

# **Effektiv bygging av eneboliger – optimal fremdriftsplanlegging**

Effective building of detached houses  
– optimal construction scheduling

**Trondheim, mai 2019**

Studenter:

Martin Godal

Espen Westgaard

Intern veileder:

Bozena D. Hrynyszyn

Ekstern veileder:

Snorre Bjørkum

Prosjektnr:

20 - 2019

Rapporten er ÅPEN



Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk



## **Problemdefinering / resultatmål**

Byggenæringen er inne i en periode der effektiviteten må økes de nærmeste årene. Økt konkurranse fra internasjonale aktører og press på norske arbeidsplasser krever en omstilling. Mange er allerede godt i gang, mens deler av næringen fortsatt henger langt bak. Norgeshus har imidlertid vært tidlig ute med bruk av ny teknologi og løsninger, og er derfor interessert i hvordan produktiviteten kan økes ytterligere gjennom optimalisering av fremdriftsplanleggingen. Det er dette ønsket og behovet som danner grunnlaget for oppgaven.

Gruppen vil arbeide med å optimalisere fremdriftsplanleggingen for småhus, med konseptboligen Dråpen som eksempel. For å kunne finne de optimale løsningene vil det være nødvendig med innspill fra eksterne aktører i alle ledd av byggeprosessen: Leverandører, byggmestre og ansatte på hovedkontor. Disse kan gi gode indikasjoner på hva som fungerer godt fra før, og hva som kan forbedres og utnyttes bedre i fremtiden. På denne måten kartlegges det hva som bør fokuseres på i optimaliseringsarbeidet, hovedsakelig på leveranse- og utførelsessiden.

For at gruppa skal kunne jobbe effektivt med en slik prosess vil det være helt nødvendig å sette seg bedre inn i hvordan man fremdriftsplanlegger en enebolig. Noe har gruppen kjennskap til fra tidligere i studiet, men for å oppnå et godt resultat vil det være viktig med ytterligere kunnskap. Denne kunnskapen tilegnes gjennom samtaler og intervjuer med ulike aktører i bransjen, og ved studier av eksisterende litteratur på området. Ny kunnskap om bruk av BIM-modeller og kalkulasjonsprogrammer i arbeidet med oppgaven vil også være nyttig i et fremtidig arbeidsliv.

### **Stikkord:**

Fremdriftsplanlegging

Lean

5D-BIM

Kalkyle av byggeprosjekter

Byggeplass



## Forord

Bacheloroppgaven er den avsluttende delen av begge studenters treårige studie i ingeniørfag bygg og miljø ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU i Trondheim. Valgt retning i bygg- og miljøstudiet er husbyggingsteknikk for begge studentene. Oppgaven er arbeidet med gjennom emnet «TBYG 3016 Bacheloroppgave bygg», og tilsvarer 20 studiepoeng.

Opgavens tema er fremdriftsplanlegging og BIM, med fokus på optimalisering av fremdriftsplanleggingen for småhus/eneboliger. Effektivisering av byggeprosessen er viktig for norsk byggebransjes fremtid. Spesielt på mindre byggeprosjekter er andelen som bruker fremdriftsplaner på byggeplassen for lav. Vår oppgave vil være å finne ut hva som skal til for at fremdriftsplaner kan tas i bruk oftere, og hva som kan hjelpe til med å effektivisere prosessene på byggeplassen. Gjennom dette arbeidet er målet at vi skal sitte igjen med ny kunnskap om temaene fremdriftsplanlegging og BIM, samtidig som resultatet kan være nyttig for fremtidig effektivisering i Norgeshus.

I arbeidet med oppgaven er det mange som har bidratt med sine innspill, og tatt seg tid til intervjuer. Vi vil først og fremst takke veilederne Snorre Bjørkum fra Norgeshus, og Bozena D. Hrynyszyn fra NTNU. Videre rettes en takk til alle som har latt seg intervjuer til oppgaven, og bidratt til at den ble mulig å gjennomføre: Per Krangnes og Henrik Østerlie fra Norgeshus sitt hovedkontor på Melhus, Stein Fredheim fra Norgeshus Fredheim og Paulsby Bygg, Marius Endresen fra Norgeshus Midt-Norge Eiendom og Karsten Folstad fra Optimera Proffsenter Sandmoen.

Trondheim, 20. mai 2018



Espen Westgaard



Martin Godal



## Summary

The Norwegian construction industry is in a period where efficiency must be increased over the next few years. Increased competition from international competitors, and pressure on Norwegian jobs requires a restructuring. Large numbers of building developers are already well underway, while parts of the industry are still far behind. Norgeshus has, however, been early adopters of new technology and solutions, and is therefore interested in how productivity can be further increased through optimization of progress planning on the construction site. This bachelor thesis, which is written in collaboration with Norgeshus, therefore focuses on what is needed for the progress planning of detached houses to be more efficient and used by a greater number of developers.

The project started with a wide-ranging search for information on the subject, and the students spent a lot of time studying how a detached house is being planned in detail. In addition, interviews were conducted of people from several stages in the process. The qualitative interviews aimed to map out what works well, and not so well, in the work on progress planning, as well as what logistics challenges exists. In addition, the interviews focused on what can be done to improve the problems through personal suggestions to points of improvement, which have been attempted to satisfy in the work with this project.

The report is an overview of various points that can be used to boost the efficiency of the construction site, both through progress planning and various logistics solutions. The proposals are presented by theme and discussed in detail separately.

The result is a guide to what changes can be made to make the workers at the construction site feel more connected to the progress plan. This will hopefully make the production of the building result in a higher quality and more efficient building than if it had been built according to old methods without detailed planning.

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	I
Summary .....	III
Innholdsfortegnelse .....	IV
<b>1 Innledning .....</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn for tema .....	2
1.2 Formål og tilnærming .....	2
1.3 Problemstilling.....	3
1.4 Omfang, avgrensning.....	3
<b>2 Prosjektbeskrivelse.....</b>	<b>5</b>
2.1 Norgeshus .....	6
2.2 Konseptboligen Dråpen .....	7
<b>3 Teori.....</b>	<b>9</b>
3.1 Fremdriftsplanlegging .....	10
3.1.1 Fremdriftsplanlegging ved småhusbygging .....	11
3.1.2 Fremdriftsplanlegging ved hjelp av BIM.....	11
3.2 Lean .....	12
3.3 Eksisterende programvare .....	14
3.3.1 Holte SmartKalk.....	14
<b>4 Metode .....</b>	<b>17</b>
4.1 Valg av fremgangsmåte .....	18
4.2 Innhenting av informasjon.....	19
<b>5 Resultater .....</b>	<b>21</b>
5.1 Kvalitative intervju .....	22
5.2 Spørsmål .....	22
5.2.1 Resultater fra spørreundersøkelsene.....	24
Planlegging.....	24



Evaluering .....	25
Leveranser .....	26
Varehåndtering .....	28
<b>6 FoU.....</b>	<b>31</b>
<b>7 Diskusjon.....</b>	<b>35</b>
7.1 Tidsbruk.....	36
7.2 Økonomi .....	38
7.3 Leveranser og logistikk .....	39
7.4 Brukervennlighet .....	41
7.5 Evaluering.....	43
<b>8 Konklusjon.....</b>	<b>45</b>
<b>9 Begrensninger og videre arbeid .....</b>	<b>47</b>
<b>10 Referanseliste .....</b>	<b>51</b>
<b>11 Tabell- og figurliste .....</b>	<b>55</b>
11.1 Tabelliste.....	57
11.2 Figurliste .....	57
<b>12 Vedlegg .....</b>	<b>59</b>
12.1 Vedleggsliste.....	61



# 1 Innledning

Det innledende kapittelet presenterer bakgrunnen for valg av oppgave, og formålet med denne. Videre defineres problemstillingen og omfanget av oppgaven.

## **Bakgrunn for tema**

Oppgaven med fremdriftsplanlegging, og bruken av BIM (byggningsinformasjonsmodellering), som tema er valgt fordi dette er en viktig del av byggebransjens fremtid som det snakkes lite om i studiesammenheng. Kunnskap om bruken og nytten av fremdriftsplanlegging i mindre byggeprosjekter, i kombinasjon med BIM, vil bli enda viktigere i fremtiden. Det tenkes derfor at det vil være nyttig å benytte muligheten gjennom en bacheloroppgave til å se nærmere på bruken av BIM og arbeidet med fremdriftsplanlegging.

At oppgaven skrives i samarbeid med Norgeshus kommer av en gjesteforelesning holdt av Snorre Bjørkum for studieretningen husbygningsteknikk høsten 2018, der bruken av BIM og fremdriftsplanlegging ble trukket frem som noen av flere problemstillinger de kunne tenke seg å se nærmere på gjennom bacheloroppgaver. Under arbeidet med definerings av oppgave, og innledende arbeid med oppgaven, har vinklingen vendt seg mer mot optimalisering av fremdriftsplanlegging av småhus. Fokuset vil hovedsakelig være å finne enkle og effektive måter å ta i bruk fremdriftsplanlegging og logistikkforbedringer i mindre byggeprosjekter.

Fra før er det kjent at bruken av fremdriftsplaner ved mindre byggeprosjekter varierer fra bedrift til bedrift, der noen baserer seg fullt på erfaring og andre planlegger i minste detalj. Det finnes fordeler og ulemper ved begge endepunktene, og dette kan det være interessant å utforske videre. Når det jobbes rundt temaet fremdriftsplanlegging vil man være involvert i alle deler av et prosjekt. Hvis ting er planlagt i forkant, slik at alt skjer sømløst får man mindre venting – og dermed også en kortere byggefase.

### **1.1 Formål og tilnærming**

Det overordnede målet med oppgaven er å forsøke å svare på problemstillingen som er valgt. Videre vil målet være å produsere et resultat som i fremtiden kan være nyttig for den eksterne samarbeidspartneren Norgeshus, samtidig som studentene får et læringsutbytte de kan ta med seg videre inn i arbeidslivet.

Første fase av arbeidet med oppgaven vil bestå av intervjuer og undersøkelser knyttet til fremdriftsplanlegging. Det vil bli undersøkt eksisterende litteratur, og utført spørreundersøkelser og intervjuer med ulike aktører i byggeprosessen. Det vil være viktig å få oversikt over typiske utfordringer, spesielt innen logistikk og implementering av fremdriftsplaner på mindre byggeplasser. Dette er essensielt for den videre forståelsen av byggeprosessen og for resultatet av oppgaven.

Kvalitative intervjuer med noen av Norgeshus sine ansatte, samarbeidspartnere og byggmestre skal danne et grunnlag for å kunne bestemme hva som trengs for å optimalisere fremdriften i et prosjekt. Disse må gjennomføres før arbeidet med optimaliseringen kan begynne. Det lages et generelt spørreskjema med spørsmål innen ulike temaer, som alle intervjupersonene besvarer så godt de kan. Dette vil gjøre det enklere når svar og meninger skal sammenlignes og benyttes i det videre arbeidet med oppgaven. Etter svarene fra spørreskjemaet er samlet inn, må alle svar sammenlignes og bearbeides, dette for å finne ut hvordan tilbakemeldingene som er gitt kan tilfredsstilles på en best mulig måte.

## **1.2 Problemstilling**

Løsningen vil i hovedsak basere seg på meninger og erfaringer fra diverse forhandlere og andre personer fra Norgeshus. Disse vil samles, sammenlignes og til slutt utgjøre et forslag til hvordan man får mest mulig ut av en fremdriftsplan. Fordelene med fremdriftsplanlegging vil kartlegges og fremlegges på en oversiktlig måte.

Med effektivisering av byggeprosessen for småhus i tankene gjennomføres intervjuer for å kartlegge hva som kan gjøres for å utnytte fremdriftsplanleggingen bedre og forbedre logistikken i byggefasen. Målet med oppgaven vil være å finne gode og nyttige argumenter for hvorfor fremdriftsplanlegging øker kvaliteten på et byggeprosjekt, også når det gjelder bygging av småhus.

## **1.3 Omfang, avgrensning**

Fremdriftsplanlegging foregår i alle byggets faser, i denne oppgaven er det valgt å legge vekt på byggefasen. Prosjekteringsfasen er utelatt fra vurderingene som er tatt, og det fokuseres derfor ikke på hendelser som finner sted før planleggingen av selve byggefasen. En slik begrensning er nødvendig for å kunne arbeide med temaet som en bacheloroppgave. Det er også her bruken av fremdriftsplanlegging av eneboliger antas å være minst utberedt.

Selv om oppgaven begrenses til byggefasen vil den omfatte arbeid i form av produksjon av fremdriftsplaner, bruk av BIM-modeller, uthenting av kalkyler og intervjuer med relevante fagpersoner i ulike ledd av Norgeshus. Hensikten med å lage en fremdriftsplan for konseptboligen Dråpen Original er å sette seg inn i fremdriftsplanleggingen. På denne måten får man et greit innblikk i hvordan planleggingsprosessen er per dags dato, og hvordan bruk av fremdriftsplaner lettere kan implementeres hos småhusbyggere. Avhengig av utviklingen underveis i denne oppgaven, vil denne planen enten være et eksempel på en løsning, eller overflødig for det direkte resultatet. Siden mye av prosjektet vil gå ut på å sette seg inn i

fremdriftsplanleggingen og hvordan denne fungerer, vil det ikke fokuseres på et enkelt byggeprosjekt i detalj, men heller på hvordan man får nytte av fremdriftsplaner på et mer generelt nivå.

