for prosjektering, beslutning og bygging. Dette ble gjennomført for hver bygningsdel.

*Det viktigste for byggherre i denne sammenheng er punktene for mottak av beslutningsunderlag og punktene der beslutninger må tas. Her får man også vite om man kun skal orienteres eller om man skal være beslutningstaker.*

I TB gjennomføres det også bas-møter der den nærmeste perioden skal detaljplanlegges. Her går man igjennom planene som allerede er lagt og oppdaterer status på fremdrift. Disse planene som kontinuerlig oppdateres legges ut på Prosjektweb. Byggherre er også med på møter hver 14. dag der man mottar informasjon om arbeid, prosjektering og fremdrift, og går igjennom beslutningsplanen. Byggherre har også mulighet til å være med på faste møter angående dokument- og prosjekteringsplan dersom ønskelig.

*For byggherre betyr dette at man til enhver tid kan være oppdatert på fremdrift i prosjektet. En bemerkning er at planleggingsverktøyet er Excel-basert. Byggherre mener man ville være bedre nyttet med bruk av Microsoft Project (bedre verktøy) men ser at det antakelig vil være behov for opplæring for å benytte dette, og at terskelen er mindre for å benytte Excel enn MS Project.*

Bruken av TB gir også en forbilledlig byggeplass. Rydding er en del av byggeaktiviteten og gjøres samtidig istedenfor i skippertak. HMS er også på et mye høyere nivå enn ved tradisjonell bygging. I tillegg er byggeplassen blitt mer trivelig å besøke på grunn av at TB gir økt involvering i arbeidet, som igjen gir engasjerte arbeidere og et positivt miljø.

*For byggherre gjør dette at man føler seg tryggere på at arbeidet gjøres forskriftsmessig og at arbeiderne har et godt arbeidsmiljø.*

KLP mener Veidekke tjener penger på bruk av TB. PB2 er en totalentreprise (3431) slik at man har kontraktsfestet en fast pris (+ eventuelle endringer).

*For byggherre gjør dette at man ved senere bruk av entreprenør som benytter TB vil ha en forventning om billigere bygg slik at både entreprenør og byggherre vil oppnå kostnadsbesparelser.*

Per i dag følger fremdriften planen ved PB2. Det er derimot de siste 3+ månedene som er mest interessante, og der tids- og kostnadsavvik vanligvis kommer frem. Byggherre mener dette vil bli en spennende tid, men ser foreløpig positivt på situasjonen.

Byggherre føler seg også sikrere på at bygget oppfyller kvalitetskravene nå enn tidligere, da KLP har fått gjennomført diverse prøver og kontroller (bl.a. tetthetsmålinger) som bekrefter rett kvalitet.

### **Er TB alltid positivt for byggherre?**

Det vil alltid være nyttig å bruke TB eller annet lignende verktøy. Det finnes flere alternative verktøy man kan oppnå like resultat med. Poenget er å være inkluderende i alle ledd slik at hver og én kan planlegge sin egen hverdag. For PB2 har det også vært mindre overtidsarbeid enn tradisjonelt.

Byggherre har erfaring fra andre prosjekter der alt var til en mye større grad basert på tilfeldigheter. Masse tid gikk bort i sommel og heft blant annet på grunn av en uoversiktlig arbeidsplass der utstyr og materiell ikke var på plass når man trengte det. Arbeidet var dårlig tilrettelagt for effektiv bygging. Dette er et eksempel på at bruken av TB har vært positivt for byggherre ved å hjelpe prosjektet til en bedret prosess.

### **Hvilke ulemper har TB?**

Byggherre ser ingen umiddelbare ulemper med TB. Han nevner likevel at det var forferdelig travelt for prosjekteringsteamet i starten. Da avdekte man aktiviteter som måtte være tidlig ferdig, og som derfor skapte en stresset situasjon. For PB2 ble tiden ekstra kort på grunn av den nye momsloven og utfordringene den skapte i forhold til kontraktene. Der mistet de noen måneder som kunne blitt brukt til planlegging.

Byggherre ser at man med fordel bør sette av lengre tid fra en kontrakt er underskrevet og til byggingen starter slik at man får den nødvendige tiden til å planlegge tilstrekkelig.

### **Vil byggherre fortsette med TB i neste prosjekt?**

KLP er for liten til å ta inn TB selv (20 ansatte, kun 2 personer på prosjekt). Byggherre kunne gjennomført trimmet prosjektering i forprosjektfasen, men synes selv at fasen er såpass oversiktlig at TB ikke er spesielt aktuelt. TB blir en entreprenørsak da det er de som holder i tøylene når prosjektet settes i gang. TB gir mer trygghet om kvalitet enn tradisjonell bygging, men byggherre tror ikke KLP vil sette TB som et krav på deres fremtidige prosjekter.

### 6.3.3 Oppsummering / sammenlikning mellom HBMN og KLPE

HBMN som byggherre har vært pådriver for TB i sine prosjekter. Det er en relativt ny måte å jobbe på, og det er ikke sikkert byggherres engasjement er så viktig når entreprenørene har fått mer erfaring med arbeidsformen.

KLP er for liten til å ta inn TB selv. Byggherre kunne gjennomført trimmet prosjektering i forprosjektfasen, men synes selv at fasen er såpass oversiktlig at TB ikke er spesielt aktuelt. TB blir en entreprenørsak da det er de som holder i tøylene når prosjektet settes i gang. TB gir mer trygghet om kvalitet enn tradisjonell bygging, men byggherre tror ikke KLP vil sette TB som et krav på deres fremtidige prosjekter.

## 6.4 Lederperspektivet

### Adm. dir. Johan Arnt Vatnan, Helsebygg Midt-Norge:

"Trimmet bygging har spilt en sentral rolle i vår K5 gjennomføringsmodell som er utviklet i sykehusprosjektet. Denne produksjonsmetodikken har gitt vesentlige bidrag til de gode resultatene i prosjektet. Fremdriften har vært under full kontroll innen de fastlagte tidsfristene. Sykehuset er overlevert uten feil og mangler godt innenfor budsjetttrammene. Når den endelige produksjonsplanleggingen gjøres av de som skal gjøre jobben under overvåking av premisene for de syv forutsetningene for sunn bygging, resulterer dette i en ryddig arbeidsplass med effektiv produksjon. Dette har også gitt seg og utslag i gode HMS-resultater. Ingen alvorlige ulykker etter 4,8 mill arbeidstimer; de siste 1,1 mill uten hendelser som førte til arbeidsfravær".

### Morten Christensen Teknobygg:

"Teknobygg har i flere år jobbet med Trimmet Bygging, blant annet på to prosjekter for Helsebygg - Provisorieprosjektene og 1902-bygget.

Det som i utgangspunktet gjorde Gastro Midtfløy spennende, var at her skulle vi videreføre det vi hadde benyttet tidligere og i tillegg innføre solidarisk gruppe og Trimmet Prosjektering.

I utgangspunktet trudde jeg at dette ville bli ressurskrevende administrativt, men etter å ha blitt innkjørt på nye arbeidsmetoder ser jeg at jeg tok feil. Vi bruker ikke mere tid på dette enn en tradisjonell gjennomføring. Og med de gevinstene som Trimmet Prosjektering og Bygging gir med hensyn på raskere fremdrift, kvalitet, hms, trivsel og feilfri overlevering blir systemet genialt".

### Ståle Brovold Veidekke:

"I Veidekke Trondheim har vi arbeidet med prosesser som har endt opp i det vi nå kaller Involverende Planlegging siden 2003.

Det har vært en lang prosess hvor vi i starten visste lite om hva dette ville føre til. Gjennom entusiastiske medarbeidere som etter hvert så at dette var prosesser de kunne få nytte av, har vi sammen med forskningsleder Lars Andersen i NTNU Samfunnsforskning utviklet modellen fra prosjekt til prosjekt frem til prosjektet PB 2. I tillegg til elementene fra Trimmet bygging har det vi kaller Involverende Planlegging den ekstra dimensjon at fagarbeideren er i fokus.

