



Sluttrapport INPRO

Integrert metodikk for prosjekteringsledelse

BIA-prosjekt 229052, Norges forskningsråd

2013 – 2017

Innhold

Innledning	3
Om INPRO - Integrrert metodikk for prosjekteringsledelse	4
Prosjekteringsledelse og læring	8
Kunnskapsoverføring i prosjekteringsprosessen	10
Prosjekteringsledelse i tidligfase	12
Kommunikasjon mellom prosjektering og produksjon i byggeprosjekter	14
Kompleksitet og samhandlingens muligheter	16
Gjensidig evaluering – forbedring av prosjekteringsteamet	18
Profesjonalisering av prosjekteringsprosessen	20
Med INPRO som springbrett	22
Har tradisjonelle tilnærminger til prosjekteringsledelse gått ut på dato?	24
Involverende Planlegging i prosjektering	26
Læring på tvers av industriene	28
Publikasjoner	30

Innledning

For fire år siden startet vi forsknings- og utviklingsprosjektet «INPRO - Integrert metodikk for prosjekteringsledelse». Veidekke har vært prosjektleder og samarbeidet med industripartnerne Cowi, Nymo og Ulstein Group, samt forskningsmiljøer ved NTNU og Universitetet i Agder (UiA). I tilknytning til prosjektet har det vært to ph.d.-stipendiater samt en professor II, alle tilknyttet NTNU.

Med denne sluttrapporten samt avslutningsseminaret den 12. desember 2017 ønsker vi å dele vår kunnskap og erfaring fra prosjektet. Vi vil i rapporten og på seminaret komme inn på temaene:

- Hvis prosjektering er en kreativ og lærende prosess - hvilke prinsipper og metoder trenger vi for å lede denne prosessen?
- Hva må til for å bedre kommunikasjonen mellom prosjekteringen og produksjonen?
- Involverende planlegging (Last Planner) i prosjektering - fungerer det i praksis?
- Hvordan er vi forskjellig/like og hva kan vi lære av det – prosjektering/engineering i tre ulike bransjer (offshore, skipsbygging, bygg og anlegg)?

I denne sluttrapporten gir vi noen smakebiter på forsknings- og utviklingsarbeidet som har foregått i prosjektet. God lesning.

For de som ønsker å lese mer om resultatene i prosjektet, viser vi i slutten av rapporten til publikasjoner produsert gjennom prosjektet, samt de to ph.d.-avhandlingene (2018).

Oslo, desember 2017



Hege Skårbekk Dammerud

Prosjektleder INPRO
Kompetansesjef i Veidekke Entreprenør AS

Om INPRO - Integreert metodikk for prosjekteringsledelse

Integreert metodikk for prosjekteringsledelse, forkortet INPRO, ble igangsatt i 2013 etter initiativ fra Veidekke. På dette tidspunkt hadde det allerede pågått et utviklingsarbeid i denne virksomheten en stund, som man ønsket å ta et skritt videre gjennom samarbeid med forskningsmiljøer og gjennom å hente impulser fra virksomheter i andre næringer med sammenlignbar produksjon.



Hege Skårbekk Dammerud
Prosjektleder INPRO
Kompetansesjef i Veidekke Entreprenør AS



Sigmund Aslesen
Utviklingsleder, Team Veidekke DA – Ulven
Veidekke Entreprenør AS

Prosjektet er et BIA-prosjekt, det vil si at det er delvis finansiert gjennom et program i Norges Forskningsråd kalt Brukerstyrt Innovasjonsarena som har til hensikt å støtte opp om forskningsbasert innovasjon i bedrifter og næringer. Veidekke setter stor pris på muligheten næringslivet har til å selv sette i gang forskningsprosjekter gjennom BIA, og understreker fordelene det gir når academia og næringsliv kan utvikle og dele kunnskap over tid.

Med Lean-metodikk i bunnen har vi tatt for oss prosjekteringsprosessen, med henblikk på å forstå og forbedre det som foregår i denne prosessen. Vi var særskilt opptatt av å forstå logikken som ligger til grunn, at den kanskje er annerledes enn den som gjelder for produksjon og at det i så fall må styre hvordan vi leder prosjekteringen. Vi var dessuten spesielt interessert i det som foregår i overgangen mellom prosjektering og produksjon, om den kommunikasjonen og læringen som finner sted her.

Et viktig funn fra prosjektet er at det med prosjektering følger en såkalt refleksiv logikk, det vil si at de

leveransene som skjer mellom fagene her ofte er gjensidig avhengige av hverandre, at utarbeidelsen av det tekniske underlaget har karakter av å være uforutsigbar og at detaljeringen skjer sprangvis. Samtidig har man også innenfor prosjektering, som for produksjon, leveranser som er sekvensielle, det vil si som følger en mer eller mindre gitt rekkefølge og der detaljeringen skjer gradvis. Kombinasjonen av de to logikkene forutsetter en måte å lede prosjekteringen på som er situasjonsbestemt samtidig som den stimulerer til læring, kommunikasjon og delegering av ansvar på tvers av faggruppene som er med i denne prosessen.

Prosjektet har gitt oss en dypere forståelse for både prosjekteringsprosessen og prosjekteringsledergjernen. Virksomhetene har lært mye av å se på hvordan vi er like og forskjellige med hensyn på hvordan vi leder denne prosessen, mens forskningen har gitt oss teorier og et begrepsapparat som har gjort oss bedre i stand til å begripe – og håndtere – de mange utfordringene som en prosjekteringsleder står overfor til daglig.

Prosjektet har i Veidekke utledet i to doktorgrader samt en ny veileder for Involverende Planlegging i prosjektering. Nymo har brukt prosjektet som springbrett for å komme i inngrep med forskning og andre bransjer, og som grunnlag for egen utvikling og vekst. For Ulstein Group har prosjektet fungert som en forlengelse av en mangeårig forskningsbasert innsats med å fremme produktivitet og smart produksjon av tjenester så vel som skip. I COWI vil resultatene fra prosjektet inngå som del av deres nye prosjektmodell for standardiserte arbeidsprosesser. På NTNU Fakultet for arkitektur og design har prosjektet gitt verdifulle bidrag inn i fire etter- og videreutdanningskurs. For Universitetet i Agder har prosjektet gitt grobunn for tettere samarbeid med NTNU samt at det har blitt gjennomført betydelig forskning og flere masteroppgaver med dette som tema. På NTNU Samfunnsforskning har forskningen bidratt til fremveksten av prosjekteringsledelse som eget forskningsemne.

Prosjektets hovedmålsetninger har vært:

Hovedmål:

1. Utvikle en teoretisk fundert forståelse av prosjekteringsprosessen i prosjektbasert produksjon
2. Utvikle en teoretisk og praktisk fundert metodikk for prosjekteringen innen prosjektbasert produksjon

Delmål:

1. Prosjektering som læring: Utvikle en dypere forståelse av prosjektering som en kreativ og lærende prosess samt prinsipper og metoder for prosjekteringsledelse som fasiliterer dette
2. Grensesnittet mellom prosjektering og produksjon: Økt forståelse for kunnskaps-overføring mellom prosjektering og produksjon
3. Organisering av planleggings- og beslutningssystemer: Øke vår innsikt i hva som styrer beslutningene som del av prosjekteringsprosessen samt utvikle ledelsesprinsipper og metoder som gir beslutninger med større innslag av samspill og bred involvering
4. Gjensidig evaluering: Utvikle og teste ut metodikk for gjensidig evaluering i prosjektorganisasjonen.

Figuren under sammenfatter prosjektets mål, delprosjekter og tilnærming.



INPRO prosjektdeltakere

Veidekke har vært prosjektleder og samarbeidet med industripartneren Cowi, Nymo og Ulstein Group, samt forskningsmiljøer ved NTNU og UiA. I tilknytning til prosjektet har det vært to ph.d.-stipendiater samt en professor II, alle tilknyttet NTNU.

Representanter fra industripartnere

Cowi:

- Siri Heyerdahl Augdal, Prosjektsjef, Cowi sin representant i prosjektet

Nymo:

- Jarle Windegaard, Project Engineering Manager, Nymo sin representant i prosjektet
- Åsmund Knutson, Prosjektleder IPG (Involverende Prosjekt Gjennomføring), Nymo sin representant i prosjektet

ULSTEIN Group:

- Per Olaf Brett, Dr. oecón, Deputy Managing Director Ulstein International AS, Ulstein sin representant i prosjektet

Veidekke Entreprenør AS:

- Hege Skårbekk Dammerud, Kompetansesjef, Prosjektleder INPRO
- Nils Andrew Mogstad, Prosjektleder, Distrikt Buskerud, Leder for arbeidsgruppe IPP-veileder i Veidekkes prosjekteringsledernetverk
- Sigmund Aslesen, Utviklingsleder, Team Veidekke DA – Ulven, Distrikt Oslo, Prosjektleder BIA-prosjektet «Involverende Planlegging»
- Trond Bølviken, Direktør Strategi, Forbedring, HR og HMS, Administrativt ansvarlig INPRO

Forskergruppen

NTNU:

- Geir Karsten Hansen, Professor ved Institutt for arkitektur og planlegging, Fakultet for arkitektur og design, prosjektansvarlig delprosjekt 2. Veileder for ph.d.-stipendiat Knotten, biveileder for ph.d.-stipendiat Svalestuen
- Ola Lædre, Førsteamanuensis ved Institutt for bygg- og miljøteknikk, Veileder ph.d.-stipendiat Svalestuen, biveileder Knotten
- Lars Andersen, NTNU Samfunnsforskning, Forsker 1 / Forskningsleder, prosjektansvarlig delprosjekt 3

UiA:

- Bo Terje Kalsaas, Professor UiA, Professor II NTNU Institutt for bygg- og miljøteknikk, prosjektansvarlig delprosjekt 1

Ph.d. stipendiater:

- Fredrik Svalestuen, Veidekke Entreprenør, ph.d.-stipendiat, NTNU Institutt for bygg- og miljøteknikk
- Vegard Knotten, Fagansvarlig prosjekteringsledelse i Veidekke Entreprenør, ph.d.-stipendiat Fakultet for arkitektur og design, prosjektansvarlig delprosjekt 4



Prosjekteringsledelse og læring

Når vi arbeider med et problemområde over tid vil de fleste av oss legge merke til at vi ser og forstår nye sider, sammenhenger og muligheter etter hvert som vi arbeider oss inn i saken. Læring skjer både individuelt og i samspill med andre rundt felles problemområder og utfordringer slik som i prosjektering. I prosjektering snakker vi ofte om modning og innovasjon for å beskrive resultatet av læring og kunnskapsutvikling. I ledelse av prosjektering i et læringsperspektiv vektlegges å legge opp til strukturer for arbeidet som gir felles modning på tverrfaglige problemer, samtidig som at det etableres en struktur for å sikre fremdrift og dertil hindre unødvendige iterasjoner og venting og sløsing med tiden for teamets deltakere.