## **2 Prosjektbeskrivelse**

Kapitlet gir en kort oversikt over oppdragsgiver for bacheloroppgaven, boligen det tas utgangspunkt i for produksjon av fremdriftsplan og bakgrunnen for temaet i oppgaven.

## 2.1 Norgeshus



Figur 1: Logo Norgeshus.

*Norgeshus dekker hele spekteret av oppgaver innen boligbygging – fra regulering og arkitekturprosjektering til søknadshåndtering og ferdigstillelse. Vår styrke ligger i at vi har både arkitekter og ingeniører i vår stab, og dermed blir både estetikk og byggetekniske detaljer godt ivaretatt. Vi har små og store prosjekteringsoppdrag for Norgeshusforhandlere og andre private aktører, og er ofte delaktig fra idé til ferdig bygg. [1]*

Norgeshus er en av Norges ledende boligbyggere med ca. 900 oppstartede byggeprosjekter i 2017. Hovedsakelig bygger Norgeshus småhus og fritidsboliger, men de kan også prosjektere og bygge blokker, næringsbygg og andre større byggeprosjekter. Bedriften drives som en franchisekjede, med 115 selvstendige byggmestre/entreprenører som drives under samme kjede. I alt har Norgeshus ca. 1300 medarbeidere. Konsept for katalog- og konseptboligene utvikles på hovedkontoret i Melhus, og mange av forhandlerne bruker disse modellene i byggeprosjektene. Kjeden tilbyr også markedsførings- og konsulenttenester. (Vedlegg 12)



## 2.2 Konseptboligen Dråpen



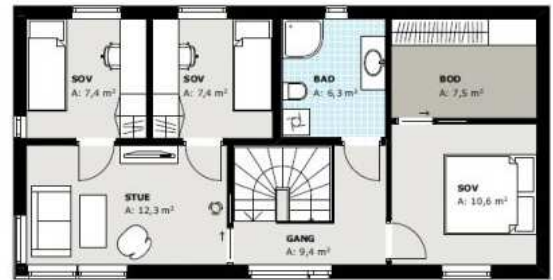
Figur 2: Dråpen Original. Illustrasjon: Norgeshus

*Ett hus – tre helt forskjellige uttrykk. Det er først og fremst uterommene som skiller Dråpen Original, Dråpen Moderne og Dråpen Tradisjon fra hverandre. Dette viser hvordan et hus kan bli helt annerledes med kun få tilpasninger. Felles for alle er den gode planløsningen. Dette er en kompakt, men innholdsrik bolig. Store vindusflater sørger for mye lys og bidrar til økt romfølelse. (Vedlegg 10)*

Dette prosjektet tar utgangspunkt i BIM-modellen for konseptboligen Dråpen Original, dette for å ha en eksempelplan å arbeide med. Dråpen er en konseptbolig med tre forskjellige uttrykk, der forskjellene stort sett ligger i utseende og uteområdene. Dråpen Original har en moderne stil som passer inn i de fleste miljøer, Dråpen Tradisjon har en mer klassisk stil med et utsmykket inngangsparti med overbygd balkong plassert rett over. Dråpen Moderne er funksjonsinspirert og har flatt tak og en stor platting utenfor stua i første etasje og en stor terrasse i andre etasje. Innvendig er alle konseptene så godt som identiske i planløsning og arealbruk.



Figur 4: Dråpen Original 1. etg. Illustrasjon: Norgeshus



Figur 3: Dråpen Original 2. etg. Illustrasjon: Norgeshus

I første etasje finner man stue på 25 m<sup>2</sup> og kjøkken med spisestue på 28 m<sup>2</sup>, samt et toalett. I andre etasje ligger et større soverom på 10 m<sup>2</sup> med tilhørende bod/klesskap på 7,5 m<sup>2</sup> på den ene siden av huset. På motsatt side er det en loftstue på 12 m<sup>2</sup> med inngang til to soverom på 7 m<sup>2</sup> hver. Badet på 6 m<sup>2</sup> ligger også i andre etasje, i gangen mellom de to delene av huset. Totalt har boligen et BRA på ca. 140 m<sup>2</sup>. Fremdriftsplanen som produseres for eksempelboligen ligger vedlagt som vedlegg 3.

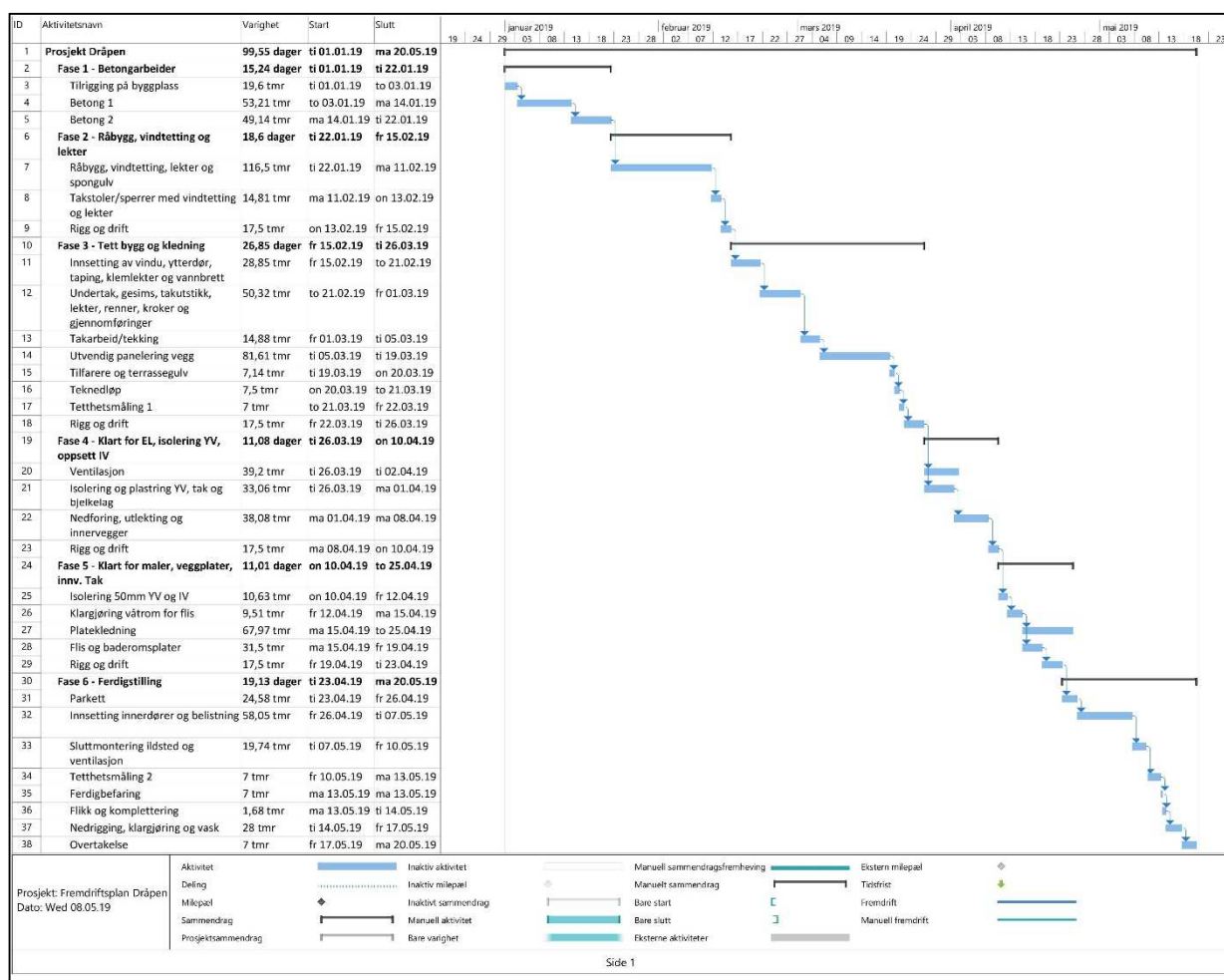
## 3 Teori

Teorikapittelet tar for seg temaer og begreper som er relevante for oppgaven, og forståelsen av den. Kapittelet kommer innom fremdriftsplanlegging og bruken av det, samt digitale verktøy som i dag benyttes i arbeidet med fremdriftsplaner i byggebransjen.

### 3.1 Fremdriftsplanlegging

Fremdriftsplanlegging benyttes i de fleste større prosjekter på tvers av alle bransjer. Hensikten med planleggingen er å gi en oversikt over de aktiviteter som må utføres for å nå målet, hvor lang tid hver aktivitet tar, hvem som skal gjøre hva, i hvilken rekkefølge de skal utføres, avhengighetene mellom de ulike aktivitetene og start- og sluttdato for prosjektet. På denne måten brytes større prosjekter ned i mindre, mer oversiktlige deler, og det blir lettere å til enhver tid ha kontroll på fremdriften i prosjektet.

Fremdriftsplaner kan presenteres på ulike måter. Den mest utbredte formen er Gantt-diagram, en type liggende søylediagram som viser alle aktivitetene på en tidslinje. Diagrammet lages typisk i Microsoft Excel eller Project, der Project gir mer avanserte funksjoner og automatikk i oppsettet. For små prosjekter og mindre komplekse planer kan også en enkel tabell med tidsbruk og avhengigheter fungere som en fremdriftsplan. Det vesentlige er at den gir en tydelig oversikt over den planlagte fremdriften.



Figur 5: Eksempel på Gantt-diagram for bygging av konesptboligen Dråpen.

Ved planlegging mot en bestemt sluttdato benyttes ofte bakoverplanlegging. Metoden går ut på at man fastsetter det overordnede hovedmålet, og ser på hva som må gjøres før dette målet kan

oppnås. Videre ser man på hva som må gjøres før dette nye delmålet kan oppnås, og fortsetter slik bakover til man har planlagt helt tilbake til startdato. Dette er en viktig del av Norgeshusmetoden, som baserer seg på Lean-tankegangen når det kommer til planlegging og gjennomføring av prosjekter.

### **3.1.1 Fremdriftsplanlegging ved småhusbygging**

Fremdriftsplanene som benyttes hos Norgeshus i dag er basert på en kalkyle fra kalkyleprogrammet Holte SmartKalk. Fra kalkylen lages en fremdriftsplan som redigeres i samarbeid med byggmester, der det kan kommes med innspill til planen. Den opprinnelige fremdriftsplanen endres etter disse innspillene og en endelig fremdriftsplan for prosjektet er laget. En versjon av fremdriftsplanen henger på byggeplassen slik at håndverkerne hele tiden kan følge med på fremgangen i prosjektet. Planen er normalt delt inn i seks faser: Grunn og betong, råbygg, tett bygg, klart for rør og elektro, ferdig platekledning og sluttmontering. Under hver fase ligger elementene som bygget består av og rekkefølgen på utførelse av disse.

Norgeshus har mange forskjellige ferdige konseptboliger og hytter, men ingen byggeprosjekter er like. Selv om kalkylen vil være lik for samme standard konseptbolig, vil selve utførelsen være forskjellig fra prosjekt til prosjekt. Tidsbruken på et byggeprosjekt er avhengig av mange variabler: Kunden kan komme med egne tilpasninger til bygget, ulike grunnforhold, leverandører kan ha forskjellig leveringstid og forskjellig antall håndverkere som jobber på prosjektet. I tillegg kommer uforutsette hendelser, som mangel på byggevarer, at ting ikke utføres på riktig måte, feilproduksjon, misforståelser, sykdom eller lignende hendelser som det må tas hensyn til når det lages en fremdriftsplan.

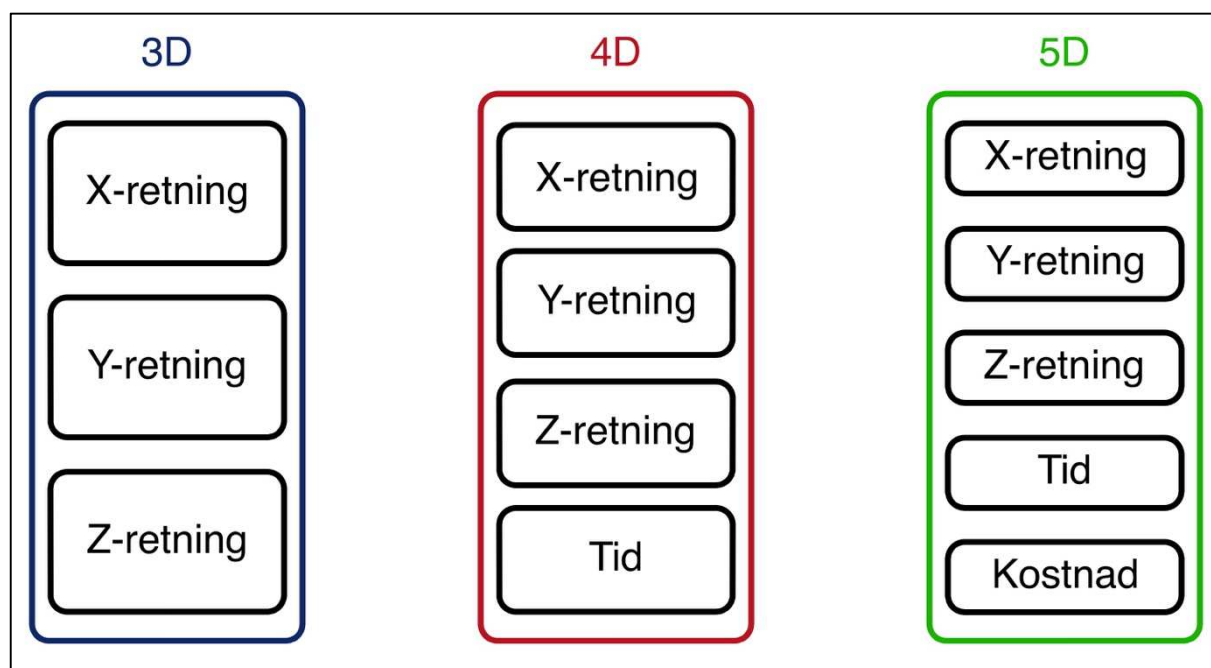
### **3.1.2 Fremdriftsplanlegging ved hjelp av BIM**

En BIM-modell er en digital bygningsmodell som inneholder all nødvendig informasjon om bygget. Ikke bare skal den vise hvordan bygget ser ut, men informasjon om konstruksjonselementer og endringer skal også vedlegges. Dette innebærer blant annet informasjon om veggtykkelse, materialer, mengde og bæreevne. Siden alt dette foregår i samme fil vil alle tegninger og skjemaer oppdatere seg automatisk etter hvert som endringer foretas, uavhengig av hvilken programvare som benyttes. På denne måten kan eventuelle feil eller mangler i modellen oppdages og utbedres før modellen går videre fra prosjekteringsfasen.