På PB2 har vi ikke minst takket være en meget engasjert byggherre, KLP, fått prøvd ut hele konseptet som består av planleggingsprosesser på alle nivå fra

den enkelte fagarbeiders ukeplan til prosjekteringsplanlegging og byggherrebe-slutningsplan. Alt dette med tanke på å gi den enkelte fagarbeider det best mulige utgangspunkt for å jobbe effektivt.

For Veidekke i Trondheim er PB2 det hittil best gjennomførte prosjektet vi har gjort, samtidig som vi ser betydelige forbedringsmuligheter.

Forskningsprosjektet har bidratt til å belyse flere sider av prosjektet som det ellers er svært krevende å få frem og har i så måte vært til stor hjelp og inspirasjon for oss".

Otto Østerlie, Adm. Direktør Vintervoll AS

Johan M Varmedal Regionsdirektør Bravida Midt-Norge, avd. Trondheim:

"Gjennomføringen av elektroentreprisen for fase 2 ved St. Olavs Hospital må kunne karakteriseres som en suksess. Selv om det har vært betydelige utfordringer underveis på grunn av både størrelse og kompleksitet, har gjennomføringen vært i henhold til forutsetningene i tilbudsgrunnlaget.

Dette gjelder organisering, fremdrift og bemanning, endrings- og problemhåndtering, HMS, kvalitet og økonomi. I tillegg har motivasjonen hos de ansatte vært meget høy. Både Bravida og Vintervoll var med på fase 1. Og dette med motivasjon illustreres veldig godt med at mange ansatte, som var med i fase 1, var svært skeptiske til å være med i fase 2. Denne holdningen smittet over på mange av de ansatte slik at skepsisen i utgangspunktet var stor, men etter hvert som prosjektet skred frem og de ansatte fikk positive opplevelser, "ville alle til St. Olav". Hovedårsaken til at prosjektet er blitt en suksess er TB og en byggherre som har vært konsekvent i forhold til gjennomføringsmodellen. TB er utvilsomt fremtidens gjennomføringsmodell. Dette forutsetter imidlertid at byggherrene stiller krav om det og at de er profesjonelle og ikke minst at alle entreprenører er motivert for og har kompetanse til å kjøre TB som gjennomføringsmodell. Vintervoll og Bravida har allerede implementert TB i sitt KS-system. Vi har begge som mål å påvirke byggherrer, der det er mulig, og entreprenører til å bruke TB som gjennomføringsmodell helt eller delvis i alle større prosjekt. På bakgrunn av erfaringene fra fase 2 med St. Olavs Hospital har vi skolert prosjektledere og baser i TB som metode og vi mener å ha så mye kompetanse og erfaring på dette området at vi ønsker om nødvendig å være pådriver og stor bidragsyter i prosjekt. TB er fremtiden, både for å sikre byggherren riktig kvalitet til riktig pris og tid, og det sikrer oss som entreprenør god økonomi og motiverte medarbeidere".

## **6.5 Trimmet bygging (byggefase, fokus på rekkefølge, planlegging, koordinering, møtegjennomføring og praktisk problemløsning)**

Under overskriften trimmet bygging (TB)/involverende planlegging er mye av planleggingen og gjennomføringen av caseprosjektene gjort på betydelig andre måter enn i tradisjonelle prosjekter.



	<p>For det første er prosjektet gjerne delt inn i to TB-perioder, der første periode strekker seg fra oppsett innvendige vegger til montering av skjulte anlegg til gipsing av innvendige vegger. Andre TB-periode går videre med innredning, lys, ventiler, osv. Mellom disse to periodene er det normalt en ”mellomperiode” der det ikke utøves trimmet bygging, men der enkeltfag i hovedsak har vært alene i området.</p>
Planområder og jobbpakker	<p>En utfordring med store bygg/oppdrag er faren for å definere for store planområder med små muligheter for å ha kontroll på reell fremdrift i forhold til plan. Dette skapte problemer i fase 1 av utbyggingen på St. Olavs, og i fase 2 ble det derfor innført et såkalt ”jobbpakkesystem”. For AVS sine elektroarbeider for eksempel innebærer dette at hele kontrakten er inndelt i ca. 1.100 pakker. Disse er definert med en start- og sluttid, materialliste og timebudsjett. Ukentlig måles timeforbruk per jobbpakke, ved at montørene rapporterer ukentlig i timelister timeforbruk på de ulike jobbpakkene. Kombinert med at basene estimerer fullføringsgrad for de ulike jobbpakkene, gjør dette det mulig å følge opp fremdrift og produktivitet nokså detaljert, og disse tallene drøftes løpende som et grunnlag for forbedringstiltak. Å dele opp kontrakten såpass mye og følge utviklingen nøye er sterkt motiverende for hele prosjektgruppen og tillater også benchmarking/læring mellom liknende jobbpakker.</p>
Justering av planer	<p>Tilsvarende prinsipp benyttes av hovedentreprenør, der man understreker at planene må ha løpende og hyppige milepæler/punkter der virkelighet og plan kan avstemmes, gjerne hver 3./4. uke. Dette blir litt som sekundering av rundetider i skøyte løp, og gjør det mulig å raskt se om fremdriften er for dårlig og tiltak må settes i verk. Ved lang tid mellom slike avsjekkpunkter kan man risikere å være mange uker på etterskudd når man først avstemmer. For St. Olavs fase 2 ble det foretatt sammenlikninger mot plan hver uke og mer detaljert milepælsoppfølging omtrent månedlig.</p>
Bonusordninger	<p>Fra byggherre har det i St. Olavs vært innført en bonusordning, med solidariske bonuser ved milepæler. Disse har hatt en omtrentlig månedlig frekvens med en størrelsesorden på 300.000-500.000 kroner. Dette har vært opplevd som positivt og bidratt til å skape fokus på fremdrift, samtidig som byggherren har brukt bonusene til stadig heve listen overfor de utførende gjennom å definere strengere krav til kompletthet og ferdigstillelse på tid for at bonuser skal utløses. Det er også knyttet bonuser til forhold rundt HMS/skader, og ved oppnåelse av bonuser underveis får også de ansatte ”premiering” i form av kaker, opplevelser, osv. Bonusene medførte bevisstgjøring av arbeidstakerne og ble en forutsetning for at ferdigstillelsen var på plan. Generelle erfaring med bonus er at den bør utbetales for systematisk egenkontroll og feilretting og minst 40 % av bonusen bør gå direkte til gutta på gulvet.</p> <p>For Gastro Midt er det innført bonus for hver bølgeovergang. Disse bonusene har vist seg delvis å gi feil incitament, med for mye fokus på bonus og mindre på effektive prosesser. Entreprenør har derfor valgt å nedprioritere fokus på denne bonusen og heller sikre riktig fokus på prosessen.</p>
Syv forutsetninger	<p>Et sentralt aspekt ved trimmet bygging er et ekstremt fokus på at ”alt” skal være på plass og klart før en operasjon påbegynnes. Dette sikrer at arbeidet kan gjennomføres som planlagt og at det ikke benyttes tid og oppmerksomhet til å</p>

lete etter tegninger, materialer eller verktøy eller å balansere mellom folk som ikke er ferdige med foregående arbeid. Dette er nedfelt i syv forutsetninger for trimmet bygging, de såkalte TB-reglene:

1. Foregående arbeid skal være avsluttet før nytt starter.
2. Arbeidsplassen skal være klar og tilgjengelig.
3. Tegninger og annen informasjon skal være tilgjengelig.
4. Det skal være folk til å utføre arbeidet.
5. Materialer skal være tilgjengelige.
6. Alt utstyr for å utføre jobben skal være på plass.
7. Andre ytre forhold skal være i orden (vær, tillatelser, osv.).