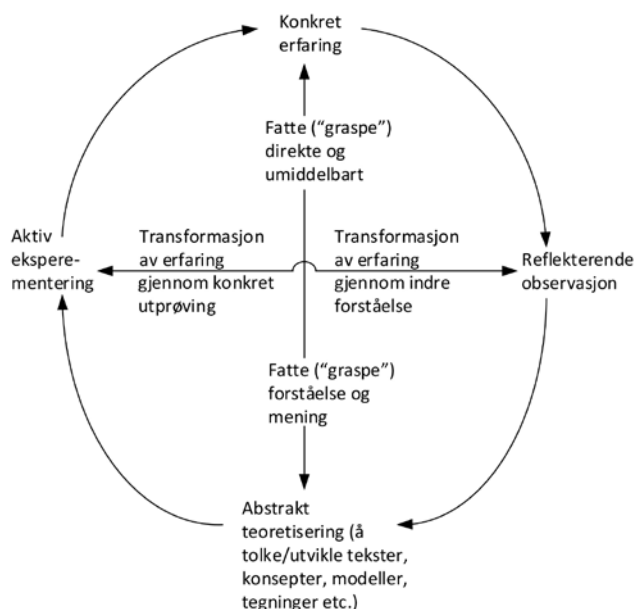
Bo Terje Kalsaas

Professor ved Universitetet i Agder
Prosjektansvarlig for delprosjekt 1
Prosjektering som læring
I INPRO-prosjektperioden Professor II ved
NTNU, Institutt for Bygg og Mijøteknikk

Tenking om læring og prosjektering

Læring i prosjektering er knyttet til at deltagerne gradvis bedre forstår det de skal prosjektere gjennom iterasjoner, samspill og kommunikasjon. Vi kan snakke om modning i forhold til hvordan vi forstår oppgaven og i forhold til problemløsning. Læring og modning kan forklares gjennom Kolbs erfaringsbaserte læringssirkel (konkret erfaring - reflekterende observasjon - teoretisk abstraksjon - aktiv eksperimentering, se figur neste side) som er beslektet med PDCA-metoden (Plan-Do-Check-Act), som benyttes mye i forbedringsarbeid.

Gradvis modning i prosjektering er et sentralt fenomen som må håndteres i planlegging og styring av prosjektering. Det er ikke uvanlig at det er 10-20 aktører som bidrar med prosjektering på detaljnivå, noe som



gir mange grensesnitt som skal koordineres. Antall aktører og grensesnitt øker med mer spesialisering og outsourcing, eksempelvis at yttervegger prosjekteres og prefabrikeres av en leverandør. SECI-modellen (sosialisere, eksternalisere, kombinere og internalisere) forklarer læring i samspill mellom disiplinene. Vi går inn i en prosess med andre i prosjekteringssteam med en rekke individuelle erfaringer og kunnskap som ofte er taus, ikke eksplisitt. Når vi sosialisere deler vi slike erfaringer. Sirkelen mellom taus (erfaringer som ikke er kodet og som ofte er vanskelig å nedtegne som tekst) og eksplisitt (kunnskap vi f.eks. kan finne i monteringsanvisninger og i veiledere) kunnskap kan ta mange runder (iterasjoner). Dette er en tenking om læring, kontinuerlig forbedring og innovasjon som er fundert på at tillit kan bygges over tid. Tillit forstås da ikke kun som en betingelse for å redusere kostnader, men også som kanal for læring og kunnskapsutvikling, og som basis for kreativitet og innovasjon.

Hvis prosjektering er en kreativ og lærende prosess - hvilke prinsipper og metoder trenger vi for å lede denne prosessen?

God prosjekteringsledelse av komplekse prosjekter handler om kunnskap, struktur og gjennomføringsevne. På kunnskapssiden må vi forstå prosjektering som fenomen, herunder disiplinenes egenart og avhengighetene som skal koordineres. Det kan kreve terskelkunnskap, også betegnet som brysom kunnskap, som betyr at den kan være krevende å forstå, men som også har potensiale for utvikling av nye muligheter. I prosjektering eksisterer det sterke gjensidige avhengigheter mellom disiplinene, som igjen tilsier at de må koordineres gjennom gjensidig tilpassing. En lineær modell (eksempelvis kritisk vei-metoden) som grunnlag for koordinering og styring vil således ikke fungere i en slik produksjon, siden den kun fokuserer på det som skal produseres (transformasjon) og ikke forutsetninger som sikrer flyt og verdiskaping. Prosjekteringsledelse har imidlertid også lineære elementer som søknader om rammetillatelse og igangsettingstillatelser til offentlige myndighet. Det er behov for mye kontakt mellom de prosjekterende disiplinene og entreprenøren ved totalentrepriser, for å løse oppgaver. Vi snakker her om å etablere arenaer for læring. Vi kjenner slike arenaer som prosjekteringsmøte, fellesmøte, telefon- og videomøte og ICE (Integrated Concurrent Engineering), hvor aktørene utveksler informasjon, arbeider med problemløsning, koordinering og fatter beslutninger.

En alternativ struktur for læring og styring går på å dele byggeprosjekter inn i arbeidspakker, hvor disipliner med sterk gjensidig avhengighet danner selvorganiserte grupper. En arbeidspakke kan ofte brytes ned til flere delpakker, eller sprinter, hvor hver sprint bringer en arbeidspakke til et nytt modenhetsnivå, hvor leveransen er forhåndsdefinert i samspill med de involverte. Dette er tenkt å skje innenfor en rigid tidsplan, hvor utvikling av hensiktsmessige milepæler er viktig, herunder byggeplassens behov for arbeidsgrunnlag, samt grunnlag for anskaffelse av bygningsdeler, og ikke minst frist for kontrahering av leverandører. Bølgemodellen hvor arkitekten utvikler sitt design før bygningsingeniøren starter arbeidet med bæresystem, osv. kan også være en god støtte i utvikling av felles milepæler. En struktur som skissert kan fungere innenfor en frekvens på to uker mellom prosjekteringsmøtene. Gruppene vil om mulig gjennomføre korte morgenmøter på egnet medium (telefon, skype, samme rom) i intensive perioder. I prosjekteringsmøtene gis plass til bl.a. en sekvens med hva som er lært siden forrige møte, og det måles på prosent planlagt utført (PPU) på sprintnivå, samt at det går inn i årsaker til avvik. Når nye sprinter og arbeidspakker legges inn i planen fra en backlog (liste med ideer og ikke endelig definerte sprinter) gjennomgår disse i forhold til om sprinten er sunn. Det vil si om alle forutsetninger for å utføre jobben er på plass. Prosjekteringslederen vil betjene de selvorganiserte gruppene i denne tenkningen og ha et spesielt ansvar i forhold til ivaretagelse av kunde verdi. Det betyr at prosjekteringsleder har et spesielt ansvar for å innhente relevant informasjon fra byggherre og totalentreprenør, og at vedkommende har på seg byggherre hatten i spillet med gruppene.

FAKTA // Universitetet i Agder

Byggdesign er en av studieretningene på bachelornivå innen Institutt for ingeniørvitenskap. Innen fordypping teknisk planlegging tar studentene et kurs i Prosjektledelse med Lean Construction. I masterprogrammet Industriell økonomi og teknologiledelse (samarbeid med Handelshøyskolen - UiA) gis det videre tilbud om fordypping innen prosjektledelse og prosjekteringsledelse hvor Lean construction er vektlagt. Studentene gjør videre bachelor og masteroppgaver innenfor disse emnene, og flere doktorgradsløp er under oppstart.

Kunnskapsoverføring i prosjekteringsprosessen

Det finnes ingen «beste løsning» på gjennomføring av et prosjekt. Dette delprosjektet har gitt ny kunnskap om viktigheten av en god forståelse av oppgaven, hvilke suksessfaktorer som prosjekteringsleder må ta i betraktning for å lede, koordinere og styre prosjekteringen og sørge for brukbare og byggbare løsninger gjennom en systematisk og tett kommunikasjon med utførende.



Geir K Hansen

Professor ved Institutt for arkitektur og planlegging,
Fakultet for arkitektur og design, NTNU
Prosjektansvarlig for delprosjekt 2 Grensesnitt mellom
prosjektering og produksjon
Veileder for ph.d.-stipendiat Vegard Knotten og biveileder
for ph.d.-stipendiat Fredrik Svalestuen

Prosjekteringsledelse kan defineres som det å organisere, planlegge og styre personer, deres kunnskap og informasjonsflyt. Prosjekteringsprosessen må styres på forskjellige måter for å oppnå effektive prosesser, og spørsmålet er hvilke grep som kan gjøres for å styrke kunnskapsoverføring gjennom hele prosessen og i grensesnittene mot henholdsvis programmering og produksjon.

Dette prosjektet har hatt to doktorgrader, hvor Vegard Knotten har sett på prosjekteringsledelse i tidligfase prosjektering og Fredrik Svalestuen på kommunikasjon mellom prosjektering og produksjon i byggeprosjekter. Kunnskapsutviklingen i prosjektet har gitt verdifulle bidrag inn i fire etter- og videreutdanningskurs i prosjekteringsledelse i regi av NTNU Videre med til sammen 100 deltakere som har fått ferskeste forskning og praksis fra fagområdet.



Byggeprosessen må forstås som en oversettelsesprosess av informasjon og kunnskap fra ide til ferdig bygg. Prosjekteringen har to primære formål;

1. Brukbarhet - Å utarbeide beslutningsgrunnlag for byggherren og bygningsmyndigheter. Dette innebærer at prosjekteringen rettes inn mot å dokumentere og illustrere det fysiske resultat byggherren og andre kan vente seg av byggeprosessen. Dette innebærer også nødvendigheten av en god forståelse av prosjektet og bestillingen fra byggherre slik at man leverer i tråd med programmet.

2. Byggbarhet - Å danne grunnlag for produksjonsprosessen, dvs. den fysiske utførelsen av prosjektet. Dette betyr at prosjekteringen rettes inn mot entreprenørenes og håndverkernes behov for informasjon om hva som skal bygges og hvordan produksjonen skal foregå.

Avhengig av hvilken gjennomføringsmodell som velges, vil prosjekteringen også tjene et tredje formål, nemlig å gi et kontraktgrunnlag for entreprisekontrakter.

Selv om alle byggeprosesser er unike og gjennomføres forskjellig, hvor oppgaver, arbeidsmåte og fokus vil endre seg underveis, vil de likevel ha mange likhetstrekk. Innledningsvis er prosessen mer åpen, kreativ, søkende og utredende. Det er i tidligfase man har størst påvirkningsmulighet på prosjektet i forhold til risiko og økonomisk konsekvens, og det er her grunnlaget for verdiskaping både for eier og øvrige aktører i prosjektet blir lagt. Deretter får prosessen karakter av målstyrt utvikling som kan medføre justeringer av mål og rammer. I siste fase får prosessen en tilnærmet lineær karakter, det vil si at beslutninger og aktiviteter kan planlegges og styres som et aktivitetsnettverk.

God prosjekteringsledelse betyr en god prosess som leder til et godt resultat og fullføring innenfor gitte rammer i forhold til tid, kostnader og kvalitet hvor det ferdige produktet tilfredsstillende de krav og behov som er stilt både fra byggherrens og fra samfunnets side. Vår forskning viser at byggebransjen kan lære av offshore engineering særlig når det gjelder planlegging,

oppfølging og bruk av BIM i prosjekteringsprosessen og fra skipsdesign når det gjelder stabile, autonome team med tydelig definerte roller og åpenhet.

Et prosjekt stiller motsetningsfylte krav. Det å forstå byggeprosessen som en dynamisk prosess med endrede oppgaver, innhold, aktører og karakter er grunnleggende i forhold til hvilke virkemidler som brukes for å understøtte, lede, styre, gjennomføre og kontrollere prosessen. Med andre ord handler det om å gjøre de riktige tingene og å gjøre ting riktig.

Ph.d.-stipendiater knyttet til delprosjekt 2;

Vegard Knotten. *Prosjekteringsledelse i tidligfase prosjektering.*

Knottens fokus har vært på tidligfase prosjektering, åpne og iterative prosesser. Gjøre de riktige valgene. Knotten har vært tilknyttet Institutt for arkitektur og planlegging, Fakultet for arkitektur og design, med Geir K Hansen som hovedveileder og Ola Lædre som biveileder.

Fredrik Svalestuen. *Kommunikasjon mellom prosjektering og produksjon i byggeprosjekter.*

Svalestuens fokus har vært på prosjektering opp mot produksjon, Lean-tankegang, kommunikasjon, Gjøre ting riktig. Svalestuen har vært tilknyttet Institutt for bygg og miljøteknikk, Fakultet for ingeniørvitenskap, med Ola Lædre som hovedveileder og Geir K Hansen som biveileder.