Ved å bruke det åpne filformatet .IFC kan man bruke BIM-modeller til å kommunisere mellom forskjellige faggrupper i stedet for å bruke 2D-utskrift av modellen. Slik kan endringer legges inn med en gang, og det blir mindre risiko for at misforståelser mellom fagene oppstår. Fordelen med å benytte IFC-modeller er at filformatet er uavhengig av programvare, alle kan selv velge

hvilket program de ønsker å benytte til å legge inn sine endringer, uavhengig av føringer fra oppdragsgiver. Dette kan man ikke gjøre om man for eksempel bruker en .PLN fil, som kun er laget for å brukes med ArchiCAD fra GRAPHISOFT. Med IFC-modeller får man også muligheten til å gjøre mer enn bare endre på tegninger. Det kan blant annet kjøres energianalyser for å finne energibehovet til bygget og informasjonen kan brukes i FDV-systemer. Modellen kan også brukes til tids- og kostnadsanalyser av byggeprosjektet, herunder fremdriftsplanlegging

Bruken av BIM-programmer som kan gjøre mer enn å produsere tegninger av bygget, gjør kalkulering av kostnader og tid raskere og mer korrekt. Holte SmartKalk gjør det mulig å benytte 5D-BIM, der det i tillegg til en modell av bygget er mulig å få informasjon av tidsbruk og kostnader, ut ifra samme fil. Slik kan det diskuteres og visualiseres hvordan endringer på bygget påvirker tidsbehovet og kostnadene knyttet til et prosjekt. Dermed er det lettere å raskt gi tilbakemelding på hvordan kundens ønsker påvirker hele prosjektet. [3]



Figur 6: Sammenligning av 3D-, 4D- og 5D-BIM.

### 3.2 Lean

Lean kommer av det engelske ordet «lean», som betyr «slank» eller «smidig», og går i korte trekk ut på å øke lønnsomheten gjennom å sette kundens behov i sentrum for all virksomhet. Organisasjoner som jobber med Lean ønsker mindre sløsing, mer verdiskaping og å lære av sine erfaringer.

Første trinn er å forstå hva som skaper verdi for kunden, enten kunden er internt i produksjonskjeden eller eksternt. Det handler da om å produsere akkurat det som er nødvendig, til rett tid og i rett mengde. Sløsing som ikke gir direkte verdi for kunden fjernes.

Trinn to handler om å skape flyt i produksjonen eller gjøremålene som skal utføres. Organisasjoner med fokus på Lean ønsker en jevn flyt av varer, tjenester og informasjon der unødvendige stopp og forsinkelser unngås. Steg i prosessen som ikke skaper verdi kuttet ut, for eksempel transport, bearbeiding og mellomlagring som ikke er ytterst nødvendig. Produkter eller tjenester som er utført flyttes ikke bakover i produksjonskjeden for korreksjoner eller endringer, det skal ikke være nødvendig. [4]

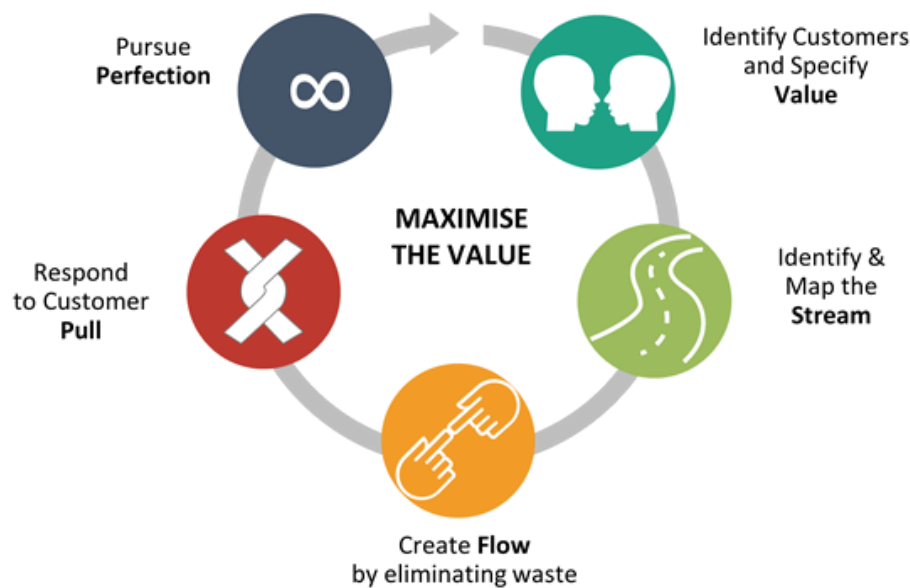
Til slutt er ønsket at det skal læres av hva som gjøres bra og dårlig. En Lean-organisasjon bruker kunnskap og erfaringer til å skape kontinuerlige forbedringer. Tanken er at det alltid er rom for små eller store endringer som øker verdiskapingen eller produktiviteten, uansett hvor effektivt det gjøres i dag. Kunnskapen og erfaringene som tilegnes skal ikke sitte hos enkeltpersoner som kan forsvinne, men ligge i bedriften som et kvalitetssystem. [5]

### **Bakgrunnen for dagens Lean-tankegang**

Den første bruken av Lean slik vi kjenner det i dag ble benyttet av Toyota i etterkant av 2. verdenskrig. Ved hjelp av metoder likt grunnprinsippene i dagens Lean-tankegang produserte Toyota med stor variasjon i produktvalg, god flyt i prosessene og kort omstillingstid. Resultatet av det som den gang ble kalt «The Toyota Production System» var varer av høy kvalitet produsert med lav kostnad, i mange varianter og med høyt omløp.

Denne suksessformelen ble flere tiår senere formulert og beskrevet av James P. Womack, Daniel Roos og Daniel T. Jones i boken «The Machine That Changed The World» (1990). Resultatet er det vi i dag kjenner som Lean. [4] Senere, i boken «Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation» (1996), beskrev Womack og Jones Lean som motgiften til sløsing, og formulerte fem prinsipper som definerer Lean-tankegangen:

- 1 Identifisere hva som har verdi for kunden.
- 2 Identifisere verdistrømmen for produktet som skaper verdi for kunden – Prosesser skal aldri gjøres to ganger.
- 3 Skape flyt – Fjerne trinn som skaper flaskehals på grunn av enkle operasjoner som skal utføres på mange enheter.
- 4 Respondere på markedet – Produksjonstakt og salg skal ha et 1:1-forhold, produser én – selg én.
- 5 Etterstrebe perfektjon – Jakten på reduksjon i produksjonstid, plassbehov, kostnader og feil stopper aldri. [6]



Figur 7: Lean-prinsippet [7]

### 3.3 Eksisterende programvare

Det finnes flere programmer som tar i bruk BIM-teknologi for å produsere fremdriftsplaner. Under dette prosjektet er det fokusert på utviklere og programmer som allerede benyttes av Norgeshus. Norgeshus har en avtale med Holte som leverandør og samarbeidspartner for alle kalkyler som skal benyttes. [8]

#### 3.3.1 Holte SmartKalk

Holte SmartKalk er et abonnementsbasert kalkyleverktøy utviklet av Holte AS. Programmet er utviklet av fagfolk med erfaring fra praktisk byggearbeid, og legger vekt på god brukervennlighet i kombinasjon med treffsikre kalkyler av høy kvalitet. SmartKalk har tilgang til Holtes egen prisdatabase, samt mulighet for import av priser direkte fra leverandører. Programmet har mulighet for flere utvidelser av funksjonaliteten gjennom tilleggsmoduler, for eksempel IFC-modulen, som gir funksjoner for automatisk beregning av kalkylen ut ifra en BIM-modell. Priser på enkeltdele, arbeid og timeantall kommer da direkte av IFC-filen som lastes inn i programmet. [9]

Mulighet for import av IFC-filer for automatisering av prosessen er en av funksjonene som blir benyttet for å kunne utføre denne oppgaven. IFC-filen med alle detaljer lastes inn i programmet og gir en kalkyle med både priser og timeverk for hver del av bygget. Timeantallet som beregnes automatisk benyttes videre for utarbeiding av fremdriftsplanene.



SmartKalk

Eil | Prosjekt | Kalkulasjon | Forespørsel | Maler | Verktøy | Hjelp

holte Smart Kalk

PROSJEKT Dråpen

KALKULASJON Dråpen

VELKOMMEN

Rolle: Administrator 4.19

**Kontoplan**

Vis detaljer | Vis beskrivelse

Alle 91

- 11: Rigging osv.
  - 0: Etasje 1
  - 1: Etasje 1
- 21: Grunn og fundamenter
  - 1: Etasje 6
- 22: Bæresystemer
  - 1: Etasje 7
  - 2: Etasje 3

Avansert filter

Kontoplan

Oversikt og oppgaver

Underentreprenører

Ressurser

Produksjon

Dokumentasjon

	NR	KODE	NAVN	MENGD	DIM.	ENH.	TIDSF.	ENH.
	11.00.001		Prosjektering Kataloghus	1,00	rs		0,00	
	11.01.001		Rigg, drift og dokumentk. - Mellomstore boliger	1,00	rs		224,00	
	21.01.006		Ringmur Utv. Hjørne Jackon	6,00	stk		0,08	
	21.01.007		Ringmur Innv. Hjørne Jackon	2,00	stk		0,08	
	21.01.009		Gulv på grunn bolig - 350mm	78,00	m²		0,63	
	21.01.010		Fundament	51,00	lm		0,64	
	21.01.011		Ringmur rett Jackon	40,80	lm		0,41	
	21.01.012		Ringmur i betong	1,00	lm		2,96	
	22.01.001		Bjelke av stål HEB 160	4,88	lm	HEB 160	1,82	
	22.01.002		Bjelke av stål HEB 140	3,62	lm	HEB 140	1,82	
	22.01.003		Limtretrager 115x225	2,30	lm	115x225	0,49	
	22.01.004		Limtretrager 115x270	6,86	lm	115x270	0,49	
	22.01.005		Stolper av heltre	1,00	rs		3,25	
	22.01.006		Losholt 2X48x198mm	2,35	lm	2X48X198	0,25	
	22.01.007		Limtretrager 115x225	2,00	lm	115x225	0,49	
	22.02.001		Limtretrager 115x270	2,35	lm	115x270	0,49	

Dra og slipp hit, eller direkte på et nivå i kontoplanen

Sortering: Nummer Poster i visning: 91 Sum tidsf.: 1517,62 t Sum selvkost: kr 1 899 342 Sum pris: kr 2 331 603

OPPRETTET AV: Espen Westgaard (V19gr20) KALKULASJONSTYPE: Element (IFC) SUM TIMEVERK: 1 517,62 t SUM SELVKOST: kr 1 899 342 SUM PÅSLAG: kr 432 261 SUM PRIS (EKS. MVA): kr 2 331 603 SUM PRIS (INKL. MVA): kr 2 914 504

Figur 8: Dråpen i SmartKalk. Illustrasjon: Skjermdump.