Noen utsagn fra intervjuede personer illustrerer hvordan disse reglene og prinsippene for trimmet bygging oppfattes:

- Kort sagt er TB: ”Det er satt av tid til å gjøre jobben”
- Vi har selv vært med og sagt hvor lang tid som trengs til ulike operasjoner. Det er satt av tid til jobben og til testing.
- TB er sårbart. Det krever at alle deltar og er lojale; de problemer som har oppstått kan svært ofte tilbakeføres til mangel på ”troskap”.
- Det er noe nytt å skulle bry seg om hvordan ting fungerer. Hva er best for helheten? Ikke bare tenke sitt eget fag, men grensesnitt mellom fag.

#### Møter

Et annet spesielt fenomen med trimmet bygging er en ”bølge” av møter der planer og avklaringer gjøres stadig mer konkrete og komplette før selve operasjonene tar til.

#### Ansvar på basnivå

Et annet viktig prinsipp er at basene er gitt mer ansvar, kombinert med at problemer som oppstår i størst mulig grad skal løses lokalt der de oppstår. Dette gjør basene viktigere enn i tradisjonelle prosjektet, og det understrekes at valg av riktig person til disse jobbene er viktig. Det sies også at dette prinsippet har fungert bra, der man faktisk finner løsninger lokalt, endringer markeres i rødt på tegningene og dette går til prosjekterende for oppretting av ”as built”-tegningene.

#### Endringsbehandling på basnivå

Mangler som normalt ville utløst endringskrav, ble løst mellom fagene på byggeplass. Så lenge mangelen ikke utløste store kostnader, ble problemene løst på basnivå. Dette medfører langt mindre total kostnader enn om problemene ble løftet opp og håndtert som endringskrav. Endringsvolumet var vesentlig mindre enn for tradisjonelle prosjekter. Kontraktsformen var også med på å redusere mengden av endringer. Den var basert på totalentreprise med mengdeansvar.

#### Egenkontroll

Videre har det vært et stort fokus på løpende egenkontroll, normalt knyttet til ulike definerte milepæler (for eksempel har man for elektroarbeidene testet både kabeltrekk, koplinger og etter hvert funksjonalitet og integrert systemtesting). Utførende gjennomfører selv testen, og tar noen ganger med den som kommer etter på sjekken (for eksempel maler). Kontrolleringen har vært mer nøye enn tradisjonelt da man selv er ansvarlig for arbeidet. PB2 og trimmet bygging har mål om 0 feil ved egenkontroll og ved overtakelse. Denne metoden

sies å avdekke langt flere feil på et tidlig stadium, som også gjør det enkle/re/billigere å rette opp feil enn om de oppdages senere i prosjektet.

#### Akkordsystemet

Et moment som har fremkommet i diskusjonene med ulike typer ansatte i ASV og som har vært involvert i elektroarbeidene, er hvorvidt akkordlønssystemet som ble valgt for denne kontrakten har vært egnet for trimmet bygging. For prosjektet ble det valgt akkord 4A, noe få i ettertid kan gi en forklaring på, utover at dette er tradisjon og at det sannsynligvis var et påtrykk fra El & IT Forbundet. Mot slutten av kontrakten har man innsett at man ikke klarer å nå akkorden, noe som vil gi montørene en dårligere timebetaling enn de normalt får. Dette har ført til at de ansatte har skrevet et brev til arbeidstaker for å orientere om situasjonen, og det forventes at det gjennom forhandlinger vil oppnås en løsning der man går bort fra akkorden og ASV bidrar til at montørene oppnår en rimelig timelønn. Noen årsaker til at akkordordningen ikke har fungert i dette prosjektet, med trimmet bygging, synes å være:

- Logistiktjenestene betales på et vis to ganger, dels ved at de er inkludert i akkorden og dels ved at et eksternt firma håndterer dette.
- Det bygges på en annen måte i dag enn da akkorden ble utformet, noe akkorden ikke klarer å ”verdsette”, for eksempel tjener man mer jo mer materialer man bruker – ergo er det lønnsomt for ansatte å ”grave ned kabel” fordi man får dekket timer som skulle gått med til montering av kabelen...
- Et sykehus er et komplisert bygg med mange tekniske anlegg og komponenter. Disse gir lite ”serieeffekter” og derfor vanskelig å få god produktivitet.
- I tillegg er det gjort en del montørfeil, som krever timer for å rettes opp.
- Omfattende sluttkontroll tar også timer, selv om disse skal være innberegnet i akkorden.
- Mange kjenner heller ikke akkordsystemet godt nok, mange har normalt fastlønn og det har vært lite kursing i akkordordningen.

I sum er akkorden bedre egnet for mer standardiserte bygg med mindre kompliserte tekniske anlegg. Kombinert med en ordning som trimmet bygging, blir forutsetningene så vidt annerledes enn de forhold akkordordningen er lagd for, at den blir lite egnet. Det finnes imidlertid andre former for lønnsavtaler der gevinsten deles mellom bedrift og ansatte og som kunne være passende i slike tilfeller, men disse er mindre brukt. Likevel uttrykkes det at akkordlønningen har gitt positivt resultat, men da med fokus på individuell lønning og ikke bedriftsnivå.

#### Akkordsystem i Veidekke

For PB2 har Veidekke tatt ut produksjon av akkorden hver 14. dag. Dermed blir akkorden synliggjort som tydelig del av produksjon i perioden og ansporer derfor til mer effektiv produksjon. Dessuten er feiloppretting inkludert i akkorden. Det settes av løpende beløp i akkorden til oppretting av feil og mangler. Akkorden blir derfor et godt verktøy til å måle resultat av produksjon.

#### Samlokalisering

Endelig bør det nevnes at det har vært praktisert samlokalisering av senterledere med byggherre og de tekniske fagene. Dette anses å ha vært meget viktig, selv om det ville vært enda bedre om hovedentreprenør og de prosjekterende hadde vært samlokalisert med resten.

## Solidarisk avtale

Alle tekniske fag hadde en solidarisk avtale som også inngikk i avtalen med Veidekke. Byggeplassen hadde spesiell god tone preget av løsningsorientering og samarbeid. Godt klima mellom håndverkere hos Veidekke hadde smitteeffekt på håndverkere for andre fag. Solidaritetsavtalen var avgjørende for klima på byggplassen. Det er viktig at konflikter håndteres på et høyt nivå og ikke spres ned til byggeplassen. Veidekke har vært ryddig og fair i sin håndtering av prosjektet, og har tonet ned konflikter. Alle er blitt involvert i løsningene. Det har vært en utfordring for de tekniske fagene med liten administrasjon å møte administrative krav fra Veidekke som har forholdsvis stor administrasjon på byggeplassen.

## Erfaringer med trimmet bygging

Gjennom samtaler med en rekke ulike personer, i ulike roller, i prosjektene er hovedinntrykket at trimmet bygging har fungert godt. Hovedprinsippene for TB er fornuftige og har gitt en bedre arbeidssituasjon for de utførende. Møteserien sikrer at nødvendige avklaringer er gjort og at alle forutsetninger er på plass. Prosjektet blir lettere å planlegge og styre, og man unngår ikke minst den normale problemstillingen med at folk fra ulike fag "vasser i hverandre", noe som skaper både rot, dårlig fremdrift og mange konflikter. Her har man et område for seg selv og kan arbeide mye mer effektivt.