FAKTA // NTNU Institutt for arkitektur og planlegging

Arkitektonisk formgivning dreier seg om alle typer bygninger og bygningsmiljø, og den teori og kunnskap som knytter seg til dette. Fagområdet omhandler alle sider ved den arkitektoniske formgivningen fra idéfasen til ferdig bygg, forvaltning og utvikling. Prosjektering og utvikling ses i et bærekraftig bruks- og livsløpsperspektiv hvor god arkitektur handler om at funksjonalitet, teknologi og estetikk inngår i en helhetlig arkitektonisk sammenheng.

Prosjekteringsledelse i tidligfase

Utfordringene står i kø for BAE-næringen i årene som kommer. Kompleksiteten i prosjektene øker med nye krav til energi og bærekraft, ny teknologi skal tilpasses og bransjen utfordres stadig i forhold til produktivitet og kvalitet. For å lykkes med å svare på disse utfordringene må grepene tas tidlig i prosjektet. Dette krever mer av alle aktørene tidlig i forhold til kompetanse og beslutninger, og ikke minst ledelse og koordinering av tidligfaser. Prosjekteringsledelse i tidligfase blir dermed viktigere enn noensinne.



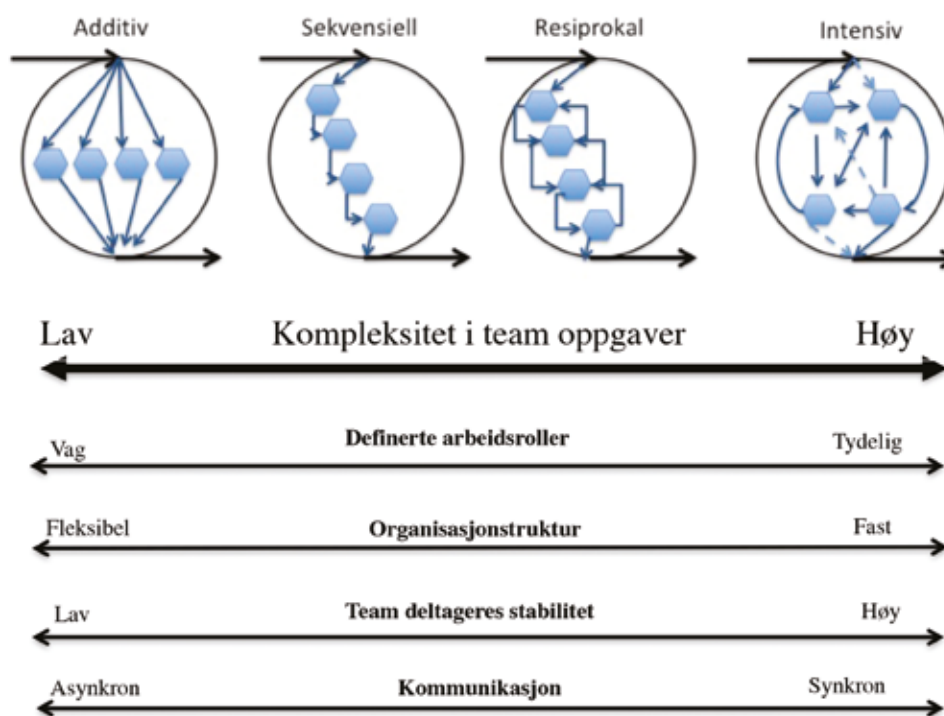
Vegard Knotten

Ph.d.-stipendiat ved Institutt for arkitektur og planlegging, Fakultet for arkitektur og design, NTNU
Veidekkeansatt
Veileder Geir K. Hansen og biveileder Ola Lædre
Planlagt disputas første halvår 2018

Bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE) er en næring i endring. Det skjer store endringer i miljøkrav, energikrav, teknologiutvikling og bærekraft samtidig med at næringen kritiseres for å ha lav produktivitet samt at produktene som leveres har mange feil. Disse utfordringene må løses tidlig i prosjektet, dvs. i fasene for prosjektutvikling og prosjektering. De tidlige fasene av prosjektet regnes også som de mest utfordrende og mest krevende å lede, men har så langt fått lite oppmerksomhet i forskningen. Prosjekteringsledelse er definert i denne sammenheng som det å organisere, planlegge og styre personer, deres kunnskap og informasjonsflyt for å oppnå målene til prosjektet.

Hva er utfordringene i tidligfase av prosjekter?

Utfordringene er sammensatte, men prosjekteringsprosessens natur gjør at den må styres på forskjellige måter for å løse oppgavene effektivt og skape verdi i prosjektet. Prosjekteringsprosessens interne avhengigheter kan beskrives som additive, sekvensielle, resiproke og intensive og krever forskjellig tilnærming til koordinering. Dette er illustrert i figuren på neste side. De forskjellige avhengighetene og koordineringsformen stiller også ulike krav til deltakerne i prosjekteringsteamet, og ikke minst til måten vi kommuniserer og håndterer informasjon på. De resiproke og intensive er typisk tverrfaglige problemstillinger som må løses til det beste for prosjektet og ikke med tanke på et enkelt fag, for å skape innovasjon og verdi. De sekvensielle er typisk aktiviteter som er av enfaglig natur. Det at bransjen i tillegg er fragmentert, med stort sett nye aktører for hvert prosjekt, øker dessuten utfordringene med å få til god samhandling. Komplekse prosjekter krever stabile team, tydelig organisering og rollefordeling, samt synkrone kommunikasjonskanaler. Synkron kommunikasjon er kommunikasjon som foregår direkte i tid slik som samtaler, møter etc.



Hva er suksessfaktorer for prosjekteringsledelse?

Gjennom analyser av litteratur har vi identifisert ti suksessfaktorer for prosjekteringsledelse: *kommunikasjon, beslutninger, planlegging, kunde, grensesnitt, team, risiko, kunnskapsstyring, HMS-fokus og evaluering*. Disse har 22 prosjekteringsledere oppført i en prioritert rekkefølge. Ingen av prosjekteringslederne prioriterte suksessfaktorene likt, noe som støtter tidligere forskning om at suksessfaktorer må tilpasses det enkelte prosjekt og de aktørene som er med. I tillegg viser dette at suksessfaktorer må tilpasses prosjekteringsledelsen i prosjektet.

Hvordan skal prosjekteringsledelse håndtere tidligfase av prosjekter? Som i prosjektering for øvrig finnes det ikke ett enkelt svar på denne problemstillingen. Forskingen har bidratt til en generisk modell for prosjekteringsledelse i tidligfase. Modellen indikerer at prosjekteringslederen ikke bare bør vurdere en strategi for gjennomføring av prosjekteringsprosessen, men også en strategi for prosjekteringsledelse. Modellen foreslår at prosjekteringsledelse må være

proaktiv og gjøre en nøye vurdering av prosjektets kontekst for å foreslå en strategi for gjennomføring av prosjekteringsledelsen. I modellen foreslås tre faser: vurderingsfase, initieringsfase og gjennomføringsfase. I vurderingsfasen fastslås alt som er spesielt med prosjektet, prosjektets mål, hvilke aktører som er tilgjengelig samt prosjekteringsledelsens nødvendig kompetanse og kapasitet. Basert på dette vil det i initieringsfasen lages en strategi for hvordan prosjekteringsledelsen best kan gjennomføres med tanke på organisering (av personer og kunnskap), planlegging og informasjonsflyt. Basert på erfaringer fra INPRO vil en strategi basert på Involverende planlegging typisk være aktuell. I gjennomføringsfasen benyttes denne strategien som en gjennomføringsplan for prosjekteringsleder, med konstant evaluering av måloppnåelse for både prosjekt- og prosessmål. Modellen er ikke låst til spesielle verktøy, men forskningen viser at involvering, samt det å benytte sterk grad av samhandling, for eksempel integrated concurrent engineering (ICE), bidrar til større kunnskapsflyt, bryter ned læringsbarrierer og reduserer utfordringen med sub-optimalisering.

Kommunikasjon mellom prosjektering og produksjon i byggeprosjekter

Kommunikasjon er selve driveren i et byggeprosjekt. Effektiv kommunikasjon handler om hurtighet og kvalitet på informasjonen. Det er viktig at informasjonen treffer de den er tiltenkt, i et format som er best egnet og gjennom en kommunikasjonskanal som er åpen for direkte tilbakemelding.

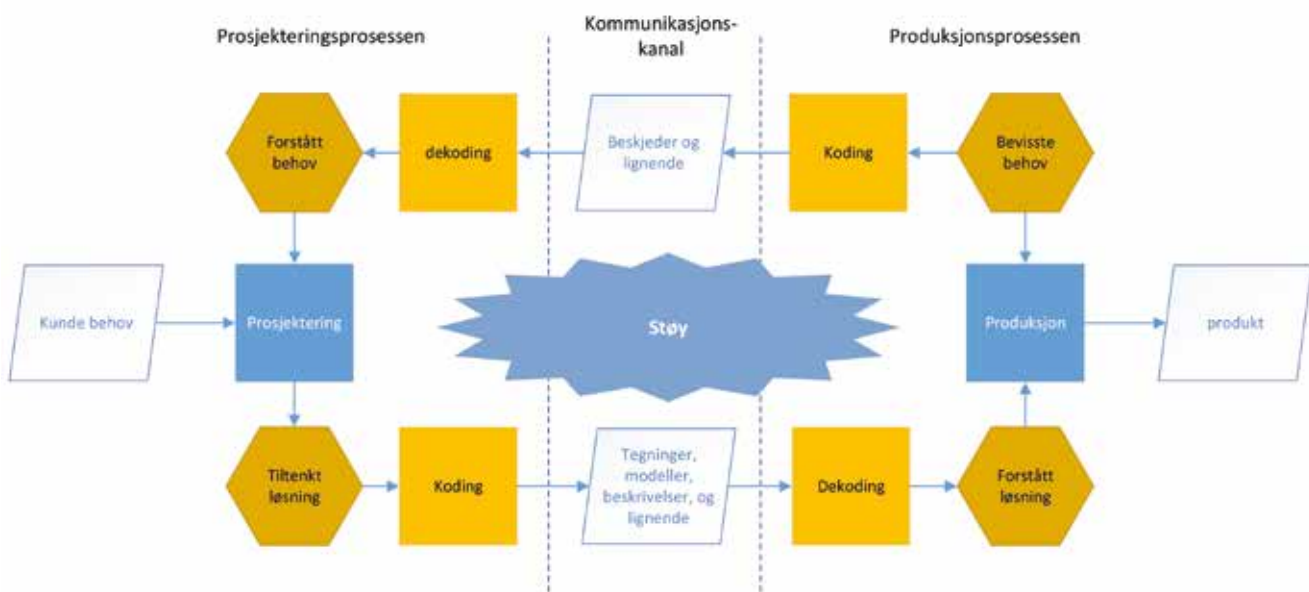


Fredrik Svalestuen

Ph.d.-stipendiat ved Institutt for bygg- og miljøteknikk, NTNU
Veidekkeansatt
Veileder Ola Lædre og biveileder Geir K. Hansen
Planlagt disputas første halvår 2018

I mitt doktorgradsarbeid kommer det klart frem at de fleste byggeprosjekter undervurderer behovet for informasjon. I tillegg klarer ikke prosjektene og enes om hvilke type kanaler som skal benyttes for kommunikasjon mellom aktørene. Selv om prosjekter i mange sammenhenger benytter et webhotell for informasjonsutveksling så florerer det av e-poster på prosjektene. Dette fører til at det blir vanskelig for aktørene å skille ut den viktige informasjonen. For at kommunikasjonen skal være effektiv må den treffe de aktørene den er tiltenkt hurtigst mulig. I et byggeprosjekt er kvalitet på informasjonen viktigere enn kvantiteten. Det bør derfor nøye vurderes hvem informasjonen er relevant for, og hvilket nivå informasjonen skal være på før den sendes ut.