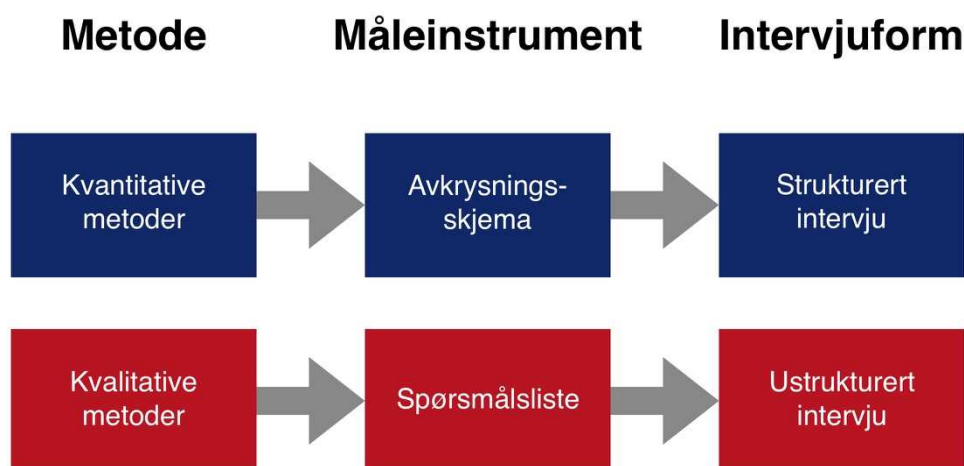
## **4 Metode**

Metodekapittelet beskriver ulike arbeidsmetoder, bakgrunn for valg av arbeidsmetode og hvordan arbeidet med oppgaven har blitt utført.

## 4.1 Valg av fremgangsmåte

For å få et tilstrekkelig grunnlag til å kunne løse oppgaven, er det viktig å sette seg inn i bruk av fremdriftsplanlegging i bygging av småhus og de ulike fasene i et prosjekt. Dette gjøres hovedsakelig gjennom litteraturstudier og intervjuer. I arbeidet med innhenting av informasjon er det viktig å velge rett forskningsmetode; her har man valget mellom kvalitative og kvantitative metoder, der forskjellen ligger i hvordan informasjonen hentes inn. Valget av fremgangsmåte bør basere seg på hva som gir et mest mulig interessant og faglig presist resultat som mulig, med høyest mulig kvalitet.

Selv om metoden skal gi et så faglig godt resultat som mulig, må man også vurdere hva som er praktisk gjennomførbart. Ettersom dette er en bacheloroppgave som går over en begrenset tidsperiode, med et begrenset antall tilgjengelige ressurser, vil det være nødvendig å ta dette med i vurderingen. En større undersøkelse som fikk frem trenden i markedet ville vært å foretrekke, men fokuset vil ligge på å oppfatte individuelle meninger og erfaringer rundt arbeidsmetoder fra lokale ressurser. Dette er gjennomførbart for to studenter og gir store mengder nyttig informasjon og kunnskap på kortere tid.



Figur 9: Sammenligning av kvantitative og kvalitative intervjumetoder.

I denne oppgaven blir det benyttet kvalitativ metode, siden utvalget av ressurser er svært spesifikt, og av et lavt antall. Den kvalitative metoden baserer seg på færre undersøkelsespersoner og gir mulighet for fleksible og individuelle intervjuer. I motsetning til den kvantitative metoden, som baserer seg på et stort antall undersøkelsespersoner og generelle besvarelser satt i et fast system. Valget av kvalitativ metode gir et godt grunnlag for utforming av teorier og hypoteser, noe som passer oppgaven godt. Intervjuene vil sette søkelys på de individuelle meningene og erfaringene slik at det dannes et bilde av behovet i bransjen. [10]

Det benyttes en standardisert spørsmålsliste som gir retningen for intervjuene, og samtidig er åpent for ulike måter å svare på. Listen gir en føring for hvilke spørsmål som blir stilt, slik at det blir et visst system i informasjonen som samles inn og mangelfulle intervjuer unngås. Selv om spørsmålslisten brukes som en veileder under intervjuene, vil det være muligheter for spontane spørsmål og personlige tilleggsopplysninger dersom dette ses som relevant. Det er også spørsmål som ikke vil være like relevante for alle intervjuobjekter, disse kan da utelates fra det enkelte intervjuet. På denne måten kan samme liste med spørsmål benyttes til alle intervju, uansett om den som intervjues er prosjekterende eller håndverker. Listen sendes til intervjupersonene på forhånd, dersom de ønsker det. Dette for å gjøre intervjuene mer effektive for begge parter, og gi tid til forberedelser.

## **4.2 Innhenting av informasjon**

Informasjonen som legger grunnlaget for arbeidet med oppgaven vil i all hovedsak komme fra Norgeshus. En kombinasjon av tildelte filer for kalkyler og tegninger, kunnskap fra intervjuer med enkeltpersoner og innhentet litteratur på området vil utgjøre dette grunnlaget. Erfaringsbasert kunnskap fra flere ledd i byggeprosessen etterstrebes, det tenkes da på planlegging, innkjøp og selve byggingen av småhus. Intervjuene vil derfor foregå både på Norgeshus sitt hovedkontor, ute hos byggmestre og hos leverandør av byggevarer.

For å få mest mulig ut av en undersøkelse er det viktig å ha en viss struktur når man intervjuer forskjellige personer. Listen med spørsmål ble laget for å kunne brukes ved alle intervjuer, uansett intervjuobjekt. På denne måten blir det lettere å få sammenlignbare svar ved intervjuene. Derfor ble spørreskjemaet delt inn i tre hoveddeler, slik at man lett kan hoppe over tema man ikke har like mye grunnlag for å svare utfyllende på. De tre hoveddelene er henholdsvis fremdriftsplanlegging, byggeplass og logistikk.

Spørsmålene rundt fremdriftsplanlegging går for det meste ut på hvordan arbeidet med fremdriftsplanleggingen foregår. For å finne ut hvordan bruken av fremdriftsplaner kan bli mer effektiv er det viktig å vite hva som fungerer bra og hva som kan forbedres. I denne sammenheng vil det også være nyttig å innhente informasjon rundt hvordan fremdriftsplanlegging foregår i dag. Blant annet vil det være interessant å samle inn informasjon om hvem som er inkludert i fremdriftsplanleggingen og hvilken rolle disse personene har i prosjektet. Formålet med denne delen er å få innsikt i selve prosessen rundt fremdriftsplanlegging innad i Norgeshus. Resultatet av undersøkelsene vil ikke nødvendigvis være å korte ned på tiden man bruker på fremdriftsplanlegging, men heller å finne en bedre måte å gjennomføre planleggingen på. Dette

kan medføre at prosessen rundt planlegging tar lengre tid, men at selve byggeperioden blir kortere, mer effektiv og kvaliteten på prosjektet blir høyere.

For å kunne lage en god fremdriftsplan er det viktig å innhente informasjon rundt hva som skjer på byggeplassen. For å dra nytte av en plan, er det viktig at den er forståelig og lett tilgjengelig for de som er på byggeplassen. Fremdriftsplanen omhandler for det meste prosesser som foregår på byggeplassen, og derfor ønsker man gjennom spørsmålene å kartlegge hvordan håndverkere enkelt kan følge med på fremdriften gjennom en forståelig fremdriftsplan. Det er også forsøkt å kartlegge typiske tidstyver, ting som tar unødvendig lang tid i arbeidet som foregår på byggeplassen. Byggefase er også den delen av et prosjekt som er mest utsatt for utsettelse på grunn av produksjonsfeil, sykdom, ulykker og lignende. Selv om dette er noe mange har gode rutiner for å unngå, kan det tenkes at det forebyggende arbeidet kan forbedres ytterligere slik at det oppstår færre unødvendige stopp på byggeplassen. Formålet med spørsmålene som omhandler byggeplassen vil være å finne en god måte for prosjekterende og utførende parter å samarbeide fra prosjektets start til slutt.

En sentral del rundt planlegging av et byggeprosjekt handler om logistikk. I tillegg til at byggeplassen skal rigges opp med brakke, avfallscontainer, gjerder, parkering og laste-/lossesone, skal det også mottas mange vareleveranser gjennom byggeperioden. Hvorvidt det vil være nyttig for fremdriften på prosjektet å motta store leveranser, kontra små, vil det være delte meninger om. Det viktigste her vil være å belyse fordelene ved mange små leveranser og fordelene med få, men store leveranser. Siden bestillinger og vareleveranser inkluderer flere uavhengige parter, er det nyttig å kartlegge hvilke typiske utfordringer man har rundt dette. Samhandlingen mellom de som bestiller, de som er på byggeplass og leverandør er et punkt det kan tenkes at har forbedringspotensial. Denne delen skal belyse typiske problemer rundt logistikken på et byggeprosjekt og innhente meninger rundt hvordan dette kan forbedres gjennom fremdriftsplanleggingen.

## **5 Resultater**

Resultatkapittelet innledes med en beskrivelse av intervjuformen som er benyttet. Videre belyses spørsmålene som er stilt og kvaliteten på svarene, og resultatet av intervjuene gjennomgås i dybden.

## **5.1 Kvalitative intervju**

Intervjuene som ble utført i arbeidet med oppgaven er utført som kvalitative forskningsintervju. Formålet med denne intervjuformen er å få intervjupersonen til å beskrive sin egen situasjon. Presisjonen og tolkningen av intervjuets innhold er det kvalitative intervjuets styrke. For å oppnå deknningen som kreves i et slikt intervju er det viktig med utfyllende spørsmål, og å følge godt med på hva intervjupersonen sier, slik at det kan stilles relevante oppfølgingsspørsmål. Dette utfordrer personen til å gi en bedre og mer dekkende beskrivelse. For å få mest mulig ut av intervjuene ble de tatt opp med lydopptager og nedskrevet i etterkant. [11, s. 68]

## **5.2 Spørsmål**

Det ble tidlig klart at resultatet av denne oppgaven i stor grad vil være avhengig av samtaler med forskjellige ledd og aktører rundt byggefasen. En generell liste med spørsmål som kan brukes til ulike intervjuobjekter ble laget. Siden spørsmålene dekker et stort område, fra fremdriftsplanleggingen til selve produksjonen av boligen, ble det ikke forventet at alle skulle svare på alt. Inntrykket etter intervjurundene er derimot at de fleste har en viss formening om hva som fungerer bra og hva som ikke fungerer fullt så bra gjennom hele byggefasen. De fleste har svart mer eller mindre utfyllende på de fleste spørsmålene.



Tabell 1: Sammenligning av svar og tilbakemeldinger.

<b>Tema: Fremdriftsplanlegging</b>		<b>Svart på tema: 5 av 5</b>	
<b>Spørsmål</b>	<b>Svar</b>	<b>Like svar</b>	
Hvilken rolle har du i arbeidet med fremdriftsplaner?	5 av 5	0 av 5	
Hva legges til grunn for utarbeiding av plan?	5 av 5	3 av 5	
Utfordring med fremdriftsplan-/planlegging?	4 av 5	0 av 4	
Hvordan fungerer fremdriftsplanlegging i dag?	4 av 5	2 av 4	
Forslag til forbedringer av planleggingsprosessen?	4 av 5	0 av 4	
<b>Tema: På byggeplassen</b>		<b>Svart på tema: 3 av 5</b>	
<b>Spørsmål</b>	<b>Svar</b>	<b>Like svar</b>	
Hva er din rolle i oppfølgingen av byggeplassen?	3 av 3	0 av 3	
Hva er avgjørende for at hver enkelt har oversikt over den planlagte fremdriften?	3 av 3	0 av 3	
Hvor går det tapt unødvendig tid i arbeidet på byggeplassen?	2 av 3	0 av 2	
Hvorfor oppstår og hvordan unngå situasjoner der det tapes unødvendig tid?	3 av 3	3 av 3	
Forslag til forbedringer i samhandlingen mellom prosjekterende og utførende?	3 av 3	2 av 3	
<b>Tema: Logistikk</b>		<b>Svart på tema: 4 av 5</b>	
<b>Spørsmål</b>	<b>Svar</b>	<b>Like svar</b>	
Hva er din rolle i logistikken rundt vareleveringer på byggeplassen?	3 av 4	2 av 3	
Vil det være nyttig å motta færre, men større vareleveringer?	4 av 4	2 av 4	
Hvilker problemer oppstår ved lagring av større mengder varer på byggeplass?	3 av 4	3 av 3	
Hvilke logistikkproblemer er aktuelle i dag?	3 av 4	0 av 3	
Har du forslag til forbedringer av logistikken på byggeplassen?	2 av 4	2 av 2	
<b>Tema: Til slutt</b>		<b>Svart på tema: 3 av 5</b>	
<b>Spørsmål</b>	<b>Svar</b>	<b>Like svar</b>	
Har du andre forslag til forbedringer av dagens fremdriftsplaner?	3 av 3	2 av 3	

Tabell 1 viser en oversikt over hvordan svarene under intervjuene er fordelt. Siden alle intervjuobjektene har forskjellige roller i et byggeprosjekt, er det interessant å se om oppfatningene er like i de forskjellige leddene. Alt i alt viser tabellen at meningene er like på en del spørsmål og ganske ulike på andre. Alle har forskjellige roller når det kommer til arbeidet med fremdriftsplaner, men grunnlaget for utarbeiding av planen er det samme for de fleste. Siden alle har forskjellige roller, er det naturlig at utfordringene rundt planlegging er forskjellige, og dermed også forslagene til hvordan dette kan forbedres. De tre som har direkte kontakt med byggeplassen i det daglige har forskjellige roller når det kommer til oppfølging. Tilbakemeldingene rundt hvordan hver enkelt kan ha oversikt over fremdriftsplanen på byggeplass er ulike, men en gjenganger er at alle bør ha innsikt i hvordan fremdriftsplanen fungerer for å kunne følge den. Meningene rundt unødvendig tidstap i byggeprosjekt er delte, men det er en enighet i at uforutsette hendelser bør forebygges slik at det oppstår mindre tidstap. For å forbedre samhandlingen mellom prosjekterende og utførende parter sier flertallet at kommunikasjon underveis i prosjektet er avgjørende. Fire av fem intervjupersoner er involvert i

det som omhandler logistikk og vareleveranser til byggeprosjekter. Det er delte meninger om hvorvidt det er nyttig å motta få, men store vareleveranser i stedet for mange små. Byggmester ønsker færre vareleveranser siden hvert varemottak tar tid, men fokuset ligger også på å følge Lean tankegangen der varer blir brukt så snart som mulig etter ankomst til byggeplass. Når det kommer til problemer rundt mellomlagring av varer er alle svarene like, risikoen for skader på varen trekkes frem som den største ulempen. Problemene som oppstår rundt logistikk er forskjellige, de varierer fra at det er for mange varehåndteringer til at ting ikke kommer til avtalt tidspunkt. For å forbedre vareleveransene er det enighet om at det beste er så få varehåndteringer som mulig og god kommunikasjon mellom byggeplass, produsent og eventuelle mellomleverandører. Dette er gjenganger i tilbakemeldingene som har kommet rundt hvordan fremdriftsplanleggingen i fremtiden kan forbedres ytterligere.