Det må imidlertid sies at alt heller ikke er perfekt. Noen utfordringer/problemer som har vært påpekt av ulike aktører i pilotprosjektene er:

- Gjennomføring av trimmet bygging har fungert meget bra for innvendige vegger, men det har vært en del problemer i kompletteringsfasen. Her har mange forutgående oppgaver, spesielt knyttet til himling, maling og gulvbelegg, ikke vært ferdig som forutsatt. I ettertid sier flere at man burde ha vært flinkere til å ha nektet oppstart i TB-områder som ikke var klare nok til effektiv produksjon.
- Dette påpekes å kanskje ha sammenheng med at mange av hovedentreprenør sine underentreprenører ikke har møtt opp på møtene og dermed har en del forhold forblitt uavklart, noe som har ført til venting og tap av tid/produktivitet.
- En annen stor utfordring har vært konsentrert rundt at en del leverandører av komponenter ikke har levert i tide, noe som har gitt "dominoeffekter" videre utover i planene.
- Trimmet bygging fordrer at planleggere og andre hører på innspill fra baser/håndverkere om tidsbehov til ulike jobber, ellers ødelegges motivasjonen deres og man vil være på etterskudd. Det finnes eksempler der 6-ukersmøtet sa klart fra om at jobben ville kreve én uke mer enn hva som var avsatt, noe som ble ignorert, og i dette området har man hele veien vært én uke for sent.
- Alle involverte aktører har hatt ett eller flere områder som ikke vært komplett fullført som planlagt. Dog skaper noen fag større problemer for etterfølgende operasjoner enn andre, typisk maling og gulvbelegg, som gjør det vanskelig for andre fag å starte sitt arbeid uten at dette er komplett. Når så disse fagene har vært mest markant i å ikke delta i møteseriene, burde det kanskje vært satt større krav til disse rundt overtakelse av områder.
- Møteseriene sies generelt å ha vært positivt og et bra redskap for å planlegge arbeid og fremdrift i de ulike områdene. Erfaringene er dog at disse ulike

møtene har varierende nytte og effekt, med 3-ukersmøtet som de viktigste møtet, men som etter hvert fikk redusert nytte grunnet manglende oppmøte fra spesielt underentreprenører. 1-ukersmøtene vurderes av mange å ha hatt mindre effekt utover at basene fikk et overblikk over situasjonen.

- Det har også vært knyttet spørsmål til om de ulike kontraktsformene har vært egnet for trimmet bygging, der spesielt underentreprenørene har hatt tradisjonelle kontrakter som ikke har motivert til lojalitet til de nye prinsippene.
- Flere av rådgiverne, inklusive arkitekt, har ytret ønske om mer byggeplassoppfølging for å kunne være med i avklaringer og forklare dersom løsninger er kompliserte.

Noe av dette skyldes kanskje at dette er pilotprosjekter der flesteparten av deltakerne har måttet læres opp i trimmet bygging fra grunnen av (og det hevdes at opplæringen ved ankomst på anlegget ikke alltid har vært god nok), noe skyldes lojalitet mot prinsippene og noe er sikkert forhold som metoden så langt ikke har funnet løsninger på.

## 7 Effekter

### 7.1 Effektvurdering

De foregående kapitlene har beskrevet ulike typer ny praksis og tilnærminger anvendt i caseprosjektene. Sammen med disse beskrivelsene er det også gitt vurderinger av erfaringene med de ulike tilnærmingene, men uten å foreta noen mer systematisk analyse av oppnådde effekter. I dette kapitlet presenteres en slik analyse basert på informasjon innhentet gjennom intervjuer, mens effektvurderinger basert på data fra spørreskjema presenteres i Vedlegg 1.

Trimmet bygging har vært forventet å gi positive effekter langs flere ulike dimensjoner, og analysen her vil ta for seg hver av disse i tur og orden; redusert byggetid/holde fremdrift, reduserte kostnader, byggekvalitet, forbedrede HMS-forhold og bedre trivsel blant de ansatte.

#### *Redusert byggetid/holde fremdrift*

På dette punktet er inntrykkene overveiende positive. For hovedentreprenør ser man at, tross ulike problemer, holder man fortsatt den overordnede fremdriftsplanen som ble lagt helt i starten, og det er nokså unikt. Dette tilskrives både inndeling i mindre kontrollområder, avklaringene som gjøres i TB-møtene og at planene i utgangspunktet var gode.

Generelt er inntrykket at trimmet bygging har gitt en mer effektiv produksjon med betydelige tidsbesparelser (for eksempel viser en foreløpig grovberegning fra ASV at det mot en faktor på 3,3 t/m<sup>2</sup> i fase 1 på St. Olavs i fase 2 brukes 2,4 t/m<sup>2</sup>). Dette begrunnes med flere årsaker, men hovedtyngden tildeles det faktum at man får startet oppgaver til rett tid og kan ha rett bemanning fra starten samt at hele arbeidssituasjonen er langt mer effektiv for håndverkerne, spesielt der det benyttes de omtalte innovative logistikkløsninger. Det sies også at ekstra møtevirksomhet utgjør svært lite tidstap.

På den negative siden synes det som om ikke hele potensialet er tatt ut; grunnet manglende materialleveranser (spesielt dører, systemvegger og medisinsk innredning har vært mye forsinket) har forhåndsmøter vært bortkastet tid og manglene gir ”hengsoner” som man må utsette og komme tilbake til når leveransene er på plass.

### ***Kostnader***

Dette henger naturlig nok nært sammen med tidsforbruk; lavere tidsbruk gir også stort sett lavere kostnader, med mindre redusert tidsbruk gir seg utslag i dårligere kvalitet som fører til ekstrakostnader til oppretting eller garantierstatninger. I så måte forventes det også betydelig reduserte kostnader sammenliknet med fase 1 og tilsvarende andre kompliserte bygg.

Dette gjelder både for prosjektering, der for eksempel Cowi forventer at man i fase 2 bruker signifikant færre timer/kroner per m<sup>2</sup> til prosjektering enn fase 1. For de utførende er bildet tilsvarende, man ser en besparelse som tilsvarer reduksjonen i timeforbruk, selv om det kjøpes inn noen ekstra tjenester som for eksempel logistikk-løsningen fra grossist (bud koster bare ca. halvparten av en montør pr. time) og selv om noen kostnader kommer i tillegg som vanlige prosjekter ikke har, for eksempel samspillfasen.

Negative effekter av TB og TP har i hovedsak kommet fra rådgivende og arkitekter, som har brukt lang tid til prosjektering uten å alltid ha fått finansiert oppfølging og endringsarbeid. De ser likevel potensialet i det som er gjort og ønsker å bidra til å videreutvikle samarbeidet med Trimmet bygging. Håpet er at man sammen kan se på hva som kunne vært gjort annerledes slik at alle parter blir fornøyde også økonomisk.

### ***Bygge kvalitet***

Her er inntrykkene mer varierte; noen sier det er vanskelig å påvise spesielle kvalitetsforbedringer, et større antall andre påpeker at overlevering av store, kompliserte bygg (som for eksempel Gastro midt) uten nevneverdige feil, er svært uvanlig. Sistnevnte gruppe sies å skyldes flere forhold:

- Tilbakemeldinger fra utførende tyder på at utførelsesgrunnlaget har mindre feil ved HBMN fase 2 enn ved fase 1.
- Krevende byggherre.
- Trimmet bygging krever at foregående disiplin er ferdig før neste overtar.
- Man har vært flinkere til å styre grensesnittene mellom fag, bl.a. med signering av fullførte grensesnitt.
- Montørene får frigjort tid fra ”logistikkoppgaver” og dermed kan konsentrere seg mer om å gjøre feilfritt arbeid.
- Ryddigere arbeidsplass.
- Bedre koordinering mellom fagene.
- Testregimet avdekker flere feil løpende.
- I forbindelse med bølgeoverganger for hver etasje legges det vekt på å identifisere forbedringsmuligheter. Disse erfaringene tas med til neste etasje der kvaliteten da blir bedre.

Byggherre føler seg også sikrere på at bygget oppfyller kvalitetskravene nå enn tidligere, da KLP har fått gjennomført diverse prøver og kontroller (bl.a. tetthetsmålinger) som bekrefter rett kvalitet ved PB2. Disse prøvene henger sammen med at det er et forbildebygg på miljø.