Organisasjonen i et byggeprosjekt definerer langt på vei kommunikasjonslinjene i prosjektet. Typisk er denne organiseringen styrt av kontraktsmodellen til prosjektet. De formelle kommunikasjonslinjene følger dermed kontrakten. Formell kommunikasjon er viktig for å holde kontroll på kommunikasjonen i prosjektene, men denne er ofte karakterisert som lite effektiv. Derfor kan det være fordelaktig med uformell kommunikasjon som går på tvers av de formelle kommunikasjonslinjene som kontrakten angir. Det gjør de mulig for de ulike aktørene å ha direkte kontakt med hverandre. Dette vil gi en økt effektivitet da den uformelle kommunikasjonen ofte er raskere. Utfordringen blir å holde kontroll med den uformelle kommunikasjonen. Dette gjør at det må planlegges hvilken informasjon som skal følge de formelle kommunikasjonslinjene og hvilken informasjon som kan tas uformelt. Dette kan styres ved hjelp av planlegging. En tommelfingerregel er at saker som omhandler flere bør tas formelt, mens saker som kun omhandler to personer kan tas uformelt - så lenge informasjonen ikke påvirker beslutninger.



Den mest effektive kommunikasjonskanalen på en byggeplass er Bygnings Informasjons Modellen (BIM). Modellen er med på å øke forståelsen mellom aktørene siden den kan visualisere løsninger i flere dimensjoner. Det er allikevel visse utfordringer med dette verktøyet. Blant annet er det ganske vanlig at det blir prosjektert inn elementer i BIM som er uferdige. De er representert som såkalte «plassholdere» og vil for det utrente øye fremstå som et ferdig prosjektert element. Vet bruk av BIM-kiosker på byggeplass får byggeplassledelsen og fagarbeidere tilgang til BIM. For dem kan denne type informasjon oppfattes som mer ferdig enn den i virkeligheten er. Derfor er det viktig at de uferdige elementene blir synlig markert. Ved bruk av prinsippet om Level of Development (LOD) kan elementene i BIM bli definert etter hvor utviklet de er. Hvis prinsippet tas i bruk sammen med en fargekode

på hvert såkalte LOD-nivå vil det også bli enklere for driften å skille mellom hva som er klar for produksjon og hva som er under prosjektering. Samtidig vil det gi aktører i prosjekteringen felles referansepunkt. Hvis det er gjort en god jobb i oppstartsfasen av prosjektet med å definere prosjektets LOD-nivåer, vil det bli enklere for de prosjekterende å etterspørre riktig informasjon.

FAKTA // NTNU Institutt for bygg- og miljøteknikk

Institutt for bygg- og miljøteknikk har kompetanse og teknologiske løsninger som behøves innenfor våre fagfelt, til anvendelse i både offentlig og privat sektor. Instituttet ble dannet 01.01.2017 gjennom fusjon av tidligere Institutt for bygg og miljø, Institutt for vann- og miljøteknikk og Institutt for bygg, anlegg og transport.

Kompleksitet og samhandlingens muligheter

Nåtidens prosjekter fremtrer i høyere grad enn tidligere som komplekse, multifunksjonelle og spesialiserte. Økt kompleksitet er erkjent som hovedårsaken til at prosjekter mislykkes i å nå deres mål om leveranser til rett tid, pris og kvalitet. Tradisjonelt er kompleksitet håndtert gjennom top-down styring og marked. Top-down styring og tilsvarende planprosesser hemmer imidlertid autonomi og kreativitet og markedsmodellene støtter opp under at aktører og enkeltbedrifter i prosjektene setter egne interesser over prosjektets fellesinteresser. Nå har samhandling vokst frem som den nye tilnærmingen til koordinering og kompleksitetshåndtering.



Lars Andersen

NTNU Samfunnsforskning AS
Forsker 1 / Forskningsleder
Prosjektansvarlig for delprosjekt 3,
Organisering av planleggings- og beslutningssystemer

Delprosjekt 3 i INPRO-prosjektet har arbeidet med å utvikle en samhandlingsmodell som både ivaretar enkeltaktørenes autonomi som grunnlag for kreativitet og aktørenes samarbeid slik at de fremmer prosjektnivået og prosjektets interesser. Samhandlingsmodellen er lagt til grunn for anvisninger om hvordan en bør organisere prosjektering og byggeprosesser. Noen resultater fra dette arbeidet skisseres i det påfølgende.

Fagenes autonomi

I figuren nedenfor tar utgangspunkt i tilnærmingen «Communities of Knowledge». I modellen forvalter hvert fag et eksklusivt «lukket» kunnskapsdomene. Hvert spesialistfag eller hver disiplin besitter særskilte kompetanser, kunnskaper og perspektiver som de andre fagene ikke har tilgang til. Spesialistene utvikler sterke perspektiver gjennom egen

perspektivskaping og tilpasser denne til konkrete situasjoner. Perspektivtaking handler f.eks. om at aktørene i et fag et stykke på vei er med inn i og forsøke å se situasjonen fra de andre fagenes ståsted. Dette skjer ved hjelp av «grenseobjekter» som felles språk, symboler osv. Sterke perspektiver og gjensidig perspektivtaking er forutsetninger for effektiv samhandling og dialoger. Denne modellen ivaretar det autonome ved fag som samhandler innbyrdes. Bestemmelsen av prosjektnivået og fellesskapet ut over enkeltfagene er imidlertid svak.



Prosjektperspektivet

Hva er innholdet i det felles prosjektperspektivet? For å svare på dette kan vi ikke bare se på en serie spesialistfag, men vi må avdekke det systemet av arbeidsdeling de inngår i ved hjelp av en materiell analyse. Analysen viser at arkitektfaget og byggfagene har en annen strukturell rolle i systemet enn f.eks de tekniske fagene og at dette får betydning for perspektivtakingen. La oss se litt nærmere på den materielle analysen.

Kompetansenes materielle grunnlag

På et nivå oversettes enkeltfagets lukkede domene til noe felles og allment tilgjengelig. Vi kan ta utgangspunkt i et kontorbygg og ventilasjon. Ventilasjonsfaget konstruerer et eget system for hele bygget ved hjelp av eget kunnskapsdomene. Systemet har materiell-teknologiske slutteffekter inn i rom, ganger mm basert på mål om luftvolum, trykk, mengde luft ut og inn osv. Brukerne av bygget (kunden) oversetter de materiell-teknologiske effektene til brukerfunksjoner og til sosiale erfaringer og verdier som «behagelig frisk luft i dette rommet». Skillet mellom lukket domene, slutteffekter og brukerfunksjoner er gyldig i forskjellig form for de forskjellige spesialistfagene.

Prosjektet som felles virkelighet og prosess

For brukeren av bygget (kunden) inngår enkeltfunksjonene i en meningsgivende orden – funksjonene skal passe sammen. I en byggeprosess er det et skille mellom spesifikt materiell og materiell som i tillegg er strukturende. Det spesifikke materiellet, kabler som gir lys og rør som gir vann, henges opp i og festes til gulv, vegger og tak – dvs. til byggets skjelett – eller det strukturende materiellet. Det er grensesnitt mellom typer spesifikt materiell, men grensesnittene går først og fremst inn mot strukturende materiell som samtidig gir struktur og orden til brukerfunksjonene samlet. Det er delvis de materielle-teknologiske effektene, men først og fremst brukerfunksjonene som er umiddelbart tilgjengelig for andre fag og for bruker. Det er ordenen i brukerfunksjonene og strukturende materiell som konstituerer prosjektet som felles virkelighet og prosess.

Bestemmelsen av prosjektperspektivet er ovenfor avgrenset til brukerfunksjonene og deres orden og til den delen av strukturende materiell som bidrar til

og som støtter opp under ordenen. Avgrensningen bestemmer det som er felles konkret innhold og felles virkelighet i et prosjekt. Det er arkitektfaget (som også er et spesialistfag) som i utgangspunktet har ansvaret for å koordinere bruker-funksjonene (praktisk og estetisk) inn i og gjennom strukturende materiell. Ansvaret går videre til rådgivende ingeniør bygg og normalt betong- og tømmerfaget. Hvis en vil utvikle samhandling som en hovedårsak til suksess i komplekse prosjekter, er det avgjørende at aktørene i strukturende fag utvikler prosjektperspektivet som sterkt perspektiv, og at de øvrige fagene i samhandlingen tilsvarende spesielt tar perspektivet til strukturende fag. Hvis en ikke utvikler denne koordineringsfunksjonen, så er risikoen høy for at samhandling mellom spesialfagene i prosjektene fører til koordineringssvikt, manglende håndtering av kompleksitet og til at prosjektene i neste omgang faller tilbake til de hierarkiske formene for kompleksitetshåndtering.

Noen organisatoriske konsekvenser

I organiseringen av prosjektering og bygging er det viktig å legge til rette for at spesialistfagene får utviklet situasjonsrettet disiplin kompetanse blant annet som forberedelse til de forskjellige formene for interdisiplinære perspektivtaking. Beslutningsstrukturen bør legges opp slik at strukturende fag har beslutningsmyndighet i faglige grensesnitt når samhandling/dialog mellom fagene ikke fører til enighet, utvikling av prosjektets planer bør ta utgangspunkt i planene til strukturende fag osv. En tilsvarende materiell analyse som den ovenfor vil ha validitet f.eks. i båtbygging, bygging av oljeinstallasjoner osv.

FAKTA // NTNU Samfunnsforskning

NTNU Samfunnsforskning er et av Norges største miljøer for anvendt samfunnsvitenskapelig forskning, og med en tverrfaglig profil. Størstedelen av vår aktivitet berører velferdspolitiske tema, barns oppvekst, psykisk helse og spørsmål relatert til organisasjons- og næringsutvikling. Vi arbeider i nært samvirke med fagmiljøer ved NTNU og holder hus like ved universitetets campus på Dragvoll i Trondheim.

Gjensidig evaluering – forbedring av prosjekteringsteamet

Hvordan kan man forbedre prosjekteringsprosessen underveis i prosjektet? Eller kan man ikke det, og heller vente til neste prosjekt? Gjensidig evaluering er en forbedringsprosess som fokuserer på at alle de viktigste aktørene i prosjekteringsprosessen skal få mene noe om hverandre og hvordan man jobber for å nå prosjektets mål. Dette krever at prosjekteringsteamet har satt seg noen felles mål, at det er en vilje til forbedring samt at det planlegges for forbedringsarbeid på lik linje med annet arbeid i prosjekteringsprosessen. Gjensidig evaluering er utviklet av Hoffmann, Veidekkes virksomhet i Danmark, og deres erfaringer tilsier at det skaper bedre prosjekter og mindre konflikter.