### **5.2.1 Resultater fra spørreundersøkelsene**

For at prosjektet skal ha nytte av en fremdriftsplan, er det avhengig av at de som skal produsere bygget ser nytten i å bruke en fremdriftsplan og ikke minst at de forstår hvordan den skal brukes. Norgeshus bryter ned bygget ved hjelp av et kalkyleprogram og lager en fremdriftsplan i seks deler, basert på beregningene fra kalkyleprogrammet. Dette gir en grei oversikt over arbeidsoppgaver, milepæler og frister. De forhandlerne under Norgeshus som benytter seg av fremdriftsplaner, får vanligvis disse utlevert fra hovedkontoret. Oppsummeringene som følger er basert utelukkende på tilbakemeldingene som er gitt gjennom intervjuene.

#### **Planlegging**

En stor utfordring man opplever rundt det å lage en fremdriftsplan er å få håndverkere og andre utførende parter til å se nytten og verdien i å sette av tid til utarbeiding av en plan for prosjektet. Noen bruker sjeldent fremdriftsplaner fordi de heller baserer seg utelukkende på erfaringer. Et forslag som kan bidra til å forenkle dette for de som utfører byggingen er å inkludere dem i planleggingsfasen. Da kan de selv bestemme hvor lang tid de trenger på ulike arbeidsoppgaver, samt at man kan få mer tilhørighet til planen og føle en større forpliktelse til å følge den enn om man ikke er inkludert i planleggingen. Dette er informasjon og erfaringer som både prosjekterende og utførende kan dra nytte av senere. På byggeplassen vil det være enklere å følge fremdriftsplanen om den er visualisert på en enklere måte enn et standard Gantt-diagram. Det beste forslaget her er noe som allerede er i utstrakt bruk på store prosjekter i dag: En ukentlig plan der arbeidsoppgaver og hvem som skal gjøre hva vises ved bruk av Post-it-lapper. Dette ble nevnt ved alle samtalene som utgjør denne rapporten.

For at en fremdriftsplan skal være så nøyaktig som mulig er det viktig å få tilbakemeldinger fra underentreprenører om hvor lang tid de behøver til sine oppgaver. Dette har vist seg å være en utfordring, siden mange heller ønsker å bruke tiden på å jobbe på prosjekter enn å sitte i møter for å planlegge. Om man får bedre kommunikasjon med underentreprenører allerede i planleggingsfasen kan man få en mer strømlinjeformet plan. Det kan tenkes at hvis både underentreprenører og byggmestre/tømrere tar del i planleggingsmøter samtidig, får man en realistisk og tidsbesparende fremdriftsplan der alle parter har en viss tilhørighet til planen. Det viktigste her er at de som skal gjøre jobben deltar i fremdriftsplanleggingen.

Etter samtaler med noen av Norgeshus' forhandlere i Trondheimsområdet viser erfaringene at bruk av en fremdriftsplan gjør oppfølgingen av det som skjer på byggeplass enklere og mindre tidkrevende enn om man sammenligner med før det ble tatt i bruk fremdriftsplanlegging. Hvis de på byggeplass holder seg til planen, behøver ikke prosjektleder å bruke mer tid på oppfølgingen enn det som er ytterst nødvendig.

### **Evaluering**

Siden fremdriftsplanen er delt inn i ulike faser, er det hensiktsmessig å ha et planleggingsmøte i forkant av hver fase og en evaluering mot slutten. Dette for å avdekke problemer som har oppstått underveis og hva som har fungert etter planen, slik at man kan ta med seg dette videre til senere prosjekter. Spesielt det å gå gjennom feil som er gjort på byggeplassen er viktig for å unngå at de skjer igjen ved senere prosjekter. Alle forhandlere har forskjellige rutiner for hvordan ting gjøres. Det er erfaringsvis mange som fortsatt jobber etter gamle vaner og prinsipper, med lite evaluering og vurdering etter bygget er ferdigstilt. Derfor kan, og blir ofte, samme feil gjentatt ved flere anledninger.

Enkelte har tatt i bruk moderne digitale verktøy for evaluering og tilbakemeldinger, andre fortsetter som før. Digitale verktøy fører til at det er enklere å ha en viss struktur på gjennomgangen, men det viktigste vil være at alle tar del i en evalueringsprosess, enten den foregår på en digital plattform eller ikke. Selv om det er viktig for fremdriftsplanen at man tar seg tid til å planlegge prosjektet i detalj før byggestart, blir ikke planene bedre over tid om man utelater evalueringen i etterkant av prosjektet. Mye av fremdriftsplanleggingen når det kommer til mindre byggeprosjekter er basert på erfaringer man tilegner seg over tid. Bruker man digitale verktøy i evalueringen får man også muligheten til å gi tilbakemeldinger underveis i prosjektet, på denne måten kan man prosjektet evalueres i sanntid. For en oversikt over dette uten å bruke digitale verktøy kan man ha en forbedringstavle hengende i brakka på byggeplassen. Der kan man ta opp store og små problemer som har oppstått underveis i prosjektet for å få en løpende oversikt over forbedringspunkter. Ting endrer seg underveis i prosjektet og det er ikke gitt at den

opprinnelige fremdriftsplanen stemmer ved prosjektets slutt. Kobles timeregistreringen fra arbeiderne opp mot den planlagte fremdriften i fremdriftsplanen, får man enkelt en pekepinn på hvordan man ligger an med tanke på forholdet mellom faktisk og planlagt tidsbruk i prosjektet. Disse erfaringene tar man med seg videre til planleggingen av neste prosjekt. Slik blir planleggingen mer og mer nøyaktig over tid.

### **Leveranser**

En stor del av planleggingen rundt et byggeprosjekt handler om vareleveranser og leveringstider. Det er viktig at ting bestilles til rett tid for at det ikke skal ankomme byggeplassen for sent. Dette gjelder særlig for spesialbestillinger, som for eksempel vindu og trapp. Ved at man bryter ned kalkylen fra SmartKalk til flere klare milepæler får man en tydelig oversikt over hvilke varer som trengs til hvilken tid. På denne måten kan man også finne ut når det er behov for kran, slik at dette eventuelt kan anskaffes til byggeplassen på enkelte dager. Materialister og bestillingsoversikter settes opp i henhold til fremdriftsplanen slik at man til enhver tid har oversikt over når varen skal ankomme byggeplassen.

Det rimeligste alternativet for leveranser er å kjøpe varer direkte fra produsent, men dette er ikke alltid å foretrekke med tanke på leveringsmetode. Hvis produsent ikke kan levere varer med losservedskap eller kranbil, vil det ofte være mer hensiktsmessig å handle via en tredjepartsleverandør. Hvis losservedskap allerede er på byggeplassen får man kjøpt mer direkte fra produsent, men det er sjelden lønnsomt å bruke opp plass på byggetomt til dette, særlig når det er snakk om bygging av eneboliger på små byggeplasser. Derfor bør leveransene deles opp slik at alle varer som skal heises på plass ankommer byggeplassen på kranbil. Selve logistikken og tidsbruken på vareleveranser vil ikke påvirkes i særlig grad av hvor varen kommer fra, men det kan ha store utslag på økonomien for prosjektet.

Mye av tiden som går tapt i byggeprosjekter handler om vareleveranser; både mengde, antall og frekvens. Vareleveransene vil foregå mer sømløst om det planlegges nøye i forkant slik at alle vet hva som kommer når. Ved bestilling får man vanligvis en estimert leveringsdato fra leverandør/fabrikk, men det er ikke alle som er like gode på å gi løpende tilbakemelding på status fra bestillingen sendes til varen er levert. Dermed kan det oppstå usikkerhet rundt når varen ankommer, og byggeplassen har ikke et fast tidspunkt å forholde seg til. For en strømlinjeformet byggeprosess der det tar lite tid fra varen ankommer byggeplass til den er tatt i bruk, må arbeiderne ha oversikt over når ting skal være gjort. Dette for å oppfylle Norgeshus-metoden, som er basert på Lean-prinsippet. Bedre kommunikasjon mellom byggeplassen, varehus og/eller fabrikk angående hvor langt byggevaren har kommet er essensielt i denne sammenhengen.

Når man bestiller varer, spesielt om det skjer gjennom en tredjepartsleverandør, er det usikkert når varen ankommer byggeplass dersom den ikke er på lager. Da får man et anslag om når varen skal komme fra fabrikk, men siden den må innom et ekstra mellomledd vil dette anslaget være lite pålitelig. Dårlig informasjonsflyt mellom byggeplass, varehus og fabrikk er et stort problem i byggebransjen. Om leverandør varsler byggeplassen om at varen er pakket på bil og klar for utkjøring, vil det gjøre folk på byggeplassen klare til å motta varen. Dette er noe som må formidles av bas eller andre på byggeplass til leverandør. Når varer ankommer utenfor planlagte tidspunkt går ekstra tid tapt til å gjøre byggeplassen klar til å ta imot, samtidig som varene står og venter på bil. Dette er lite gunstig både for byggmester og for leverandøren. Om varehuset ikke har alle varene i bestillingen på lager, er det en fordel at byggeplassen får beskjed om dette tidlig. Hvis ikke risikerer man at dette registreres ved mottak på byggeplassen, eller i ytterste konsekvens ikke registreres før varen skal brukes. Dermed kan det oppstå unødvendig stans i prosjektet. Får man beskjed i forkant kan man begynne på en annen del av bygget eller undersøke med andre leverandører for å sikre at man har det som trengs, når det trengs. Det er mer nyttig at informasjon rundt status på bestillingen formidles til bas i stedet for den som har lagt inn bestillingen.

Hver gang en leveranse ankommer byggeplassen vil det oppstå en flaskehals i produksjonen, der det må forberedes for levering og folk må ta imot nye varer i stedet for å produsere bygget. Derfor ønsker man så få vareleveranser som mulig, men det er viktig å ta hensyn til kapasiteten man har på byggetomten til lagring lokalt. På byggeplassen skal man ha avfallshåndtering, brakkerigg, parkering og mottakssone, i tillegg til selve bygget. Dette fører til at man ofte har begrenset med plass til å mellomlagre varer på byggeplassen, særlig hvis det er snakk om et eneboligprosjekt der tomtestørrelsen sannsynligvis ikke tillater dette i stor grad. Ofte kan det være trangt og uoversiktlig for lastebiler å komme til slik at de kan levere varer på byggeplassen. Har man da lagret store mengder med varer på plassen, kan dette gjøre det enda vanskeligere å komme til for store kjøretøy.

Tall fra innkjøpsstatistikken i Norgeshus viser at et eneboligprosjekt har gjennomsnittlig 40 vareleveranser der kun 12 av disse er planlagt i forkant. De resterende 28 er leveranser som hentes direkte på varehuset, med en snittpris på 1500 kr per levering. Dette kan tolkes som at håndverkere ofte må kjøre til varehuset for å hente småting som verktøy og festemidler fordi dette plutselig går tomt eller mangler på byggeplassen. Slike vareleveranser er store tidstyver, siden man må rigge ned og sikre byggeplassen i tillegg til tiden det tar å hente varene. Dette er tid som i utgangspunktet skal brukes til å produsere et bygg. Slike små vareleveranser skal i utgangspunktet være unødvendig, all den tid man har muligheten til å supplere ved de faste

vareleveransene. Det er ønskelig å ha en så stor andel planlagte vareleveranser som mulig, helst skal alle være planlagt. En ideell leveranseplan antas å ligge mellom 12 til 20 leveranser per enebolig. Om det skulle være nødvendig med en ekstra leveranse for å supplere, koster dette ca. 200 kr å få levert fra varehuset. Skal disse varene hentes selv vil det koste ca. 1060 kr, om byggeplassen ligger 5 km fra varehuset. Herunder kommer tiden som må brukes til nedrigging og sikring av byggeplassen i tillegg til selve kjøringen.

### **Varehåndtering**

Den største fordelene, i tillegg til den økonomiske, ved å handle direkte fra produsent er at varen er mindre utsatt for skader, eller at ting forsvinner som følge av flere håndteringer før den ankommer byggeplass. Ved bestilling av varer som er utsatt for skader er det viktigere med direkte levering fra fabrikk enn for varer som bedre tåler lagring og flytting. Disse varene kan mellomlagres hos en ekstern forhandler uten særlig risiko for at skader oppstår som følge av den ekstra håndteringen.