På den negative siden ser man kanskje en tendens til at de detaljerte fristene virker stressende og dermed bidrar til slurv, spesielt der frister fremskyndes fordi man vurderes ligge godt an. En annen observasjon er at med de små forsinkelsene/småjusteringene som har vært, har det blitt mindre tid til egenkontroll og KS-arbeid (en respondent sammenliknet det med et tog som begynner å komme i fart; de ulike disiplinene må komme inn når foregående er ferdig og dermed fordufter den tiden som skulle vært til kvalitetssikring). For øvrig holdes det frem som meget positivt med en ordning med såkalte "rescue squads" som tar seg av feilretting der feil er identifisert, for å unngå å trekke montørene ut av ordinært fremdriftsskapende arbeid langs "frontlinjen".

### ***HMS og trivsel***

Dette er to nært relaterte forhold, med litt forskjellig vinkling. Dersom vi først ser på HMS i form av sikkerhet og risiko for skader på ansatte i prosjektet, så har prosjektene hatt en lav skadefrekvens (på tidspunktet da mesteparten av intervjuene ble gjennomført var det utført 230 arbeidsdager uten skade med fravær hos Gastro Midt??). En hovedforklaring på dette sies å være at trimmet bygging gjør det mulig for folk å vite hva de skal gjøre til enhver tid; dermed får ingen overraskelser som at det for eksempel plutselig er spenning på en krets som skulle være "død". En ryddigere arbeidsplass bidrar også positivt; det er mindre fare for å snuble i lagrede materialer eller søppel. Ved St. Olavs Hospital og PB2 har det vært fokus på det de har kalt "rent, tørt bygg" i byggefase. Dette er ikke direkte knyttet til TB, og noen hevder at prinsippet om rent, tørt bygg har vært vel så viktig for HMS som TB.

Man kunne kanskje fryktet at sikkerheten skulle bli skadelidende ved at utrente bud vandrer rundt på byggeplassen, men med opplæring har dette fungert bra. I tillegg er budene gitt oppgaven med å se etter og rapportere uønskede hendelser. Hendelser som anerkjennes som reelle problemsituasjoner gir i tillegg uttelling i form av Flaxlodd, og dette har nok ført til at farlige forhold er blitt oppdaget og eliminert raskere.

Når det gjelder trivsel, er inntrykkene nesten helt entydige at de ulike nye tilnærmingene i dette prosjektet har gitt et prosjekt med en meget god tone blant folk innad og mellom aktørene. Dette gjør at folk trives, noe som er i skarp kontrast til fase 1 der folk søkte seg bort og Arbeidstilsynet pekte på psykososiale utfordringer i prosjektet. Mange sier også at det er vemodig å forlate et så godt prosjekt når de demobiliseres.

Igjen pekes det på flere årsaker:

- Kulturen i prosjektet har blitt at "alle er i samme båt" og alle nivåer snakker med hverandre.
- Mer forutsigbar arbeidsdag er behagelig, og arbeidsområdet er ryddigere og triveligere å arbeide i.
- Spesielt montører og andre håndverkere som har fått tilrettelagt for å kunne være produktive og ikke bruke tid på logistikk og andre oppgaver, føler seg "bortskjemte" og at de virkelig får bruke tiden sin på det de er gode på.



- Når trimmet bygging fungerer som forutsatt, er det ”god flyt” og dette bidrar til en positiv arbeidsdag.
- For baser/prosjektledere er jobben mye enklere pga. bedre muligheter for oppfølging.

Det skal også sies at i faser av arbeidet der trimmet bygging ikke har fungert like optimalt, som i kompletteringsfasen, blusser det lettere opp konflikter og folk trives dårligere.

I tillegg har dårlig økonomisk resultat på prosjektet blitt en stressfaktor i arbeidet i noen tilfeller. De som har vært på prosjektet, har trivdes på grunn av det inspirerende miljøet som fronter nytenking. Prosjekteringsleder har også bidratt til god trivsel ved å ha kraft til gjennomføring samtidig som det skjer med en humoristisk tone.

### ***Hvordan ta ut effektene av trimmet bygging***

Trimmet bygging, kombinert med andre innovative tilnærminger, prøves ut fordi man forventer gevinster av dette. Erfaringene tilsier da også at dette gir positive effekter, men det er også pekt på en del forutsetninger for at disse gevinstene skal kunne ”høstes” samt forhold som kan bidra til at gevinstene blir enda større i etterfølgende prosjekter.

For det første er en åpenbar observasjon at verken byggherren eller de store entreprenørene i prosjektene hadde helt forståelse for hva trimmet bygging ville innebære når prosjektet og dets forberedelser startet. Roller og endringer fra tradisjonell praksis ble heller ikke tilstrekkelig formidlet ut til rådgiverne og andre aktører. Dermed har det blitt en læringsprosess (som man vil unngå når metoden setter seg bedre i bransjen), og man hadde nok tjent på bedre tid med konkrete diskusjoner mellom de tunge aktørene i løpet av sampillsfasen.

Effektiv bruk av trimmet bygging krever også at de involverte har et minimum med innsikt i metoden, og man antar at effektene vil øke etter hvert som bransjen får mer erfaring med den. I fase 2 kom egentlig arbeidet med å planlegge og legge til rette for TB i gang for sent, slik at verken baser eller håndverkere hadde fått noen opplæring på forhånd. Kanskje hadde dette fått mer tyngde om byggherren hadde satt krav til slik opplæring og evt. også tok et ansvar for det. På håndverkernivå i Veidekke ble det uttalt at man får tilstrekkelig opplæring gjennom medarbeidere

Trimmet bygging har noen grunnleggende faktorer, men er ikke er en entydig metode. Det er kanskje verken realistisk eller ønskelig med stor grad av standardisering i forhold til hvordan TB praktiseres innenfor rammen av disse grunnleggende elementene. Å ikke ha et detaljert metodeverk på plass krever at aktørene i et byggeprosjekt må utvikle sin egen praksis. Kostnaden (tidsbruk) ved dette oppveies kanskje av å få en tilnærming til TB som passer godt for prosjektet og aktørene som deltar. Flere av de vi har intervjuet har lagt vekt på at kunnskap om Tb spres best ved at de som har erfaring med TB lærer opp samarbeidspartnere som har liten eller ingen erfaring med denne tilnærmingen.

Trimmet bygging er også følsomt for at ressurspersoner forsvinner, enten ved at de slutter eller flytter til andre prosjekter. Dette har man sett eksempler på, og da mister man gjerne noe av ”trøkket” som kreves for å dytte på det store maskineriet et slikt prosjekt er. Videre krever trimmet bygging god kommunikasjon; for eksempel skal en rekke beskjeder forstås godt. Det har dessverre vært eksempler på at utenlandske håndverkere med minimale norskkunnskaper har ”ødelagt” TB-planer.

## 7.2 Generelle effekter

Det generelle inntrykket med trimmet bygging er positivt hos alle entreprenørene og alle er motivert for å få prosessen til å fungere. Tilbakemeldningen er stort sett at arbeidsflyten er bedre og konfliktene mindre. De ser en tydelig forbedring i forhold til fase 1. Prosessen gir ro til å fullføre et kontrollområde. Flere mener de har mye mindre feil enn i fase 1. Akkordavtale for håndverkere har i ett tilfelle vært en utfordring med tanke på å få til en hensiktsmessig prosess for trimmet bygging. Dette har løst seg underveis.

Entreprenørene har etablert logistikkprosesser som er tilpasset arbeidsområdene, og enkelte entreprenører har oppnådd betydelig rasjonalisering med nye logistikk-løsninger. Det ble påpekt at noen entreprenører benytter byggeplass til lager ut over det som er forutsatt i avtale.

Entreprenørens erfaring med Trimmet bygging er bra for Bølge1, Innervegger, men har mer blandet erfaring med Bølge 2, Innredning. I bølge 2 har det kommet underentreprenører på byggeplass, som ikke er innført i metodene. Dette har skapt forstyrrelser i prosessen.