Vegard Knotten

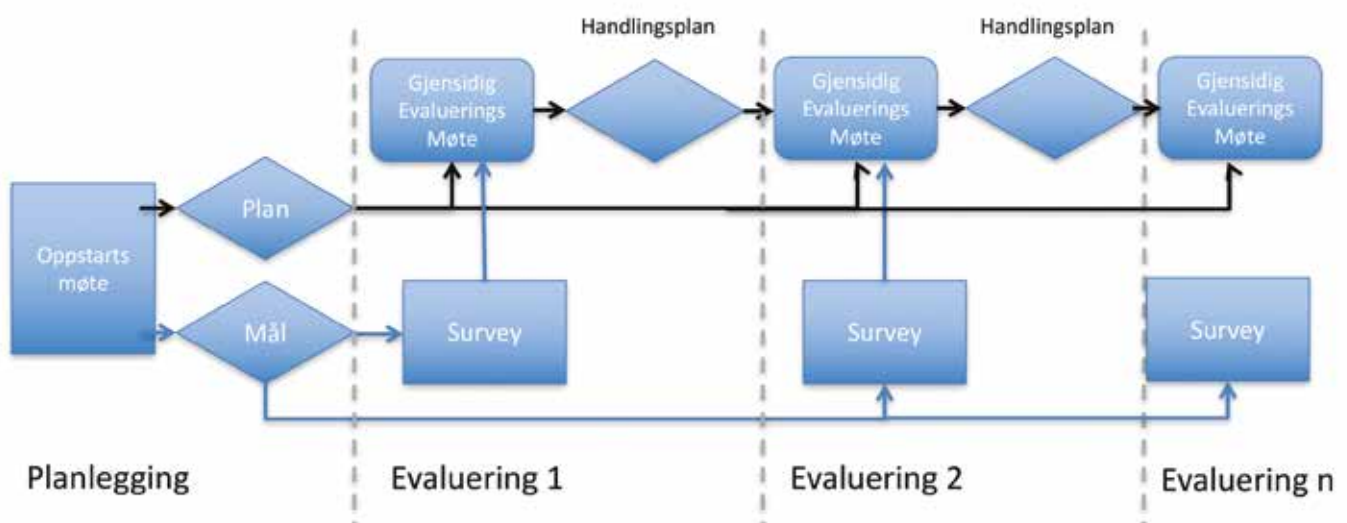
Ph.d.-stipendiat ved Institutt for arkitektur og planlegging, Fakultet for arkitektur og design, NTNU
Veidekkeansatt
Prosjektansvarlig delprosjekt 4 Gjensidig evaluering

Hvis man skal gjøre en kvalifisert bedømmelse av hvordan prosjekteringsprosessen går trenger man å evaluere den. Evaluering kan foregå i forskjellige former og faser. Typisk gjennomføres det kun prosjektevaluering etter at prosjektet er ferdigstilt, der det ofte evalueres kun på kvalitet, kostnad og tid. Men: med tanke på at et prosjekt er et engangsforetagende som skal løse et behov innen en gitt ramme, kan det være god grunn til å gjennomføre evaluering også under prosjektet, ikke bare etter at prosjektet er ferdig.

I et prosjekt er det satt sammen team for å kunne løse spesifikke behov. Teamene, som består av representanter fra forskjellige aktører, har felles

målsetting om å løse prosjektet samtidig som de skal ivareta sine arbeidsgiveres mål. Den spesifikke sammensetningen av aktører og oppgaver vil ofte gjelde kun for dette ene prosjektet, det vil si at evaluering etter prosjektet er avsluttet egentlig vil ha liten effekt. Dette gjør at evaluering underveis i prosjektet av teamene med henblikk på å forbedre deres prestasjoner, er viktig. Spesielt viktig er dette i prosjekteringsprosessen fordi prosjektering handler mye om å utnytte til fulle den spesifikke kompetansen som hver enkelt sitter med for å kunne løse oppgaven best mulig.

Gjensidig evaluering er en metode for å evaluere et teams prestasjoner og å jobbe målrettet med å forbedre teamet. Gjensidig evaluering består av en oppstartsprosess, og en evalueringsprosess. I oppstartsprosessen blir prosjektet (teamet) enig om hvilke mål og verdier som er viktige for prosjektet. Det er disse målene teamet skal evalueres på. Prosessen med å lage de omforente målene er viktig fordi man gjennom denne prosessen tydeliggjør forventinger



både til hverandre og til prosjektet som helhet. Slik kan man si at veien frem til målene er vel så viktig som selve målene. Målene må kunne formuleres slik at man kan evaluere for måloppnåelse. Det lages i tillegg en omforent plan for når prosjektet skal gjennomføre evalueringene, dvs. hvor mange evalueringer som skal gjennomføres og når.

Evalueringsprosessen innledes med en spørreundersøkelse hvor alle evaluerer alle på bakgrunn av de felles målene man har satt opp. Spørreundersøkelsen har til hensikt ikke å tallfeste måloppnåelse, men å si noe om status i prosjektet: Hva fungerer bra og hva fungerer ikke så bra, sett i lys av prosjektets mål? Er det aktører i teamet som visere tegn til anstrengt forhold? Deretter gjennomføres

det et evalueringsmøte. I evalueringsmøtet bruker man kunnskapen man har samlet inn gjennom undersøkelsen til å i fellesskap bli enige om områder som trenger forbedring, samt å foreslå forbedringstiltak som kan bidra til at man oppnår prosjektets mål. Evalueringsmøtet avsluttes med at det lages en handlingsplan hvor forbedringstiltakene er konkretisert. I neste evaluering gjennomføres det en ny spørreundersøkelse som sammenholder erfaringene fra forrige runde og sjekker hvorvidt handlingsplanen er fulgt opp.

Gjensidig evaluering fokuserer således på en helhetlig teamutvikling hvor alle parter skal ha muligheten til å påvirke og utvikle samarbeidet i prosjektet.

Profesjonalisering av prosjekteringsprosessen

COWI er en av industripartnerne i INPRO. I en bedrift og en bransje som i stor grad lever av prosjekteringsytelser, er forskning og ny kunnskap om prosjekteringsprosessen av stor interesse og betydning.



Siri Heyerdahl Augdal
Prosjektsjef, COWI

INPRO omfatter flere bransjer enn BA-næringen og også andre kontrakts- og samarbeidsformer, noe som styrket vår motivasjon til å bidra fra vår rolle som rådgiver- og prosjekterende. Vi forventet at bidrag fra andre bransjer enn vår egen ville styrke forskernes funn. For eksempel ved at forhold som gjentok seg uavhengig av bransjer var generert av kjernen i prosjekteringsprosessen – og ikke knyttet til særegne samarbeidsformer innen hver bransje. Vi ønsket også å tilegne oss innsikt i hvordan andre bransjer håndterer problemstillinger og grensesnitt som kan oppleves utfordrende i vår egen bransje.

Som partnerbedrift i INPRO har COWI vært representert i prosjektets styringsgruppe. Møtene i styringsgruppen har vært todelt; i tillegg til å følge fremdriften i forskningen og prosjektets økonomi, har

forskerne delt sine funn med styringsgruppen gjennom den perioden som prosjektet har pågått. På den måten er forskningen formidlet løpende til industrien. Lokasjon for møtene har rotet mellom akademia og alle partnerbedriftene slik at også COWI har vært vertskap for flere møter. Møter i egen regi har vært benyttet slik at flere i COWI kunne ta del i kunnskapen som ble delt, samtidig som vi kunne bidra til å løfte frem temaer av særlig betydning for oss på agendaen og dele disse med forskerne.

COWI har også hatt med forskere som observatører under gjennomføring av våre prosjekter og gjennom blant annet dette bidratt til forskningen.

Ved deltakelse i et forskningsprosjekt som INPRO, ligger det en vesentlig verdi for oss som selskap i å



Planlegging av prosjekteringsprosessen

lykkes med å formidle denne kunnskapen internt, slik at den blir nyttiggjort. Det er viktig for oss at forskningen kommer alle medarbeidere til nytte, ikke bare de som på en eller annen måte har vært involvert i møter eller som forskningsobjekt. COWI arbeider derfor med å videreutvikle vår prosjektmodell. Resultatet fra INPRO-prosjektet vil inngå som en del av vår prosjektmodell knyttet til standardiserte arbeidsprosesser. Vi utvikler også kortfattede veiledere basert på metodene som er beskrevet gjennom INPRO-prosjektet. Dybdemateriell fra studiene vil bli gjort tilgjengelig for de med større interesse for teorien bak de anbefalte metodene. I den sammenheng vil også anbefalte metoder fra boka Lean Construction (Bo Terje Kalsaas m.fl) være sentral.

COWI har en forventning om at prosjektmodellen med dens bidrag blant annet fra INPRO vil bidra til en ytterligere profesjonalisering av vår prosjekteringsprosess i COWI.

FAKTA // COWI

COWI er et av Norges ledende rådgivende ingeniørselskap med over 1100 medarbeidere. Vi har kompetanse i verdensklasse innen markedsområdene bygninger, transport& byutvikling og vann&miljø med en årlig omsetning på om lag 1,5 milliarder NOK. Som en del av COWIgruppen med ca 6200 medarbeidere, har vi kompetanse og kapasitet til å sette sammen optimale team tilpasset det enkelte prosjekt.

Med INPRO som springbrett

Nymo gikk inn som bedriftspartner i INPRO prosjektet i 2013. På denne tiden hadde vi begynt et eget internt arbeid med utvikling av prosjekteringsledelse. Nymo så at prosjektbeskrivelsen for INPRO passet veldig godt med Nymo sin langsiktige strategi for utvikling av gjennomføringsmodell.



Jarle Windegaard
Project Engineering Manager, Nymo

Som EPC (Engineering, Procurement, Construction) leverandør til olje- og gassindustrien er Nymo helt avhengig av gode systemer for håndtering av omfattende, multidisiplinerte prosjekter som omfatter en prosjekteringsfase. Som industriaktør er vi forpliktet til å levere på et høyt nivå. Nedgangstider innen oljebransjen og økt prisfokus i alle ledd har forsterket dette. Det betyr at vi er nødt til å holde oss orientert om hva som utgjør «best practice» for utførelse av denne typen prosjekter – på tvers av bransjer.

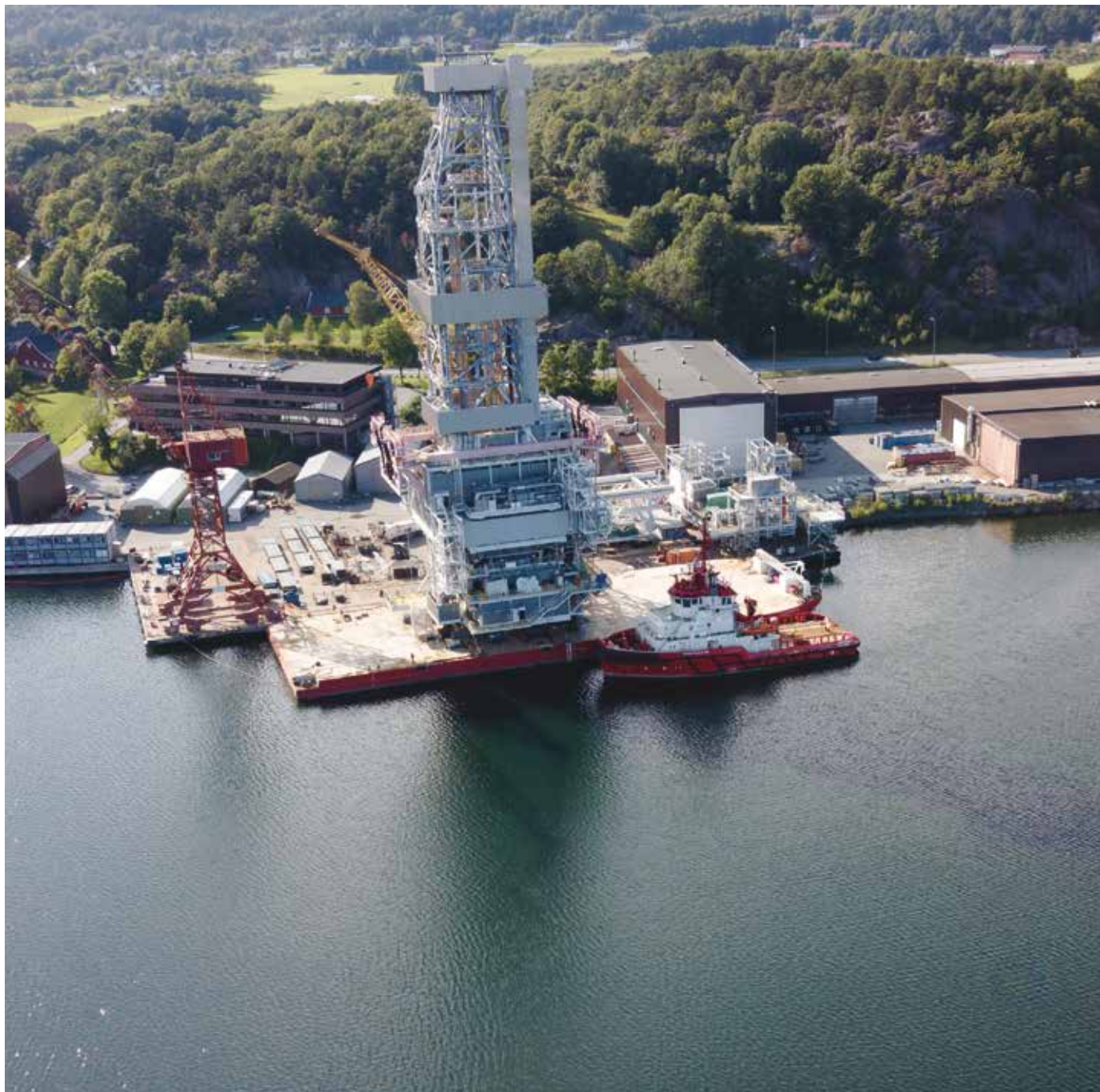
Nymo har nylig overlevert sin største kontrakt noensinne i form av boredekk til Johan Sverdrup boreplattform (JSDP) for kundene Aibel og Statoil. Prosjektet har vært omfattende og vist oss hvordan kompleksitet og volum i seg selv er en utfordring for både organisasjon og gjennomføringsmodell. Det er slike utfordringer som får oss til å innse verdien av det

forarbeidet som ligger i å ha innarbeidet «gode vaner» i form av en metodikk for prosjekteringsledelse.