Når det kommer til lagring av varer på byggeplass har dette både fordeler og ulemper. For å oppfylle Lean-prinsippet, skal varen ankomme plassen rett før den skal benyttes, slik at alt skjer så strømlinjeformet som mulig. På byggeplassen vil de ha minst mulig varer lagret, siden dette tar opp plass og fort blir liggende i veien for håndverkerne. Skal man lagre varer på byggeplass er det viktig å vurdere kostnaden rundt det å lagre varer mot det ekstra arbeidet som følger med. Hver gang noe må flyttes på går tid tapt, og dermed blir det mindre fortjeneste på prosjektet. I tillegg til at store leveranser tar opp plass på byggetomten, tar de også opp likviditet i form av at de er kjøpt inn uten å bli brukt. Det er delte meninger rundt hvor ofte man ønsker faste leveranser til byggeplassen: Noen vil ha så få leveranser som mulig, og noen mener det beste er å ha faste leveranser ukentlig. En vanlig avtale mange Norgeshusforhandlere har med leverandør er én gratis utkjøring fra varehuset ukentlig, der størrelsen på leveransen bestemmes i samarbeid med tømmerne slik at de har det som trengs den kommende uka. Store leveranser fører også til lengre avstander å bære materialer, noe som øker risikoen for skader på både varer og personell. Ser man på HMS vil det derfor være best å få tunge varer heist direkte på plass med en gang de ankommer byggeplass.

Varer som er lagret utendørs vil være svært utsatt for fuktskader som følge av nedbør og dårlig overdekning. Gips er et eksempel på en byggevare som lett blir skadet under frakt eller på grunn av fukt, mye gips går tapt på grunn av dette. Hvis varer blir skadet eller ødelagt på byggeplassen må man selv betale kostnaden for eventuelle nye varer, og lønnsomheten på prosjektet vil bli lavere. Det er også en risiko for at varer og materiell forsvinner hvis man ikke har kontroll på alt.

Den store fordel med å ha varer liggende på byggeplassen er at man slipper å måtte vente på nye leveranser, siden man har det man trenger liggende.





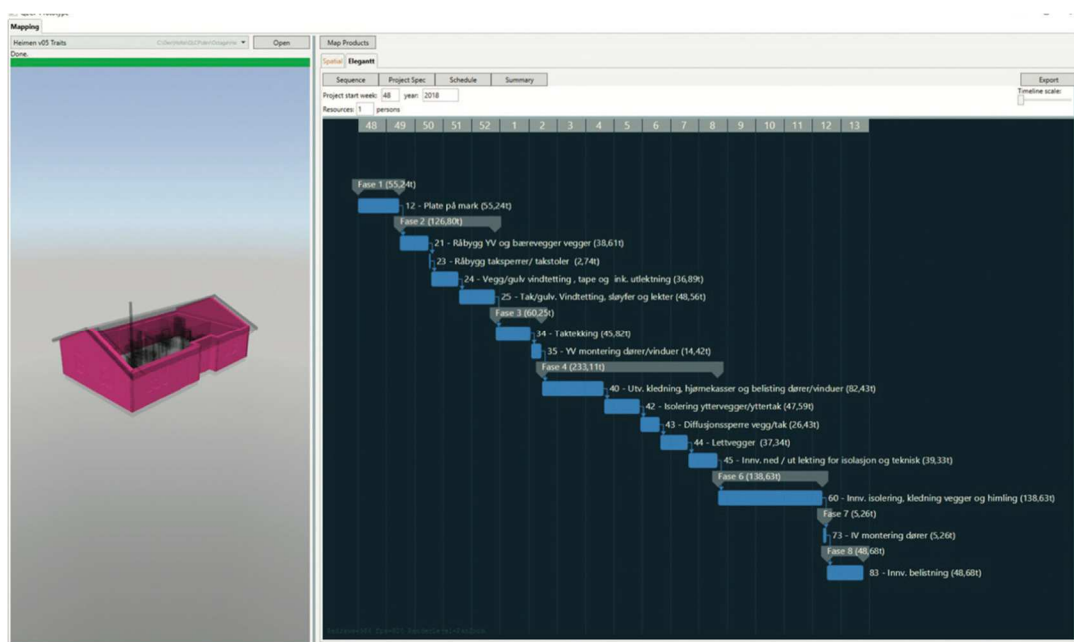
## **6 FoU**

FoU-kapittelet ser på forskning og utvikling innenfor oppgavens tema.

Bruken av mer detaljert fremdriftsplanlegging i småhusprosjekter vil måtte øke i tiden fremover. Ny programvare og kunnskap fra flere prosjekter vil skape nye muligheter for enklere bruk og raskere implementering. Utviklingen på området har vært stor det siste tiåret, og vil bare gå raskere de kommende årene.

Spesielt for dette området er at det brukes store ressurser på utvikling av norgesspesifikk programvare til byggebransjen, der Holte er en av de største norske leverandørene av komplette løsninger til bruk i hele byggets levetid, fra oppstart og søknad, til drift og vedlikehold av bygget. Norgeshus benytter i dag blant annet SmartKalk fra Holte, som inneholder funksjoner for kalkyler, bestillinger, FDV (forvaltning, drift og vedlikehold) og produksjon. [9]

I skrivende stund (mai 2019) holder Holte på med ferdigstillingen av et nytt programtillegg til den allerede eksisterende produksjonsmodulen [12] i SmartKalk. Utvidelsen vil dra mer nytte av de eksisterende BIM-modellene, og har funksjoner for automatisk fremdriftsplanlegging basert på tegningene. Funksjonen gir store besparelser på tid og økonomi, fordi fremdriftsplanene ikke lenger må lages manuelt fra kalkylen, men produseres automatisk i rett rekkefølge slik bygget bygges. Detaljert informasjon om de nye funksjonene er vanskelig å skaffe, ettersom den ikke er offentlig tilgjengelig ennå. Det som nevnes her er basert på demovideoer Norgeshus har mottatt fra Holte, der Dråpen benyttes som eksempel i en betaversjon. Vedlagt ligger også en rapport utarbeidet av Veidekke og Holte med samarbeidspartnere, der programvaren vises kort (vedlegg 13).



Figur 10: Skjermdump fra Holtes nye programtillegg for automatisering av fremdriftsplanleggingen. Bilde: Veidekke. Quality and learning in construction production. (Vedlegg 13)

Innad i Norgeshus pågår det også utvikling med tanke på fremdriftsplanlegging. Våren 2019, under arbeidet med denne oppgaven, har Norgeshus omstrukturert hvordan de deler opp et

byggeprosjekt. Før var bygget delt inn i seks faser, slik som benyttet i oppgaven. Den nye inndelingen består nå av ti faser. Fordelen med dette er at planleggingen blir enda mer oversiktlig og detaljert. Fremdriftsplanen blir mer oppdelt, men det blir lettere å ha oversikt over hvor man er i planen. Den nye inndelingen endrer ikke rekkefølgen på hvordan ting gjøres, dette er fortsatt noe som bestemmes i samarbeid med de som skal gjøre jobben. Fordelen er at det tilrettelegges for mer detaljert planlegging, med et tydeligere skille mellom de ulike fagene. Fremdriftsplanen baseres fortsatt på en kalkyle gjort i SmartKalk, og den første planen lages inntil videre manuelt ut ifra denne kalkylen. Den nye og den gamle faseinndelingen er vist på neste side.

Oppgavens relevans i FoU-sammenheng vil sannsynligvis bli gradvis større ettersom prosesser automatiseres, slik som i Holtes nye programvare. Flere ledd i prosjekteringen vil i fremtiden gjøres ved hjelp av ny programvare, etterhvert som maskinlæring og kunstig intelligens utvikler seg. Det som skjer på byggeplassen vil dermed bare få en enda viktigere rolle når det kommer til effektivisering av byggeprosessen. Håpet er derfor at en sammenfatning av de tiltakene som har fungert på større prosjekter, og som er ønskede endringer av bransjen, vil være med på å bidra til effektivisering i byggingen av eneboliger også. Det er likevel klart at videre arbeid på emnet kreves, gjerne i større studier der samme hus bygges med ulike former for tiltak, og effekten bevises og tallfestes gjennom forsøk.

Tabell 2: Norgeshus' nye faseinndeling fra våren 2019

	Fase 0	Fase 1
Kategori 0		Fundamenter
Kategori 1	Rigg	Ringmur
Kategori 2	Grunnarbeider	Plate på mark
Kategori 3	Oppstart ventilasjon, rør og elektro	Mur/betong
Kategori 4		
Kategori 5		
Kategori 6		
Kategori 7		
Kategori 8		
Kategori 9		
	Fase 2	Fase 3
Kategori 0	Bæresystemer	Takrenner
Kategori 1	Råbygg YV og bærevegger IV	Gjennomføringer
Kategori 2	Råbygg bjelkelag inkl. spongulv	Vinskier/gesimskasser utv. himlinger o.l.
Kategori 3	Råbygg taksperrer/stoler	Balkonger/terasser/div. utvendige arbeid
Kategori 4	Vegg/gulv: Vindtetting, tape og utlekting	Taktekking
Kategori 5	YV: Montering dører/vinduer	Tetthetsmåling 1
Kategori 6	Tak/gulv: Vindtetting med lekter	Kledning, hjørnekasser, belisting dører/vinduer
Kategori 7		Nedløp
Kategori 8		Fasadeplater
Kategori 9		
	Fase 4	Fase 5
Kategori 0		Montering ventilasjon
Kategori 1		Montering rør
Kategori 2	Isolering yttervegger/tak	Montering elektro
Kategori 3	Diffusjonssperre vegg/tak	Andre UE
Kategori 4	Lettvegger	Terrassebord
Kategori 5	IV ned-/utlekting for isolasjon og teknisk	Glassrekkverk
Kategori 6		
Kategori 7		
Kategori 8		
Kategori 9		
	Fase 6	Fase 7
Kategori 0	Innvendig isolering, kledning vegger og himling	Flislegger
Kategori 1	Tetthetsmåling 2	Maler
Kategori 2		Parkett/belegg
Kategori 3		Innvendig montering dører
Kategori 4		Trapp
Kategori 5		Piper/ovn
Kategori 6		
Kategori 7		
Kategori 8		
Kategori 9		
	Fase 8	Fase 9
Kategori 0	Kjøkken	Komplettering rør
Kategori 1	Bad	Komplettering elektro
Kategori 2	Garderobe	Komplettering ventilasjon
Kategori 3	Innvendig belisting	Malingsfikk
Kategori 4		Ferdig befaring
Kategori 5		Overtakelse
Kategori 6		
Kategori 7		
Kategori 8		
Kategori 9		

Tabell 3: Norgeshus' gamle faseinndeling

	Fase 1 - Betongarbeider	Fase 2 - Råbygg, vindtetting og lekter
Kategori 0	Tilrigging på byggeplass	Råbygg, vindtetting, lekter og spongulv
Kategori 1	Betong 1	Takstoler/sperrer med vindtetting og lekter
Kategori 2	Betong 2	Rigg og drift
Kategori 3		
Kategori 4		
Kategori 5		
Kategori 6		
Kategori 7		
Kategori 8		
Kategori 9		
	Fase 3 - Tett bygg og kledning	Fase 4 - Klart for el., isolering YV, oppsett IV
Kategori 0	Innsetting av vindu, ytterdør	Ventilasjon
Kategori 1	Undertak, gesims, takutstikk, lekter, renner osv.	Isolering og plastring YV, tak og bjelkelag
Kategori 2	Takarbeid/tekking	Nedforing, utlekting og innvegger
Kategori 3	Utvendig panelering vegg	Rigg og drift
Kategori 4	Tilfare og terrasegulv	
Kategori 5	Taknedløp	
Kategori 6	Tetthetsmåling 1	
Kategori 7	Rigg og drift	
Kategori 8		
Kategori 9		
	Fase 5 - Klart for maler, veggplater, innv. tak	Fase 6 - Ferdigstilling
Kategori 0	Isolering 50mm YV og IV	Parkett
Kategori 1	Klargjøring våtrom for flis	Innsetting innerdører og belisting
Kategori 2	Platekledning	Sluttmontering ildsted og ventilasjon
Kategori 3	Flis og baderomsplater	Tetthetsmåling 2
Kategori 4	Rigg og drift	Ferdigbefaring
Kategori 5		Fikk og komplettering
Kategori 6		Nedrigging, klargjøring og vask
Kategori 7		Overtakelse
Kategori 8		
Kategori 9		

## **7 Diskusjon**

Resultatene fra intervju og andre undersøkelser presenteres og diskuteres i detalj for å komme frem til en løsning som svarer på oppgavens problemstilling.

## 7.1 Tidsbruk

Erfaringer fra forhandlere i Norgeshus, og bedrifter i andre bransjer [13], viser at en forenkling av fremdriftsplanen i kombinasjon med involvering av utførende parter er med på å spare tid når aktivitetene skal utføres. Under intervjuene med ulike byggmestre kom det frem at mange blir mer offensive i planleggingen når de får være med å bestemme tidsbruken selv, fremfor å få beskjed fra en leder om at de skal bruke en gitt tid på hver aktivitet. Effekten av involverende planlegging ser ut til å både være tidsbesparende og gi økt kvalitet på prosjektet, noe som igjen betyr at det også spares inn tid på korrigerende av eventuelle feil som oppstår.