En entreprenør har organisert arbeidet i fase 2 som separate jobbpakker. En jobbpakke organiseres som et prosjekt med fremdriftsplan, bemanning, materiell, verktøy etc. komplett med det som er nødvendig for gjennomføring av jobbpakken. Senterleder står for planlegging av jobbpakker for eget senter. Det kan være 8-10 jobbpakker i et kontrollområde. Jobbpakken ledes av en Bas som har ansvar for en rekke jobbpakker inne samme område.

Jobbpakkene fungerer meget bra og gir god styring og gode muligheter for erfaringsinnhenting og måling av produktivitet. Jobbpakken kan være enfaglige som trekking av kabel, eller flerfaglige som innredning av tekniske rom. Inndeling i jobbpakker lar seg lett tilpasse Trimmet bygging.

Følgende positive effekter av prosessen med trimmet bygging er registrert:

- Bedre styring på prosjekteringen
- Gjør ting ferdig til riktig tid, reduserer ”halen” i ferdigstillelsen.
- Ligger generelt bedre på plan
- Gir god kontroll på ressursbruken med kontinuerlig (ukentlig) kontroll av timeforbruk mot budsjett
- Effektivisering av logistikken med kjøp av logistikk fra grossist som står for organisering av lager og uttransport av materiell for alle fag.

Prosesen med trimmet bygging oppleves som noe mer byråkratisk en tradisjonell bygging, og er administrativt krevende med hensyn til planlegging, oppfølging og rapportering. Spesielt er økonomirapporteringen krevende. Det ventes at denne tilsynelatende mer ressurskrevende prosessen vil medføre vesentlig innsparing med redusert hale med feil og mangler. Man venter med spenning på å få dette bekreftet i fullføringsfasen av prosjektet. Det bør vurderes om behovet for omfattende og ressurskrevende månedrapportering er nødvendig med en prosess som er så detaljstyrt som her; eventuelt få til en bedre samkjøring av de to prosessene.

## 8 Status og videreføring av arbeidet

Begrepet trimmet bygging brukes av Helsebygg som en direkte oversettelse av Lean Construction. Dette omfatter mange ulike metoder og verktøy:

1. Kontinuerlig forbedring (A3 – rapportering)
2. Kontinuerlig læring (Deming sirkelen)
3. **Produksjonsplanlegging med involvering av de som skal produsere**
4. **Utkviksplanlegging og overvåkning av forutsetningene for sunne aktiviteter (Last Planner)**
5. **Redusere sløsing (fjerning av ikke-verdiskapende aktiviteter)**
6. **Trimmet logistikk (Pull/Just in Time)**
7. Kartlegging av verdistrømmen (Value Stream Mapping)
8. Skape verdi for alle deltakerne, ikke bare byggherren (Target Value Design)
9. **Samlokalisering (The Big Room)**
10. Virtuell utforming og bygging (VDC/BIM)
11. Relasjonskontrakter (Relational Contracts)

Helsebygg har først og fremst prioritert punktene 3, 4, 5, 6 og 9, men legger opp til også å benytte de resterende i det gjenstående arbeidet med Kunnskaps-senteret som er det neste byggeprosjektet ved St. Olav.

Prosjektgruppen har planer om å videreføre arbeidet med Trimmet Bygging kombinert med BIM i en nettverksgruppe i Trondheimsmiljøet i regi av Trondheim Næringsforening. Erfaringene fra kartleggingsprosjektet viser at videre utvikling av effektive prosesser for trimmet prosjektering og trimmet bygging kan skje med bruk av BIM. Trimmet prosjektering og trimmet bygging er en forutsetning for effektiv utvikling av BIM og BIM vil være en naturlig videreføring av erfaringene med trimmet bygging. En slik utvikling må skje i et nettverk av parter som dekker hele verdikjeden innen bygg og anlegg. Gjennom bruk av BIM kan man i langt større grad enn hittil kommunisere løsningene mellom de prosjekterende og brukerne i designfasen. Entreprenørene kan gjennom virtuell bygging bidra til at man kommer frem til gode byggbare løsninger; også ift. HMS og energieffektivisering. Byggenæringen har store utfordringer i forbindelse med kommunikasjonen i byggeprosessen. Ved å lage digitale produktmodeller av byggene, før de bygges, kan man unngå mange kostbare problemer i bygge- og driftsperioden. Åpne internasjonale datautvekslingsstandarder fungerer som et felles språk alle kan forstå.

## 9 Bemanning og organisasjon

### Prosjekteier

Trondheim Næringsforening, Gunn Kari Hygen  
Org. Nr 944 221 557  
E-post: [firmapost@trondheim-chamber.no](mailto:firmapost@trondheim-chamber.no)

### Styringsgruppe

Morten Christensen Teknobygg	<a href="mailto:morten@teknobygg.no">morten@teknobygg.no</a>
Endre Grimsmo COWI AS	<a href="mailto:eg@cowi.no">eg@cowi.no</a>
Karl Oscar Sandvik Helsebygg	<a href="mailto:kos@helsebygg-midt.no">kos@helsebygg-midt.no</a>
Bjørn Andersen SINTEF	<a href="mailto:Bjorn.Andersen@sintef.no">Bjorn.Andersen@sintef.no</a>
Lars Edgar Onsøyen SINTEF	<a href="mailto:lars.e.onsoyen@sintef.no">lars.e.onsoyen@sintef.no</a>
Ståle Brovold, Veidekke	<a href="mailto:stale.brovold@veidekk.no">stale.brovold@veidekk.no</a>
Per Otto Moe ASV (Arbeidsfelleska- pet Bravida Vintervoll)	<a href="mailto:per.moe@siemens.com">per.moe@siemens.com</a>
Arne U. Hoff ASV	<a href="mailto:Arne.Hoff@ptl.no">Arne.Hoff@ptl.no</a>

Styringsgruppen skal stå for tilrettelegging av arbeidet, fremskaffe nødvendig underlag og bistand til, og følge opp gjennomføringen av delprosjektene. Styringsgruppen står også for koordinering med tilsvarende prosjekter i regi av Byggekostnadsprogrammet.

### Arbeidsgrupper

Det vil bli etablert egen arbeidsgrupper for hvert av caseprosjektene:

St Olav Fase 2  
St. Olav Gastro Midt  
KLP, Professor Brochs gt. 2, PB2

Arbeidsgruppene vil stå for oppfølging av konkrete byggeprosjekter og videre aktiviteter i prosjektet

## 9.1 Beskrivelse av case-prosjektene

Nedenfor følger en kort beskrivelse av de tre prosjektene vi har studert.

### 9.1.1 St. Olavs Fase 2

St. Olavs Hospital i Trondheim (tidligere Regionsykehuset i Trondheim eller RiT) bygges ut med til sammen 197 500 m<sup>2</sup> brutto gulvareal i tidsperioden 1999 – 2014.

Helsebygg Midt-Norge er prosjektorganisasjonen som på vegne av Helse Midt-Norge RHF skal forestå utvikling, planlegging og utbygging av St. Olavs Hospital i Trondheim, på nåværende sykehusområde på Øya.

Utbyggingsprosjektet er oppdelt tidsmessig i 2 byggefaser:

- Byggefase 1, ca 90.000 m<sup>2</sup>, byggetid 2002-2006 (omfang, jf pkt 1.2 nedenfor)
- Byggefase 2, ca 107.000 m<sup>2</sup>, byggetid 2006-2014 (omfang, jf pkt 1.3 nedenfor)

Samlet anslag over bruttoareal for de bygninger som berøres av fase 2:

• abdominalbygget	ca. 22 500 m <sup>2</sup>	bruttoareal
• akutt-/hjerte-/lungebygget	ca. 38 200 m <sup>2</sup>	bruttoareal
• bevegelsesbygget	ca. 18 000 m <sup>2</sup>	bruttoareal
• forsyningscenteret.	ca. 3 000 m <sup>2</sup>	bruttoareal

Helsebygg har gjennomført prosjektering t.o.m. forprosjekt med prosjekteringsgruppe (Team St. Olav). Denne gruppen var også engasjert i timehonorert avtale for samhandlingsfasen, med ensidig opsjon for byggherren også for res-terende detaljprosjekt, samt for ren oppfølging i byggefase.