I løpet av prosjektperioden har vi knyttet nye kontakter, kommet i inngrep med forskningsmiljøer og fått nye perspektiver fra aktører i andre bransjer som jobber med relaterte problemstillinger. INPRO prosjektet har vært en brobygger til de akademiske miljøene (UiA og NTNU) som arbeider med disse problemstillingene på et faglig høyt nivå. Samtidig har det vært meget verdifullt å kunne utveksle erfaringer, kompetanse og metodikk med industriaktører fra andre bransjer hvor gjennomføring av komplekse prosjektbaserte oppdrag er fellesnevneren. COWI, Ulstein, Veidekke har alle bidratt på sin måte med verdifull innsikt og perspektiver som Nymo tar med seg videre.

Gjennom å dele våre erfaringer ser vi at vi har mange av de samme suksesskriteriene, likhetstrekkene mellom de forskjellige bransjene er mange.

Nymo har lenge hatt fokus på å minke avstanden mellom prosjektering og produksjon. Vi har vært opptatt av å bringe våre erfaringer fra dette området inn i prosjektet. Håndteringen av dette grensesnittet



Johan Sverdrup Drilling modul på lekter ved kai i Nymo Vikkilen, Grimstad august 2017

kombinert med implementering av ny teknologi er blant våre mest kritiske faktorer for å lykkes. Vi håper at vi gjennom å dele våre erfaringer som EPC leverandør har gitt et bidrag til prosjektets resultat og til de andre deltakerne.

I tillegg har vi hatt to masterstudenter fra UiA inne for å skrive masteroppgave for oss knyttet til INPRO. Oppgaven er rettet mot kartlegging av sløsing og å identifisere drivere for dette i prosjekteringsfasen. Oppgaven har vært en faglig suksess, og har vært publisert og benyttet på forskningskonferanser i ettertid.

Prosjekter som INPRO har vært - og vil være - et verktøy for videreutvikling. Vi ser stor verdi i å få gode ideer og ny lærdom fra andre industripartnere og academia. Vi vil fortsette å søke samarbeidsprosjekter som underbygger vår kompetanse og strategiske vekst.

FAKTA // AS Nymo

AS Nymo er en komplett leverandør av engineering, innkjøp og fabrikasjon for prosjekter innen olje/gass- og prosessindustri. Bedriften er lokalisert i Grimstad og har i dag 230 fast ansatte, inkludert en engineeringavdeling på ca. 40 ansatte. Nymo ble etablert i 1946 og ble i 1956 kjøpt opp av Ugland familien.

Har tradisjonelle tilnærminger til prosjekteringsledelse gått ut på dato?

Økt kostnadsjag og økte krav til raskere introduksjon av nye produkter og tjenester utfordrer etablert arbeidspraksis og samarbeidsprosesser i den eksportrettede maritime industrien. Bli det da tid igjen til innovasjon i nybyggingsprosjektene? Mye tyder på at nye samhandlings- og arbeidsmåter i prosjektering og produksjon av skipene kan bli avgjørende for å lykkes fremover.



Per Olaf Brett

Dr. oecon, Deputy Managing Director,
ULSTEIN International AS

Foto: Lynx, Nina Eirin Rangøy

I de senere år har norske maritimt-baserte industribedrifter, av markedsmessige grunner, samarbeidet med utenlandske underleverandører og tredjepartsverft over hele verden, – noen ganger gjennom klyngen, noen ganger som et stå-alone initiativ. Norsk skipsbyggingsindustri inngår i dag i større leveransenettverk med typisk skrogbygging andre steder i Europa og sammenstilling i Norge, og bygging av ferdige skip ved tredjepartsverft i Østen og andre plasser i verden. I disse tilfellene leverer norske firma alt fra isolerte tegningspakker til mer integrerte tjenesteleveranser som kan inneholde tegningspakker og ulik produktdokumentasjon, innkjøp av utstyr til båtene og på-stedet-leveranser inklusive logistikk og lagertjenester lokalt, assistanse i produksjonsplanlegging, kommisjonering og i forbindelse med sluttlevering av nybygg.

I disse prosessene inngår det en betydelig utveksling og koordinering av prosjektinformasjon som må flyte effektivt mellom aktørene. Slik informasjonsutveksling skjer på tvers av kulturer, språk og industripraksis med de utfordringer det innebærer. Også internt i egen bedrift er det en betydelig og kritisk viktig informasjonsstrøm mellom avdelinger og enkeltpersoner fra administrerende direktør til sveiser og elektromontører når nye skip prosjekteres og bygges.

Ulstein International AS har deltatt som en av flere partnere i prosjektet Integrert metodikk for prosjekteringsledelse.

I vår forskning i dette prosjektet er det særlig verfts- og skipsdesign-prosessen som har vært analysert.

En viktig motivasjon for å gjennomføre dette prosjektet og samarbeidet, har vært å sette sammen bedrifter fra ulike industrier i landbasert industri og andre som jobber med marin-relatert virksomhet. Det har lenge eksistert en naturlig tro på at bedrifter i de ulike bransjene kan lære av hverandre på felles tematikk, selv om bransjen i utgangspunktet kan synes å ligge langt fra hverandre aktivitetmessig. I dette tilfellet har fellesnevneren vært prosjektbasert produksjon – produksjon som går ut på å bygge et større og komplisert objekt med mange med- og



Prosjekteringsmøte

underleverandører involvert. Prosjektarbeidet har i praksis vist at Veidekkes, Cowis, Nymos og Ulsteins daglige produksjon og prosjektgjennomføring har svært mye til felles. Det er faktisk oppsiktsvekkende hvor mange like arbeidsprosesser og situasjoner som eksisterer i disse tilsynelatende svært så ulike virksomhetene - om det handler om å prosjektere og realisere et større kontorbygg på land eller et nybygg av et skip eller en offshorekonstruksjon.

Resultatene så langt tyder imidlertid på at det eksisterer flere dilemmaer i den måten vi jobber på i dag og den måten vi bør jobbe på fremover, for at vi skal fremstå som en mer effektiv og responsiv virksomhet. For Ulstein er prosjektet en forlengelse av verftets mangeårige innsats med å introdusere «Lean Production» for å øke den indre effektiviteten i produksjonen og planleggingen av et nybygg. I denne sammenhengen føyer dette prosjektet seg inn i en komplementær rekke av nylig gjennomførte andre FoU-prosjekter i Ulstein, som SMARTPROD, MARCO og SUSPRO, som alle har hatt til formål å fremme produktivitet og smart produksjon av tjenester så vel som skip.

Noen sentrale funn er fremkommet i dette FoU-arbeidet:

- i) Industribedrifter i ulike bransjer kan med stort hell lære av hverandre når det gjelder forbedringsarbeid og tilhørende initiativ.
- ii) Det oppstår imidlertid et dilemma når en bedrift vil forenkle sine arbeidsoperasjoner knyttet til prosjekteringsledelse som et resultat av voksende standardiserings-, modulariserings- og kontaineriseringsbehov, og samtidig gi grobunn for bred deltakelse på tvers i innovasjonsarbeidet i og mellom grupper – nemlig at tradisjonell medvirkning settes på prøve
- iii) Det kan tyde på at mer fokus på prosessorienterte forbedringer vinner over mer produktorienterte og tradisjonell produktutvikling

- iv) Introduksjon av ulike nye, levende informasjonsutvekslingsformater som design-protokoll og skips-beskrivelser vil øke læringseffekten fra prosjekt til prosjekt og gjøre det lettere å overføre informasjon mellom aktørene i verdikjeden knyttet til prosjekteringsledelse
- v) Fire-parts samarbeid mellom designer, bygger, underleverandør og eier mht. forventningsavklaringer om funksjonaliteter, kapasiteter og leverandørvalg (brand choice) står helt sentralt i arbeidet med å effektivisere prosjekteringsledelse
- vi) Mer bruk av internasjonale prosjekterings- og byggestandarder er nødvendig for å redusere usikkerhet og misforståelser i prosjektgjennomføringen – sterkere integrasjon mellom klasse og flaggstatsregelverk og andre internasjonale standarder (ISO og andre) blir viktigere
- vii) En eksisterende no cure no pay -kultur gjør det vanskelig å videreutvikle effektive rutiner og prosesser for prosjekteringsledelse og må over tid bli erstattet av et løpende betalt utviklingsarbeid (FEED prosesser)
- viii) Stor fluktusjon i arbeidstokk og innleie av personell pga markedsdynamikk gjør grunnlaget for introduksjon av mer effektiv prosjekteringsledelse vanskelig.

Dette FoU- arbeidet gir hold for at gamle prosjekteringsledelsesprosesser er for utadgående og nye må komme inn. Spørsmålet er likevel og fremdeles i hvor stor grad og hvor raskt kan slike omstillingsprosesser finne sted?

FAKTA // Ulstein International AS

ULSTEIN virksomhetene er samlet under holding selskapet Ulstein Group ASA, og tilbyr skipsdesign, skipsbygging og systemløsninger til skip, og har aktivitet innen skipsinvestering. De ovennevnte tjenester tilbys i en rekke segment til det internasjonale markedet, der de mest fremtredende er offshore support- og konstruksjon, offshore vind, akvakultur, yacht og cruise, og handelsskip.

ULSTEIN har fått flere anerkjennelser for sine design og vunnet priser for blant annet X-BOW®, og X-STERN® som muliggjør sikrere og mer miljøvennlige operasjoner ved høyere komfort for de om bord. Det investeres tungt i FoU aktivitet, der blant annet et gaveprofessorat ved NTNU Ålesund finansieres.

Ulstein International AS er den sentrale forretningsutviklingsenheten i ULSTEIN og supporterer alle selskaper i konsernet med konsulenttjenester, markedsintelligens, prosjektstyring og forretningsutvikling.

Involverende Planlegging i prosjektering

Jeg har fått anledning til å delta som «observatør» i INPRO prosjektet, med bakgrunn i min rolle med å utarbeide ny veileder for «Involverende Planlegging i Prosjektering» i Veidekke. Gjennom prosjektet har jeg blant annet fått mulighet til høste kunnskap om andre bransjers prosjekteringsmetoder og erfaringer.