En involverende planleggingsprosess krever noe mer tid i forkant av det utførende arbeidet, og som flere av intervjupersonene nevnte; vil mange tømrere heller være ute og jobbe enn å sitte i møter. Det er derfor svært viktig at det settes søkelys på å gjøre arbeidet med de ukentlige planene brukervennlige og engasjerende for de som følger planene i sitt arbeid. Tømrere som er med på å planlegge sin egen arbeidsdag og forstår planleggingsprosessen, får en større tilknytning til prosjektet. Slik oppnås en helt ny form for motivasjon til å levere kvalitet, i det de selv mener er sitt høyeste komfortable tempo.

Sammen med tømrere som jobber fast på et prosjekt, er det viktig å synliggjøre verdien av god planlegging for underentreprenørene. Mye tid kan gå tapt til unødvendige operasjoner om byggevarer og personell må flyttes gjentatte ganger fordi underentreprenørens oppgaver stykkes opp i for mange små operasjoner som går over flere dager og uker. Utfordringen er å få elektriker, murer, rørlegger og andre underentreprenører til å se verdien for sin egen del av å planlegge godt i samarbeid med de som jobber fast på prosjektet. Erfaringer fra tidligere prosjekter viser at mange underentreprenører har flere oppdrag parallelt, og fordeler arbeidet utover flere mindre økter enn det som er gunstig for hvert enkelt prosjekt. Det vil derfor kunne gi god effekt med tanke på den samlede tidsbruken på prosjektet om arbeid av underentreprenører koordineres bedre med resten av byggeplassen. Utfordringen her vil være at de enkelte underentreprenørene ikke ser verdien av å legge mer tid i et bedre samarbeid.

Ses det på tidsbruk knyttet til vareleveringer og logistikk, er det enighet om at unødvendige utsendelser av personell for henting av mankoverer er et problem som stjeler mye tid i løpet av prosjektet. Med ukentlige vareleveringer fra hovedleverandør skal det ikke være nødvendig å gå tom for materiell om man planlegger og koordinerer hver levering i samarbeid med leverandør. Uforutsette hendelser og feil vil likevel kunne oppstå, uansett hvor godt det planlegges på forhånd. Spesielt da er det viktig å benytte de mest effektive metodene for å rette opp i skaden som har skjedd. Leverandørene tilbyr utkjøring av varer, og det er ofte dette som vil være den

billigste løsningen. Skal tømmerne selv kjøre ut og hente varer går det unødvendig tid til sikring av byggeplassen og distraksjoner på veien, tid som kunne blitt brukt til produksjon av bygget.

Hovedleverandør for Norgeshus, Optimera, tilbyr byggeplasscontainere (vedlegg 14) der man har muligheten til å få etterfylt forbruksvarer underveis i prosjektet. På denne måten vil det ikke være nødvendig med små og kostbare ikke-planlagte vareleveranser. Containeren leies fra hovedleverandør og fylles på av en selger etter hvert som byggeplassen rapporterer hva som er nødvendig. Det unngås da at noen blir borte fra byggeplassen i flere timer for å kjøpe en pakke med spiker, eller at det må betales ekstra frakt for små uforutsette leveringer. Ulempen med en slik løsning vil være om byggetomten ligger langt unna varelager og oppfølging fra selger blir dårlig, eller i verste fall umulig. Alternativet kan være et selvdrevet varelager der utbygger selv står for varetilgang. Dette binder da opp verdi i varer, men kan samtidig videreføres til nye prosjekter i etterkant, ettersom dette er standardvarer som brukes i alle prosjekter. En annen utfordring vil være at størrelsen på byggeplassen ikke tillater flere plasskrevende gjenstander.



Figur 11: Byggeplasscontainer. Bilde: Optimera

Et viktig prinsipp i Lean-tankegangen er «Just-in-time» (JIT). Varer som kommer rett før de skal brukes betyr spart tid til organisering og mellomlagring av varer. Varer som flyttes færre ganger etter levering tar opp mindre byggetid og blir mer effektivt brukt. Ofte vil JIT for et mindre byggeprosjekt bety at varene leveres tidligst én uke i forveien, ettersom det ofte er lagt opp til én gratis levering fra hovedleverandør i uka for eneboliger. Færre varer på byggeplassen betyr at det brukes mindre tid på å hente varer som er lagret med lengre avstand fra bygget, og at oversiktligheten og sikkerheten på byggeplass øker. Utfordringen med varer som ankommer JIT er at uforutsette hendelser får større konsekvenser enn om det er noe mer tid å gå på, det er derfor viktig å benytte løsninger som minimerer risikoen for store forsinkelser på vareleveransene. Ved kundetilpassede varer som vinduer, trapper og kjøkken vil dette være spesielt viktig. Slike varer tar ofte opp mye plass og tid, er utsatt for forsinkelser og gir store ringvirkninger om de kommer for sent.

Hver gang nye varer skal mottas på byggeplassen vil det oppstå en flaskehals i prosjektet. Byggeplassen må klargjøres for nye varer, det må ryddes plass til å oppbevare leveransen, folk blir opptatt med å ta imot varene og kan ikke bygge videre på prosjektet. Kommer vareleveransene som planlagt og byggeplassen er forberedt i forkant, vil man spare tid på selve

varemottaket. Man kan da rigge ned og gjøre plass til leveransen før den ankommer byggeplassen. Dermed vil vareleveransen ta minst mulig tid og man kan fokusere på prosjektet igjen. Hvis én mann bruker tid på å klargjøre byggeplassen mens resten av arbeidslaget fortsatt jobber på prosjektet bør man samlet sett kunne bruke færre arbeidstimer på dette. Om varen står på bil og man må vente på at byggeplassen blir klar til å motta varen, kan det raskt oppstå situasjoner der man stresser og ender opp med å rote eller bruke unødvendig mye tid. Gjør man dette i forkant, får man mer ro rundt prosessen og varemottaket blir mer effektivt.

## 7.2 Økonomi

Økonomien i et byggeprosjekt henger tett sammen med tidsbruken – blir prosessen mer effektiv spares det også på unødvendige kostnader. Tidsbruken avhenger igjen av effektiviteten på byggeplassen og logistikken. For å øke lønnsomheten maksimalt vil det være avgjørende å finne den rette balansen mellom mer detaljert planlegging og det å løse problemer når de oppstår med erfaring. Det kan planlegges så godt at sannsynligheten for problemer og uforutsette hendelser er nær null, men det er ikke en selvfølge at det er mer lønnsomt. Bedre planlegging tar også tid, og det er viktig at det ikke brukes for mye tid på møter og detaljstyring. Planleggingen i seg selv må være effektiv. Derfor er det viktig at alle får delta og får eierskap til planen for å få en bedre forståelse og innsikt, og dermed også øke lønnsomheten på grunn av færre uklarheter og misforståelser underveis.

Størrelsen på vareleveranser har mye å si for økonomien til mindre utbyggere. Større mengder varer på byggeplassen tar opp likviditet og binder store verdier i byggevarer. Dette går utover betalingsevnen og gir lavere disponibel kreditt hos leverandørene. Det er derfor viktig å fokusere på leveringer JIT, slik at både økonomien og tidsbruken ivaretas. Her vil både JIT-leveringer og byggeplasscontainer være gode tiltak for å sikre økonomisk fleksibilitet.

Lokale leverandører kan gi ekstra trygghet og fleksible løsninger. Norgeshus bygger boliger i hele Norge, dette gir muligheten til å benytte lokale produsenter på ulike typer bestillingsvarer. Mindre produsenter har som oftest noe høyere priser enn de større og landsdekkende, men de har til gjengjeld ofte kortere leveringstider og mindre komplekse produksjonslinjer som kan omstilles fortere. Denne forskjellen kan utnyttes til prosjektets fordel ved at bestillinger ofte kan sendes inn senere og eventuelle endringer kan utføres på kortere varsel. Raskere omstilling og muligheten for mer personlig service vil være ekstra nyttig om feil skulle oppstå og varer leveres med feil spesifikasjoner, for eksempel at en trapp leveres med feil mål, eller at det er manko på en kjøkkeninnredning. Mindre bedrifter har da en mulighet til å rette opp feil raskere og mer effektivt enn de store leverandørene vil kunne klare. Lønnsomheten av en slik ordning vil



påvirkes av geografiske forhold, erfaringer og tillit til leverandører, men sikkerheten og den eventuelle tidsbesparelsen vurderes i mange tilfeller som en større fordel enn merkostnaden den medfører.

### **7.3 Leveranser og logistikk**

Før byggestart er det viktig at man har fått klarhet i alle vareleveranser og når varene skal ankomme byggeplassen. Siden kunden kan velge egne tilpasninger til bygget, som kan kreve større og mer kompliserte komponenter enn opprinnelig, er det spesielt viktig at dette bestilles i rett tid. Derfor må kunden tidlig få opplyst når disse valgene må være tatt for at bygget skal kunne leveres til avtalt tidspunkt. Hvis slike spesialbestillinger gjøres for sent kan dette forplante seg til byggeplassen slik at de må vente på varer, eller utfører noe feil hvis kunden har andre ønsker når det kommer til utførelse. Ved hjelp av kalkylen som gjøres i forkant av fremdriftsplanleggingen, og at byggingen deles inn i ulike faser, har man kontroll over når bestillinger må gjøres og når ting må være bestemt. Etter fremdriftsplanen er ferdigstilt må man derfor gå gjennom planen for å fastsette frister for når bestillinger må gjøres for at prosjektet skal følge planen.

Fra produsent får man ofte oppgitt hvor lang leveringstid man må beregne på spesialbestillinger som vinduer, trapper og lignende. Planlegger man ut ifra dette, vet man for eksempel at trapper bør bestilles fire til fem uker før de skal monteres for å sikre at de produseres og kommer til rett tid. Leveringstidene er forskjellige fra produsent til produsent, noen oppgir at det tar lengre enn fem uker å produsere og levere en tilpasset trapp, noen oppgir kortere leveringstid. Siden det varierer i hvor stor grad produsentene gir tilbakemelding om status på varen fra bestilling til levering, vil det være fordelaktig å etterspørre informasjon om dette underveis. Ved bestilling gjennom en tredjepartsleverandør vil det være vanskeligere å få denne informasjonen, men man bør oppgi et ønske om løpende status på bestillingen. Denne informasjonen må komme til de som er på byggeplassen, fordi det gir mer forutsigbarhet for de som skal produsere bygget. Hvis man i forkant vet at trappen er i rute og blir forsikret fra produsent om at den vil ankomme byggeplassen på avtalt tidspunkt, kan man klargjøre det som trengs før montering av trappen kan begynne. Slik unngår man enkelt unødvendig venting på byggeplass. Får man ikke tilbakemeldinger underveis i produksjonen av bestillingen, kan man ikke med sikkerhet vite at prosjektet holder seg til planen. Vet man at bestillingen er forsinket med en uke, kan man begynne med andre oppgaver i mellomtiden. Dette gjør også at man slipper å klargjøre byggeplassen for å motta varer unødvendig, siden man vet når leveransen skal komme. Vanligvis vil mindre leverandører være mer fleksible når det kommer til produksjonen, de kan gjerne produsere varer over en helg hvis det er nødvendig.

Leveringstid må kommuniseres tydelig til kunden for å unngå at det oppstår misforståelser som går ut over kvaliteten og tidsbruken på det som til slutt utgjør det ferdige bygget. Etter fremdriftsplanen er laget og alle frister er fastsatt, vil det være en fordel å ha et møte med kunden. Her blir kunden gjort klar over hvilke frister for tilpasninger og spesialbestillinger som gjelder for prosjektet. Tydelige frister for endringer og avgjørelser fører til en mer forutsigbar byggeprosess, og man unngår at plutselige endringer fører til ekstra, uplanlagte og kostbare bestillinger. Hvilke konsekvenser det får for bygget om disse fristene ikke overholdes bør også kommuniseres tydelig til kunden. Det er viktig at kunden får en viss innsikt i planleggingen og ser verdien av at ting skjer og planlegges til rett tid. Hvis man forsikrer seg i best mulig grad mot uavklarte hendelser som kan påvirke byggefasen, blir det lettere å holde seg til den gjeldende fremdriftsplanen.

En oversikt over bestillinger og når de skal ankomme byggeplassen bør være i brakkeriggen, denne oppdateres etter hvert som bestillinger gjøres og leveringsdatoer blir bekreftet av leverandør. Slik kan man enkelt sjekke hva som kommer og når det skal klargjøres for mottak av varer. Fordelen med å planlegge leveransene nøye i forkant av prosjektet er bedre forutsigbarhet for tømre og en jevn byggefase med få stans. Ekstra planlegging og god kommunikasjon med leverandører, både fabrikker og varehus, i forkant av prosjektet vil føre til en visshet om at rett vare kommer til rett tid. Legger man inn bestillinger uten å notere seg leveringstidspunkt, eller ikke har kommunikasjon med leverandør om at varen er på vei, risikerer man at byggeplassen ikke er forberedt på varemottak når det kommer. Da er det en risiko for at det mangler utstyr til å motta varen og det må brukes ekstra tid på å rydde plass til mellomlagring. Hvis byggevarer må mellomlagres betyr det at de må flyttes på unødvendig, og dermed blir risikoen for skader større enn om man fikk varen på rett plass med en gang. En annen konsekvens kan være at det ikke er nok mannskap på byggeplassen til å motta leveransen, og man må vente på at folk skal komme før varene kommer på rett plass.