Entreprenører kontraheres av byggherren etter åpen tilbudskonkurranse.

I samhandlingsfasen var Team St. Olav og totalentreprenøren knyttet til Helsebygg med separate kontrakter.

Etter at endelig fastpris var etablert, ble avtalene med Team St. Olav tiltransportert entreprenørene som underleveranse i en totalentreprisemodell, samtidig som det ble etablert overbyggende samspillavtaler (intensjonsavtaler) for mål-oppnåelse.

Følgende hovedentreprenører har vært engasjert i fase 2:

Byggeteknikk: NNC AS

Luftteknikk: Arbeidsfellesskapet ETØ

Rørteknikk: Arbeidsfellesskapet KLO

Elektroteknikk: Arbeidsfellesskapet ASV

### 9.1.2 Gastro Midt

Gastro Midtfløy er en rehabilitering av det eksisterende kreftbygget ved St. Olavs hospital i Trondheim. Arbeidet består i hovedtrekk av å rive bygget innvendig, rehabiliter fasade (skifte vinduer, etterisolere utvendig og kle fasade) og bygge opp innvendig. Med unntak av noen innledende arbeider som det har vært hensiktsmessig å starte tidligere med, begynner byggingen i september 2008. Prosjektet skal være avsluttet i september 2009.

Følgende aktører deltar i prosjektet:

- Teknobygg entreprenør og Trebetong (arbeidsfelleskap)
- Rørservice
- ETØ
- Elektroeksperten
- Team St. Olav

Disse virksomhetene har en samspillkontrakt med solidarisk ansvar. Prosjektet har en målpris, og avvik fra denne deles 50/50 mellom byggherre og gruppen som er nevnt ovenfor. Innad i gruppen er det etablert en prosentfordeling som varierer mellom de ulike aktørene.

I prosjektet er det gjennomført trimmet prosjektering. Danmarks Teknologiske Institutt (DTI) har vært samarbeidspartner i dette arbeidet.

### 9.1.3 Professor Brochs gate 2

Professor Brochs gate 2 i Trondheim er et moderne og fleksibelt kontorbygg med fokus på energieffektivitet. Bygget er på 16.500 kvadratmeter, inkludert kjeller for parkering, utleielager og tekniske rom. Bygget består av to blokker med en glassgård mellom. Blokken mot Elgeseter gate har seks etasjer, mens blokken mot Professor Brochs gate og Dalsenget har fire etasjer. Fellesareal i 1. etg består av en halvklimatisert glassgård, samt kantine og møteromsfunksjoner, foruten et kirsebærformet auditorium for 54 personer. Bygget bygges med full fleksibilitet ifht. muligheter for kombinasjoner av åpent landskap og cellekontorer. Veidekkes kontraktssum er på kr 215 mill eks mva. Byggingen startet i november 2007 og stod ferdig til overtakelse 09.09.09 klokken 09:09. Professor Brochs gate 2 er tegnet av PKA ARKITEKTER og oppført i totalentreprise av Veidekke Entreprenør. Tiltakshaver er KLP Eiendom. Byggestart var i november 2007. Bygget stod ferdig 09.09.09.

PB2 skal være et forbildebygg for energibruk. Dette vil si at det skal benyttes som et fremtidig referanseprosjekt i forhold til redusert energibruk i bygg. Samarbeidsavtalen med ENOVA SF inneholder 6 hovedføringer/krav; optimalisering av belysning mhp. energibruk, eksponering av tunge konstruksjoner, tilleggsisolering, behovsstyring av ventilasjon, infiltrasjon og aktiv bruk av glassgården. Blant annet innebærer dette et mål på maksimalt 150 kWh/m<sup>2</sup>/år (nytt forskriftskrav i henhold til ny NS3031 er 165kWh). Snitt for tilsvarende bygg i dag er 288kWh/m<sup>2</sup>/år. ENOVA har også signert leieavtale. Det er også et ønske om ytterligere reduksjon av energiforbruket. Bygget har også en samarbeidsavtale med COIN (Concrete Innovation).

Følgende aktører deltar i prosjektet:

Veidekke Entreprenør

Rådgivere: Siv. ing. P.O. Danielsen, Sweco, COWI, Rambøll, NEAS  
Brannconsult.

Underentreprenører og leverandører: Kynningsrud Fundamentering, Tverås Maskin og Transport, Unicon, Contiga, NorElement, Brødrene Midthaug, Øysand Stå, Icopal, Icopal Metall, Glassbygg, Lian, Arcelor Metall, Ellinggaard Naturstein, MTG, Trøndermureren, Moelven Nordia, Union Setsaas, GK Norge, Fjeldseth, Thermax, Beslag-Consult, Denorma Krone, Metos, Swedoor, Kone, Niscayah.

## 9.2 Kartlegging

Erfaringer med trimmet bygging hentes ved hjelp av intervjuer, dokumentanalyse og observasjon. Tema som studeres vil omhandle:

- Trimmet prosjektering, samhandlings- og planleggingsprosessen mellom prosjekterende og øvrige aktører.
- Trimmet bygging, samhandling mellom fag og personer på byggplass
- Innkjøp samhandling mellom leverandører og entreprenører, og samordning av innkjøp mellom entreprenørene
- Logistikk, optimalisering av leveransene

Og har fokus på de 7 forutsetningene for trimmet bygging

1. Foregående arbeid avsluttet
2. Arbeidsplass er tilgjengelig
3. Tegninger og informasjon tilgjengelig
4. Mannskap
5. Materialer
6. Utstyr og materiell
7. Ytre forhold

Valgte metoder vil gi innblikk i ulike eksisterende løsninger og hva som oppleves som positivt eller negativt ved disse. Intervjuobjekter og dokumentasjon må hentes fra ulike delprosjektet for å få innblikk i helheten knyttet til trimmet bygging. Observasjon, for eksempel i møter eller annet arbeid på byggeplassen, vil være en aktuell tilnærming. Her kan følgeforsker få et mer objektivt bilde ved å observere



forhold de som observeres ikke er bevisst på, eller effektene av de ulike tingene de gjør.

Case-prosjektene er både avsluttede og pågående prosjekter, noe som vil stille krav til ulike metoder for datainnsamling (datainnsamling betyr her kartlegging av metoder innen trimmet bygging og hvordan disse oppleves). Vi vil kunne sammenligne erfaringer med hhv byggefase 1 og byggefase 2 ved utbyggingen av St. Olav i Trondheim. Det foretas en "baseline-måling" for aktiviteter fra byggefase 1 som grunnlag for å sammenlikne resultater som oppnås ved nye metoder i byggefase 2. Det vil gjennomføres systematiske analyser av datamaterialet. Knyttet til dokumentanalyse kan det utvikles måleindikatorer som følges opp på bestemte tidspunkter i case-prosjektene. Eksempelvis kan dette være målinger av antall endringer, og på hvilke tidspunkter endringene oppstår.

Eksempler på spørsmål prosjektet vil fokusere på:

- Hvordan organisere for å oppnå raskere læring?
- Hvordan kan kolleger på samme nivå lære mer av hverandre?
- Hvordan kan den teoretiske kunnskapen lærlingene får fra utdanningsinstitusjonen spres på en bedre måte?
- Hvordan kan ledere støtte opp under daglig læring og kunnskapsformidling medarbeidere imellom?
- Hvordan utvikle gode arenaer og kommunikasjonsmedium som kan fungere på tvers?
- Hva kan bygg- og anleggsbransjen lære av andre bransjer som er kommet langt på kunnskapsformidling?