Nils Mogstad

Prosjektleder Distrikt Buskerud, Veidekke
Entreprenør AS
Leder for arbeidsgruppe IPP-veileder i
Veidekkes prosjekteringsledernetverk

Involverende Planlegging

Veidekke Entreprenør har i mange år hatt prosjekteringsledelse med egne ressurser som en viktig del av sin gjennomføringsstrategi. I kjølvannet av de positive erfaringene og resultatene «Involverende Planlegging» i produksjon har gitt oss, ble det i «Veidekkes nasjonale nettverk for prosjekteringsledere» gjort et arbeid som i juni 2013 resulterte i at vi lanserte vår første veileder for «Involverende Planlegging i Prosjektering» - IPP. Drivkraften bak denne veilederen var et ønske om å sette ytterligere trykk på fremdriftsdelen av prosjekteringsprosessen, og videreføre erfaringene fra «Involverende Planlegging» i produksjon til et nytt ledd i vår verdikjede.

Kobling på tvers av bransjer

INPRO prosjektet har gitt oss innsikt i hva andre bransjer, som også driver prosjektbasert produksjon, har av utfordringer innen prosjektering – både i prosjekteringsarbeidet og fremdriftsplanleggingen av dette arbeidet. Jeg observerer at vi har

forskjellige rammebetingelser:

Verkstedproduksjon:	Byggeplassproduksjon:
Fast produksjonssted	Variabelt produksjonssted
Egen engineering	Innleide rådgivertjenester
Styring av egne ansatte innen prosjektering	Styring av ansatte fra andre firma
Underentreprenør	Totalentreprenør
Konseptleverandør og produsent av prototyper	Produsent av prototyper

Til tross for disse forskjellene sliter vi med mange av de samme utfordringene innen prosjekteringen, som for eksempel:

- Kommunikasjon opp/ned og sideveis
- «Skott» mellom disipliner/avdelinger, organiseringen
- Involvering/ felles forståelse av fremdriftsplaner
- Beslutningstaking

Klarer vi ikke løse disse utfordringene, forhindrer det effektiv produksjon og god fremdrift i prosjekteringen.


Nyttig og nyttiggjort

Av erfaringsoverføringene som har foregått mellom aktørene som er med vil jeg spesielt fremheve den veldig markerte LOD (Level of Development) tankegangen som preger Nymo sin prosjektering. Tegninger/dokumenter skal ha en klart definert



Veileder Involverende planlegging i prosjektering, 2. utgave, desember 2017

Hovedelementene i involverende planlegging i prosjektering

 Oppstartsprosessen	 Arbeids- og møtestruktur	 Plansystemet	 Hindringsanalyse
<ul style="list-style-type: none"> • Definere prosjektet • Avklare prosjektteam (PPA) • Arbeidsstruktur <p><i>Oppstartsmøte</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gjennomgå beskrivelse • Lage total prosjekteringsplan • Lage gruppeavtale • Rolle- og forventningsavklaring • Etablere prosjekteringsteam 	<p><i>Planleggingsøker</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Utkvikksplan og dialogmatrise <p><i>Prosjekteringsøker</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeidsøkt (ICE) • Særmøte • Prosjektering-produksjonsmøter • Brukermøte 	<p><i>Fremdriftsplaner</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hovedfremdriftsplan • Prosjekteringsplan (leveranser og beslutninger for hele prosjektet) • Faseplaner prosjektering • Utkvikksplan (9-15 uker) • Dialogmatrise (7-8 uker) 	<p><i>6 forutsetninger for en sunn prosjekteringsaktivitet</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Prosjekteringsgrunnlag • Forventninger og krav • Dialog • Beslutninger • Mannskap • Metoder og verktøy

kvalitet eller nivå før de blir sluppet videre i prosjekteringsproduksjonen eller til produksjon. Det gir godt grunnlag for å styre prosjekteringen og hente frem nødvendig informasjon til beslutningene i det aktuelle tidsvindu/fasen. Samtidig lager det ikke «støy» med for mye informasjon på et tidlig nivå, for eksempel. Å delta i et BIA-prosjekt gir ikke bare læring på slutten av prosjektet, men også underveis for de som bidrar. I Veidekke har man fått læring gjennom prosjektperioden. Prosjekteringsledernetverket har vært en arena for å dele erfaringene og presentere resultater. Disse erfaringene og resultatene, sammen med betydelige bidrag fra ph.d.-studentene, er også brukt i utviklingen av vår oppdaterte versjon av veileder

for Involverende Planlegging i prosjektering, innarbeidet i intern kurs og programmer for prosjekteringsledere og ved uttesting av IP(P) metodikken i prosjekter.

FAKTA // Veidekke Entreprenør AS

Veidekke Entreprenør AS gjennomfører anleggsprosjekter i hele Norge. Vi har spesialkompetanse på vei og bane, tunnel og fjellanlegg, stål- og betongkonstruksjoner og gjennomføring av kompliserte miljøprosjekter. Våre gode resultater oppnår vi gjennom effektiv prosjektstyring og egenproduksjon basert på involvering og verdiskapende samspill.

Læring på tvers av industriene

Et mål med forskningsprosjektet har vært å sammenligne praksis i de forskjellige industriene og se hva man kan lære av hverandre. Industriene er både like og forskjellige, noe man må ta hensyn til når man ser på læring. Byggebransjen har et stort læringspotensial som kan utnyttes ved å se på de andre industriene.

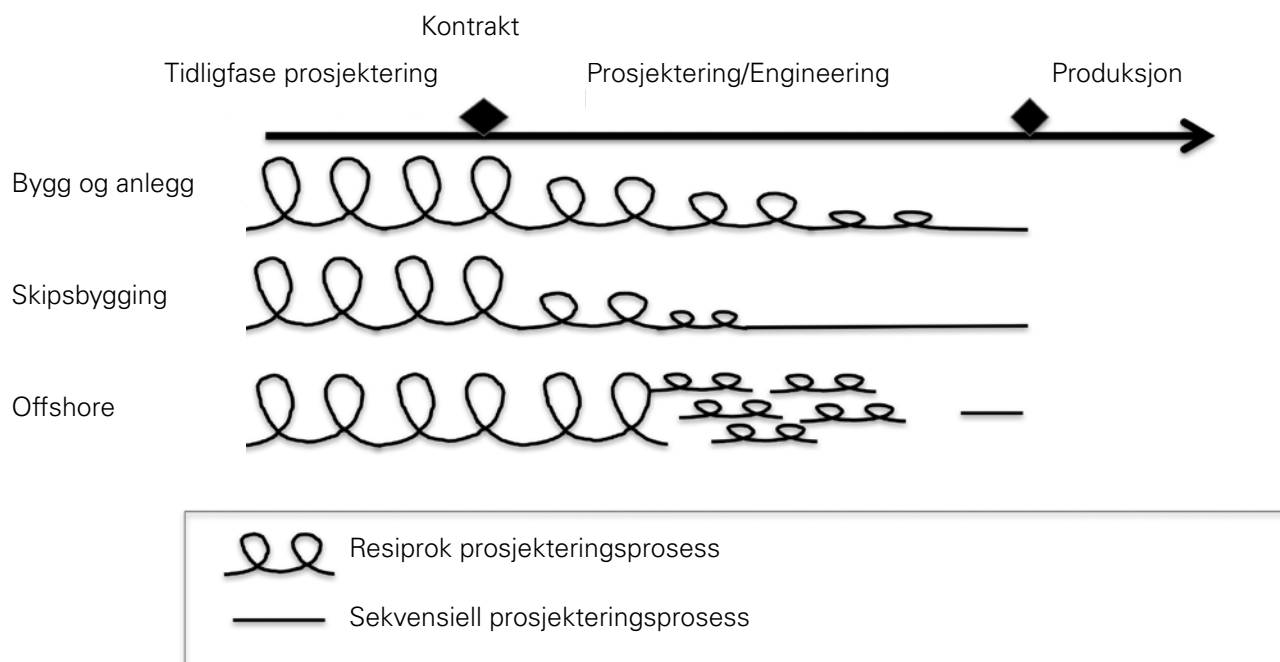


Vegard Knotten

Ph.d.-stipendiat ved Institutt for arkitektur og planlegging, Fakultet for arkitektur og design, NTNU
Veidekkeansatt
Veileder Geir K. Hansen og biveileder Ola Lædre
Planlagt disputas første halvår 2018

Både offshore og skipsbygging er industrier som må kunne håndtere stor grad av kompleksitet. Imidlertid øker også kompleksiteten i byggeindustrien, noe som gjør en sammenligning relevant. Typiske likheter mellom industriene finner man i kontraktsformer, prosjektgjennomføring og at bygging i hovedsak skjer etter spesifikasjoner hvilket gir unike prosjekter. Ulikheter mellom industriene går på at mens produksjonen på et verft foregår på en fast plass, skifter produksjonen på en byggeplass alt etter hvor bygget skal stå. I tillegg ser man at mens byggebransjen i stor grad kjøper inn prosjekteringskompetanse, er dette noe som både offshore- og skipsindustrien innehar selv. En betraktning fra denne sammenligningen var hvordan de tre industriene gjennomførte prosjektene. Dette er illustrert i figuren på neste side.

Byggebransjen starter kreativt og etter hvert som tiden går, frem mot kontrakt, reduseres noe av kreativiteten. Dette er i utgangspunktet likt for alle. Etter kontrakt skilte imidlertid prosessene seg noe. I byggeprosjektet sank kreativiteten bare gradvis. Stadige forslag til endringer fra de ulike aktørene i prosjektet bidrar til at kreativiteten fortsetter langt ut i prosjektet og at ønsker om forbedring kan komme også etter at arbeidstegninger er sendt ut. Innen skipsbygging er det derimot fokus på at all kreativitet og prosjektutvikling stanser ved kontrakt, slik at etter kontrakt er det kun å koordinere innsats og få produsert arbeidsunderlag som gjelder. Hos offshoreprosjektet ble det fokusert på systemer i forhold til produksjon, og at disse systemene betinger rekkefølgen i forhold til hva som skal produseres når. Systemene blir gradvis låst, både geografisk (lokalisering) og i forhold til utvikling av modenhet, mens det resterende kan utvikles så lenge de ikke forandrer de systemene som er låst. Dette krever god forståelse for hverandres fag og for avhengigheter samt at det forutsetter disiplinert planlegging og oppfølging.



Planleggingen av de forskjellige industriene ble også gjennomført forskjellig. Tradisjonelt har det hos byggebransjen, og også innen skipsbygging, vært veldig fokus på produksjon av tegninger – og prosessen har blitt styrt av dette. Innen offshore har fokuset imidlertid vært på systemer og modenhet. Utviklingen skjedde i BIM'en, og endelig produksjon av arbeidstegninger ble utsatt så lenge som mulig. Fokuset var flyttet til å planlegge en systematisk modenhetsutvikling. Dette er ikke ulikt byggebransjens initiativ i forhold til LOD (Level of development). LOD har eksistert i bransjen i en stund, uten at man har helt klart å nyttiggjøre seg dette. LOD kombinert med planleggingstankegang fra offshore kan bidra til større grad av planlegging, utvikling og erfaringsutveksling gjennom bruk av BIM i stedet for tegninger. Det vil i så fall være et godt skritt på veien mot den papirløse byggeplassen. Fordelen med å ha prosjekteringstjenester innomhus, slik dette er tilfelle innen offshore og skipsbygging har også blitt tydelig. Prosjekteringsteamene der har bygd personlige relasjoner gjennom flere prosjekter, de kjenner hverandre og i stor grad hverandres behov, og opererte i enkelte tilfeller svært selvgående. Noe man i byggebransjens organisering av prosjekter sjelden opplever.

Publikasjoner

Prosjektdeltakerne kom tidlig igang med å arrangere konferanse samt publisere artikler. I juni 2014 arrangerte Veidekke sammen med Universitetet i Agder og NTNU den 22. årlige internasjonale IGLC konferansen, som dette året fant sted i Oslo. På konferansen, som samlet over 300 forskere og bransjefolk fra hele verden, var det blant annet lagt opp til workshops med integrert metodikk for prosjekteringsledelse som tema og flere av industripartnerne i INPRO arrangerte egne workshops.



Gjennom prosjektperioden er det publisert, samt presentert artikler og papers på konferanser nasjonalt og internasjonalt. Under er et utvalg av disse.

Ph.d.-avhandlingene til Vegard Knotten og Fredrik Svalestuen blir tilgjengelig i forbindelse med deres disputas i 2018. Det er i tillegg utført en rekke masteroppgaver ved UiA, samt i tilknytning til ph.d.-stipendiatene ved NTNU.

Ahmad, Saad Bin Saleem; Svalestuen, Fredrik; Andersen, Bjørn Sørskot; Torp, Olav. *A review of performance measurements for successful Concurrent Construction.* (2016) *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2016 ;Volum 226. s. 447-454

Andersen, L. (2016-a): *Design and Engineering – Material order.* In *Proceedings of the 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.* Boston. USA 2016.

Andersen, L. (2016-b): *Organisering av komplekse prosesser. Vitenskapsteoretiske og filosofiske forutsetninger.* Fagbokforlaget. Bergen.

Andersen, L. (2016-c): *The material-process perspective. Design and engineering.* Paper to *The Neon-Conference.* Tromsø. 2016.

Andersen, L. (2017): *Complexity and rationality: A material-systemic perspective.* In *review-process: International Journal of Managing Projects in Business.* Emerald Publishing Limited

Andreassen, K. S. & Trystsen, K. (2017). *Integrasjon av engineering og produksjon i prosjektbasert mekanisk industri. En casestudie av verdikjeden til arbeidspakker og oppstrøms årsaksanalyse av sløsing, nedetid og feilretting i installasjon. Masteroppgave i Industriell økonomi og teknologiledelse, Universitetet i Agder.*

Brett, Dr. Per Olaf (Ulstein); Kallåk, Benedikte (DNV GL); Toftesund; Runar Arne (Ulstein Verft): *Solutions for effective project-based manufacturing "Lean and mean in Ulstein – Continual efforts to retain competitiveness,"* International, 24 June 2014, Oslo Norway

Bonnier, K.E., Kalsaas, B.T. & Ose, A.O. 2015, 'Waste in Design and Engineering' In: Seppänen, O., González, V.A. & Arroyo, P., 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Perth, Australia, 29-31 Jul 2015. pp 463-472

Harstad, Erle; Lædre, Ola; Svalestuen, Fredrik; Skhmot, Nawras. *How Tablets can Improve Communication in Construction Projects. Global Problems - Global Solutions. Proceedings IGLC 2015 Perth Australia.* Australia: IGLC 2015 ISBN 978-0-9874557-9-6. s. 391-401

Gresseth, Frode; Lohne, Jardar; Lædre, Ola; Svalestuen, Fredrik. *Information Flow Between Design and Production.* (2017) *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Construction Economics and Organization.* Polyteknisk Boghandel og Forlag 2017 ISBN 9788750211259. s. 163-173

Grytting, Iver; Svalestuen, Fredrik; Lohne, Jardar; Sommerseth, Håvard; Augdal, Siri; Lædre, Ola. *Use of LoD decision plan in BIM-projects,* Creative Construction Conference 2017

Kalsaas, B.T. (2015). *Nymos anskaffelsesprosess for hovedstål ved EPC – kontrakter. Fra engineering av MTO og rekvisisjon til at fab-eng kan allokere materialer til arbeidspakker, Arbeidsnotat, Grimstad; Universitetet i Agder.*

Kalsaas, B.T. & Moum, A. (2016). *Design and engineering understood as processes of learning.* Paper presentert på 16th CIB World Building Congress 2016, Tampere University of Technology, proceedings (s. 210-221) ISBN 978-952-15-3740-0.

Kalsaas, B.T. (2017). *Systematisk læring i byggeprosjekter.* I B.T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction. Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 275-297). Grimstad: Fagbokforlaget.

Kalsaas, B.T., Bølviken, T. & Klakegg, O.J. (2017). *Produksjon og prosjekter – flyt og verdiskaping i bygg- og anleggsnæringen.* I B.T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction. Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 19-32). Grimstad: Fagbokforlaget.

Kalsaas, B.T., Finsådal, S. & Hasle, K. 2014, 'To Achieve Predictability in Engineering' In: Kalsaas, B.T., Koskela, L. & Saurin, T.A., 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Oslo, Norway, 25-27 Jun 2014. pp 451-462.

Kalsaas, B.T., Bonnier, K.E. & Ose, A.O. 2016, 'Towards a Model for Planning and Controlling ETO Design Projects' In: 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Boston, USA, 20-22 Jul 2016.

Kalsaas, B.T. & Ose, A. (2017). *Avhengigheter og koordinering i byggeplassproduksjon.* I B.T. Kalsaas (Red.), *Lean Construction. Forstå og forbedre prosjektbasert produksjon* (s. 319-333). Grimstad: Fagbokforlaget.

Kasbo, I. & Wiehe, E. S. (2017). *Kvalitet i gjennomføring av komplekse EPC-prosjekter, masteroppgave, Grimstad: Masteroppgave i Industriell økonomi og teknologiledelse, Universitetet i Agder.*

Knotten, V., Hosseini, A., & Klakegg, O. J. (2016). *"Next Step" - A new systematic approach to plan and execute AEC projects.* Paper presented at the Proceedings of the CIB World Building Congress 2016: Volume III - Building Up Business Operations and Their Logic. Shaping Materials and Technologies Tampere, Finland.

- Knotten, V., Lædre, O., & Hansen, G. K. (2017). Building design management – key success factors. *Architectural Engineering and Design Management*, 13(6), 479-493.
- Knotten, V., & Svalestuen, F. (2014). Implementing Virtual Design and Construction (VDC) in Veidekke - using simple metrics to improve the design management process *Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction - Volume 3* (Vol. 3, pp. 1379-1390): Akademika forlag.
- Knotten, V., & Svalestuen, F. (2016). Veidekke: collaborative planning in design. In S. Emmett (Ed.), *Design management* (pp. 133-147). New York: Routledge.
- Knotten, V., Svalestuen, F., Aslesen, S., & Dammerud, H. (2014). Integrated methodology for design management - a research project to improve design management for the AEC industry in Norway *Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction - Volume 3* (Vol. 3, pp. 1391-1400): Akademika forlag.
- Knotten, V., Svalestuen, F., Hansen, G. K., & Lædre, O. (2015). Design Management in the Building Process - A Review of Current Literature. *8th Nordic Conference on Construction Economics and Organization*, 21(0), 120-127.
- Knotten, V., Svalestuen, F., Lædre, O., & Hansen, G. (2016). *Improving Design Management With Mutual Assessment*. Paper presented at the 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2016/07/20, Boston, USA.
- Knotten, V., Svalestuen, F., Lædre, O., & Hansen, G. K. (2015). *Organizational power in building design management*. Paper presented at the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 29-31 Jul, Perth, Australia.
- Knotten, V., Svalestuen, F., Lædre, O., & Hansen, G. K. (2017). Learning Across Disciplines - Use of the Constant Comparative Method *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Construction Economics and Organization* (pp. 273-284): Polyteknisk Forlag.
- Knotten, V., Svalestuen, F., Lædre, O., Lohne, J., & Hansen, G. K. (2016). *Design Management – Learning across trades*. Paper presented at the Proceedings of the CIB World Building Congress 2016: Volume I - Creating built environments of new opportunities.
- Kristensen, Kine; Lædre, Ola; Svalestuen, Fredrik; Lohne, Jardar. *Contract Models and Compensation Formats in the Design Process*. Global Problems - Global Solutions. Proceedings IGLC 2015 Perth Australia. Australia: IGLC 2015 ISBN 978-0-9874557-9-6. s. 599-608
- Lia, K.A., Ringerike, H. & Kalsaas, B.T. 2014, 'Increase Predictability in Complex Engineering and Fabrication Projects' In: Kalsaas, B.T., Koskela, L. & Saurin, T.A., 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Oslo, Norway, 25-27 Jun 2014. pp 437-449
- Lohne, Jardar; Svalestuen, Fredrik; Knotten, Vegard; Drevland, Frode; Lædre, Ola. *Ethical behaviour in the design phase of AEC projects*. International Journal of Managing Projects in Business 2017 ;Volum 10.(2) s. 330-345
- Meistad, Torill; Støre-Valen, Marit; Knotten, Vegard; Hosseini, Ali; Klakegg, Ole Jonny; Mejlænder-Larsen, Øystein; Hjelseth, Eilif; Svalestuen, Fredrik; Lædre, Ola; Hansen, Geir Karsten; Lohne, Jardar. *Stakeholder perspectives and information exchange in AEC projects*. (2017) Integrating information in built environments - from concept to practice. Routledge 2017 ISBN 9781138706323. s. 194-209
- Murvold, Vegard; Vestermo, Alexander; Svalestuen, Fredrik; Lohne, Jardar; Lædre, Ola. *Experiences From the Use of BIM-Stations*. Proceedings of the 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.. Boston: International Group for Lean Construction 2016 ISBN 978-0-9977376-2-2. s. 23-32
- Svalestuen, F., Knotten, V., Lohne, J., Drevland, F., & Lædre, O. (2017). Using Building information model (BIM) devices to improve information flow and collaboration on construction sites. *ITcon*, 22, 204-219.
- Svalestuen, F., Knotten, V., Lædre, O., & Lohne, J. (2017). *Planning the building design process according to Level of Development*.
- Svalestuen, F., Lohne, J., Knotten, V., & Lædre, O. (2015). *Ethics of the Design Phase – a Descriptive Approach*. Paper presented at the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 29-31 jul, Perth, Australia.
- Svalestuen, Fredrik; Drevland, Frode. *The communication loop: A model for understanding and analysing communication between design and construction* (U.P)
- Svalestuen, Fredrik; Frøystad, Kristoffer; Drevland, Frode; Ahmad, Saad Bin Saleem; Lohne, Jardar; Lædre, Ola. *Key Elements to an Effective Building Design Team*. Procedia Computer Science 2015; Volum 64. s. 838-843
- Svalestuen, Fredrik; Lædre, Ola; Lohne, Jardar. *Research work on the design process within the IGLC conference*. Understanding and improving project based production - Volume 3. Akademika forlag 2014 ISBN 978-82-321-0461-1. s. 1461-1472
- Svalestuen, Fredrik; Lædre, Ola; Lohne, Jardar. *BIM - fra prosjektering til produksjon*. Byggeindustrien 2017 (3) s. 32-3
- Sødal, Andreas Heier; Lædre, Ola; Svalestuen, Fredrik; Lohne, Jardar. *Early Contractor Involvement: Advantages and Disadvantages for the Design Team*. Understanding and improving project based production - Volume 1. Akademika forlag 2014 ISBN 978-82-321-0459-8. s. 519-531
- Vestermo, Alexander; Murvold, Vegard; Svalestuen, Fredrik; Lohne, Jardar; Lædre, Ola. *BIM-Stations: What It Is and How It Can Be Used to Implement Lean Principles*. Proceedings of the 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.. Boston: International Group for Lean Construction 2016 ISBN 978-0-9977376-2-2. s. 33-42
- Wondimu, Paulos; Hailemichael, Eyuell; Svalestuen, Fredrik; Hosseini, Ali; Lohne, Jardar; Lædre, Ola. *Implementation of Early Contractor Involvement (ECI) in Norwegian Bridge Projects Procurement*. (2017) Proceedings of the 9th Nordic Conference on Construction Economics and Organization. Polyteknisk Boghandel og Forlag 2017 ISBN 9788750211259. s. 525-536
- Aasrum, Josefine; Lædre, Ola; Svalestuen, Fredrik; Lohne, Jardar; Plaum, Stefan. *Communication in Building Design Management: A Comparative Study of Norway and Germany*. Proceedings of the 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.. Boston: International Group for Lean Construction 2016 ISBN 978-0-9977376-2-2. s. 43-52



COWI