Samlinger underveis i prosjektet kan bidra til medarbeiderutvikling i virksomhetene som deltar i prosjektet, ved å fungere som arenaer for refleksjon og diskusjon om deltakernes praksis. Dette blir en læringsarena for medarbeiderne, samtidig som følgeforsker kan samle informasjon gjennom å delta på disse. Slike samlinger vil gi anledning til å prøve ut aktuelle tilnærminger til organisatorisk utvikling og læring knyttet til trimmet bygging. Metoder og verktøy for organisasjonsutvikling og kontinuerlig læring vil være en av leveransene fra prosjektet.

Det vil bli foretatt analyse av effektene av trimmet bygging ved å innhente dokumentasjon på budsjetter, protokoller, endringslister, avvikslister etc.

Prosjektet gjennomførte følgende kartlegginger av erfaringer med trimmet bygging/ trimmet prosjektering (TB) i hvert av caseprosjektene:

#### 1. Spørreundersøkelse

Det er laget spørreskjema som benyttes til å kartlegge erfaringer fra et større antall personer. Dette vil gi oss tilbakemelding på hvordan prosessen oppleves på individuelt nivå innen de enkelte prosjekter og i de enkelte organisasjoner

2. Intervju med enkeltpersoner  
Det foretas dybdeintervju med enkeltpersoner i de enkelte prosjekter som er med i undersøkelsen.  
Intervjuene tar sikte på å kartlegge hvordan erfaringen TB er i de enkelte prosjektorganisasjoner. Videre kartlegges hvordan trimmet TB organiseres og gjennomføres i prosjektene. Det innhentes også erfaringer med hva som fungerer og hva som ikke fungerer i prosessen.  
Tidsforbruk ca 1 timer pr. person
3. Intervju med foretak/prosjektorganisasjon  
Det foretas intervju med gruppe fra et foretak/avtalepart i prosjekt. Gruppen består av ressurspersoner som har ansvar for og godt kjennskap til prosessen med TB i foretaket. Relevante personer er prosjektleder, anleggsleder, bas, håndverker, ressursperson TB etc. Gjennomføres som samlet intervju med respektive personer som en dialog omkring foreberedte temaer.  
Tidsforbruk ca 2 timer pr. gruppe.
4. Erfaringsseminar  
Resultatene fra kartleggingen presenteres i et åpent seminar for hvert caseprosjekt, hvor alle deltakere i kartleggingen inviteres. Seminaret vil være dialogpreget slik at vi får tilbakemelding på og diskusjon omkring de resultater vi presenterer.
5. Resultatene fra kartleggingen og seminaret presenteres i en delprosjektrapport fra hvert caseprosjekt og som sendes deltakerne i kartleggingen.

### 9.3 Formidling

Prosjektet har gjennomført/deltatt i en rekke aktiviteter for formidling av prosjektresultater:

- Helsebygg, K5 og trimmet bygging 24.09.2008
- NIT-Manifestasjon, delseminar Trimmet bygging 29.09.2008 Prosjektpresentasjon
- Gastro Midt, Evalueringsmøte 1 – Tilbakemelding bassamling 29.04.2009
- Gastro Midt, Evalueringsmøte 2 – Entreprenører, rådgivere og byggeherre 07.05.2009
- Gastro Midt, Evalueringsmøte 3 – Ledersamling 05.06.2009
- Prosjektledersamling Byggekostnadsprogrammet 09.06.2009 Orientering om prosjektet

- NIT-manifestasjon 22.09.2009. Presentasjon av resultater
- Seminar: Trimmet prosjektering Fase 2 og Gastro Midt, presentasjon for prosjekteringsgruppen 21.10.2009
- NIT-seminar trimmet prosjektering trimmet bygging, presentasjon av prosjektresultater 23.11.2009
- Seminar: Erfaringer med trimmet prosjektering/trimmet bygging ved PB2, 02.12.2009
- Seminar Trimmet bygging. Presentasjon av erfaringer fra Fase 2, 04.12.2009
- Kursdagene i Trondheim, Nøkkelen til effektiv byggeprosess, presentasjon av erfaringer med trimmet prosjektering, trimmet bygging, 05.01.2010
- Forum Lean Construction NO, Organisasjonsutvikling og læring i tilknytning til trimmet bygging: Funn fra to prosjekter i Trondheim, Oslo 21.01.2010

## 10 Vedlegg 1 Spørreundersøkelse

### **Vedlegg X resultater fra spørreskjemaundersøkelse om trimmet bygging.**

Undersøkelse ved hjelp av spørreskjema ble gjennomført for å supplere den informasjonen prosjektet hentet inn gjennom intervjuer med enkeltpersoner eller grupper, workshops, observasjon på byggeplass, samt analyse av utvalgte dokumenter.

Undersøkelsen ble gjennomført sommeren 2009. Totalt kom det inn 101 svar, i form av 80 svar fra St. Olavs Hospital og 21 fra Professor Brochs gt. 2.

På de påfølgende sidene gjengis spørreskjemaet og resultatene av undersøkelsen.

### **Spørreskjema - Trimmet Bygging**

Dette spørreskjemaet er en del av forskningsprosjektet *Organisasjonsutvikling og læring knyttet til Trimmet Bygging*. Prosjektet skal kartlegge metoder for trimmet bygging, dokumentere effekter, og kartlegge erfaringer fra prosjektene.

Utfylt skjema leveres i "postkasse" på spiserommet. Har du allerede svart på skjemaet i bladet "Nybygg", skal du ikke fylle ut en gang til.

Hvis du har spørsmål, kontakt prosjektleder Endre Grimsmo, 918 33 728.

### Ansatt i (bedrift)

---

### Stilling/rolle:

- Håndverker
- Formann
- Bas
- Fagansvarlig
- Senterleder
- Prosjektleder
- Stabsfunksjoner
- Annet (be-  
skriv): \_\_\_\_\_

### Alder

Fødselsår \_\_\_\_\_

### Har du jobbet med Trimmet bygging tidligere?

- Nei, dette er mitt første prosjekt med Trimmet bygging.
- Ja, jeg har til sammen jobbet i \_\_\_\_\_ (antall) prosjekter med Trimmet bygging.

### I hvilken grad er du enig eller uenig i følgende utsagn:

*I dette prosjektet sammenliknet med tidligere prosjekter, der vi ikke har brukt Trimmet Bygging ... :*

	Helt uenig			Verken enig eller uenig			Helt enig
...trives jeg generelt bedre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...er samarbeidet med andre fag/bedrifter bedre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...er det færre konflikter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...er ryddighet og orden på byggeplass bedre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...er det satt av tilstrekkelig tid til jobben som skal gjøres.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*I dette prosjektet sammenliknet med tidligere prosjekter, der vi ikke har brukt Trimmet bygging opplever jeg at ... :*

	Helt uenig			Verken enig eller uenig			Helt enig
... foregående arbeid oftere er avsluttet før nytt starter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... arbeidsplassen oftere er klar og tilgjengelig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... tegninger og annen informasjon oftere er tilgjengelig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... prosjekteringsgrunnlaget har færre feil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... de personene som kreves for å utføre jobben er på plass.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Helt uenig			Verken enig eller uenig			Helt enig
... nødvendige materialer er tilgjengelig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... nødvendig utstyr er på plass.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... kvaliteten på det vi bygger er bedre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... opplever jeg at vi bruker en større andel av tiden på å bygge fremfor å hente utstyr og materialer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... jeg bruker en større andel av tiden til "sommel og heft".	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... vi får færre endringer underveis i prosessen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... jeg bruker mer tid til administrativt arbeid.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... "halen" (gjenstående arbeid) blir mindre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Takk for at du hjalp oss ved å fylle ut dette spørreskjemaet!**

**Utfylt skjema leveres i "postkasse" på spiserommet.**

I dette prosjektet sammenliknet med tidligere prosjekter der vi ikke har  
 brukt Trimmet Bygging ...  
 ...trives jeg generelt bedre.