Størrelsen på vareleveransene bestemmes blant annet av kapasiteten på byggeplassen, hvor mye tømrener ønsker å håndtere på en gang, økonomi og hvilken type vare det er snakk om. Når man har muligheten til én gratis levering fra varehus per uke, vil det mest effektive være at tømrener selv bestemmer mengden som skal komme. Har de oversikt over fremdriftsplanen og vet hvor langt det er planlagt at man skal ha kommet i prosjektet til enhver tid, vil de selv kunne kontrollere hvor mye som skal gjøres fra uke til uke. Hvis de i tillegg har vært med i arbeidet med å lage fremdriftsplanen og bestillingsoversikten, skal dette være enkelt å ha kontroll på. Eventuelle uklarheter bør avklares så raskt som mulig slik at det alltid er fremgang i prosjektet. På bestillingsoversikten ser man når bestillingen må gjøres for at leveransen skal komme til

planlagt tidspunkt og de faste leveransene er lette å tilpasse, siden byggevarehuset normalt skal ha alt på lager. Hvis de mangler varer som ligger i bestillingen er det viktig å få presisert hvor mye som mangler, slik at man på byggeplassen eventuelt kan supplere med bestillinger fra andre varehus, eller gjøre om på arbeidsoppgavene den uka. Hvis man ikke vet at vareleveransen som kommer er ufullstendig før mottak på byggeplassen blir det vanskeligere å tilpasse arbeidsoppgavene, og man risikerer dermed å måtte vente på nye varer før man får ferdig de planlagte oppgavene.

Ved mindre byggeprosjekter er det ofte størrelsen på byggetomten som begrenser hvor mye som kan mellomlagres på byggeplassen. Fordelen med å ha et overskudd av material liggende er at man slipper å risikere å gå tom før neste leveranse kommer. Det er viktig at det som eventuelt skal mellomlagres på byggeplassen tåler å ligge ute, uten at det blir skadet eller ødelagt. En byggeplass består av mange plasskrevende elementer i tillegg til selve bygget. Det skal rigges opp byggegjerde, brakke, avfallscontainer, parkering og laste-/lossesone. Hvis man i tillegg til dette har plass til å ha et lite lager av varer liggende, uten særlig risiko for skader, er dette noe man må vurdere individuelt for hvert prosjekt. Om det er en viss risiko for at de faste leveransene ikke alltid vil være tilstrekkelig, enten om varehuset kan gå tom for varer på lager eller at man ser på det som betryggende å ha et eget lager, kan det være en ekstra forsikring å mellomlagre varer på byggeplassen. Det å lagre varer på byggeplass bare fordi man kan, vil ikke nødvendigvis være den beste løsningen. Hver gang ting må flyttes på fordi det ligger i veien oppstår situasjoner der man taper tid og man har en viss risiko for at skader oppstår. Ser man på vareleveranser fra et HMS-perspektiv, vil det alltid være en fordel at varer blir heist på plass eller plassert så nært området det skal brukes som mulig. Da slipper man å måtte bære tunge objekter over lengre avstander, noe som reduserer risikoen for skader og ulykker. For å få til dette må leveransene planlegges slik at en kran er tilgjengelig når disse varene ankommer byggeplassen.

## **7.4 Brukervennlighet**

For å få nytte av en fremdriftsplan er det viktig at den er forståelig også for de som skal bruke den, ikke bare de som prosjekterer bygget. Derfor er det viktig å tenke på brukervennlighet når en plan skal lages. For at en plan ikke skal være for komplisert å bruke, og at brukerne kjapt kan se hvordan de ligger an i forhold til planen, vil en enkel visualisering være svært nyttig.

Ved alle samtalene ble det nevnt at det vil være fordelaktig for forståelsen av planen, om de som utfører jobben også er med i planleggingen. Derfor bør fremdriftsplanleggingen struktureres på en slik måte at håndverkerne selv er med på å bestemme hvor lang tid som trengs på hver enkelt fase. På denne måten blir de inkludert i planleggingsfasen og ser hvordan prosjektet planlegges. For at dette ikke skal ta for mye tid, vil det beste være at det produseres et forslag til fremdriftsplan ut ifra kalkylen i forkant av et planleggingsmøte. Denne planen kan da brytes ned i mindre deler og alle byggets faser kan legges frem hver for seg. Slik kan håndverkerne enkelt sette seg inn i hvor i byggefasen man planlegger, og se for seg hvor lang tid de mener er nødvendig for å få et bra resultat.

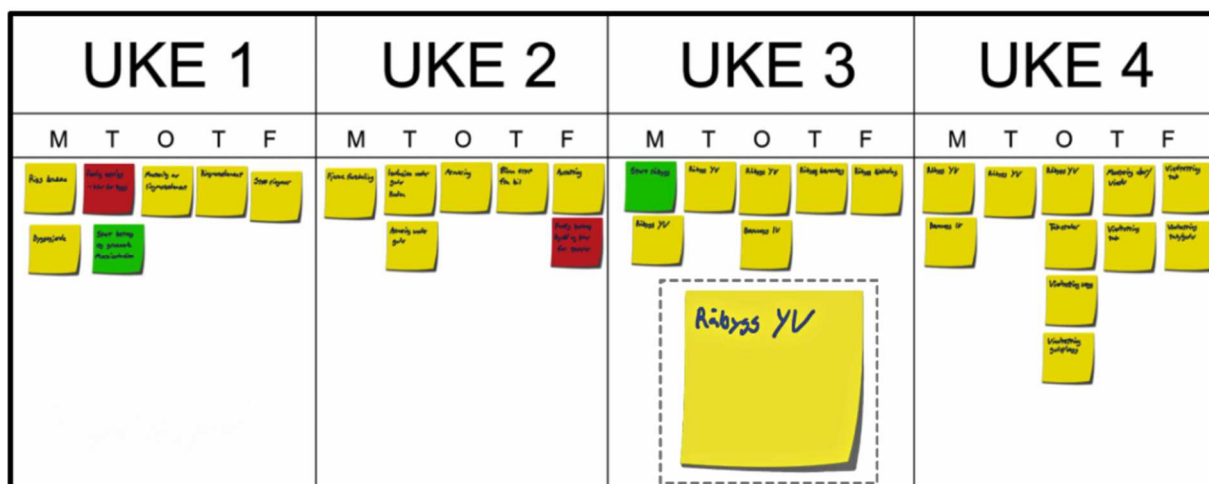


Figur 12: Inkluderende fremdriftsplanlegging.

Det er viktig at det planlegges slik at man slipper å stresse på byggeplassen. Er planen for kompakt og håndverkere til enhver tid føler et tidspress for å få ting gjort, øker risikoen for byggefeil eller at ting blir utelatt. Selv om det planlegges for en effektiv byggefase, skal man ikke risikere at mange lettvinte løsninger reduserer kvaliteten på bygget. Derfor må det ikke bare fokusere på at ting skal skje kjapt, men også fokusere på å ha en realistisk tilnærming til antatt tidsbruk. Når man først begynner med fremdriftsplanleggingen vil det derfor kunne oppleves at den faktiske tidsbruken på prosjektet ikke stemmer overens med det som ble planlagt før byggestarten. Etter hvert som man får mer erfaring med fremdriftsplanlegging, vil antatt tidsbruk bli mer og mer nøyaktig. For å få med disse erfaringene videre til senere prosjekter, bør man notere seg hvor i planen man bommer og hvordan dette kan unngås, eller eventuelt begrenses til neste gang. Fremdriftsplanlegging er noe man blir mer og mer vant til etter hvert som det blir mer brukt.

Etter intervjurunden har det også blitt klart at mange foretrekker å ha en enklere versjon av Gantt-diagrammet hengende på byggeplass. En løsning bestående av Post-it lapper som viser den ukentlige fremdriften av prosjektet på en vegg i brakka er blitt nevnt som den enkleste og mest oversiktlige måten å løse dette på. Her illustrerer hver lapp en milepæl i prosjektet og hvor lang tid dette skal ta. Ikke bare blir planen visualisert på en enklere måte, men hver fase blir presentert

mer detaljert. En slik ukeplan er en fleksibel og billig løsning for å illustrere prosjektet og for å holde oversikt over endringer og uforutsette hendelser som påvirker prosjektet.



Figur 13: Eksempel på daglig oversikt over fire første uker av Dråpen.

## 7.5 Evaluering

En forbedringstavle som henger på byggeplass ble i intervjuene nevnt som en løsning der man tar opp hendelser som kommer i konflikt med fremdriftsplanen underveis i prosjektet. Et evalueringsmøte etter prosjektet er ferdigstilt, eller flere møter underveis, er også en måte å få med slike forbedringspunkter. En blanding av disse to kan tenkes å være best med tanke på utbytte til senere prosjekter, men dette er noe det må vurderes om skal brukes tid på. Som nevnt vil det være flere slike forbedringspunkter når man først begynner med fremdriftsplanlegging enn etter å ha brukt det over flere prosjekter. Forbedringstavlen gjør det enkelt å få med alle punkter der man mener ting kunne vært gjort bedre underveis i prosjektet. Siden tavlen henger i brakka har alle enkel tilgang til å ta opp ting, samt ha oversikt over hva som kan gjøres på en annen måte.



Figur 14: Forbedring gjennom Lean

Hvis man kun har et evalueringsmøte etter prosjektet er ferdigstilt kan ting fort bli glemt og samme feil kan oppstå ved senere prosjekter. Fordelen med evalueringsmøter er at alle kan snakke sammen og drøfte hvordan fremgangen og kvaliteten på prosjektet har vært. Flere evalueringsmøter underveis gjør det lettere å huske hvilke punkter man ønsker å ta opp, og forbedringer kan oppnås underveis i prosjektet. I løpet av et byggeprosjekt bør man ha flere

byggemøter, der alle samles for å diskutere fremdriften på prosjektet. Dette er en god anledning til å holde løpende evalueringsmøter samtidig. Alt i alt har man to løsninger som begge bør kunne gi en god evaluering av byggeprosjektet: Enten har man en forbedringstavle hengende der ting noteres ned og tas opp i et evalueringsmøte etter prosjektet er ferdigstilt, eller så har man flere møter underveis der slike ting tas opp. Når et prosjekt er ferdig er det naturlig at man begynner å tenke på neste prosjekt med en gang, derfor vil det sannsynligvis være mest nyttig med løpende evalueringsmøter underveis i prosjektet.

## **8 Konklusjon**

Konklusjonen samler diskusjonskapittelet, og har som mål å gi et svar på problemstillingen for oppgaven.

Resultatene av oppgaven viser at det er et felles ønske om forbedringer knyttet til fremdriftsplanleggingen og logistikk for byggingen av småhus. Når endringer på rekkefølgen i fremdriftsplanen ikke er vurdert, vil forenkling av den detaljerte planen og involverende planlegging være det som gir best effekt, ifølge personene som har blitt intervjuet.

Settes det fokus på at alle som benytter fremdriftsplanen involveres i planleggingen og får være med på å planlegge og styre sin egen arbeidshverdag, vil alle få en større tilknytning og forpliktelse til planen. Erfaring viser at resultatet av slik planlegging er kortere byggetid og høyere oppnådd kvalitet på bygget. I kombinasjon med involverende planlegging er det viktig at de som bruker planen også forstår den, og kan følge den i detalj fra uke til uke. Forståelsen kan oppnås gjennom enklere tidslinjer, med lapper som viser aktivitetene for dagen, og som kan flyttes og justeres etter behov direkte på byggeplassen av de som utfører oppgavene.

På logistikksiden oppfordres det til bedre kontakt mellom leverandører og byggeplassen, slik at både innhold og tidspunkt er klart for alle parter. Her er det mye tid å spare, fordi byggeplassen kan gjøres klar over tid til et planlagt tidspunkt. På denne måten unngås stress og unødvendig rot på byggeplassen. En viktig del av logistikken vil også være å alltid oppdatere varebehovet før den ukentlige leveringen, «just-in-time» er et viktig begrep i denne sammenhengen. Leverandøren anbefaler også bruk av byggeplasscontainer der dette vurderes som hensiktsmessig, fordi det i mange tilfeller vil minske bruken av små og uplanlagte leveringer.

Skal resultatene av rapporten kunne brukes effektivt videre av Norgeshus vil det være nyttig med en tallfesting av effekten som oppnås ved de ulike tiltakene. Dette krever at det bygges flere hus av samme type, med ulike grader av planlegging og logistikk-løsninger. Først da kan det fastslås med sikkerhet at tiltakene har beviselig effekt. De foreløpige resultatene er kun basert på erfaringer og meninger fra bransjen.



## **9 Begrensninger og videre arbeid**

Endringer og utfordringer som har oppstått underveis i prosjektoppgaven kommenteres. Tanker rundt dette og hvordan man kan ta arbeidet et steg videre presenteres. Dette går i hovedsak ut på hvordan ting kunne blitt gjort annerledes og hvorfor.

Tidlig i prosjektet ble det klart at målet med oppgaven ikke kunne være å effektivisere byggefasen med tanke på tidsbruk eller kostnader, men heller å fokusere på hvorfor fremdriftsplanlegging vil øke kvaliteten og flyten i et byggeprosjekt. For å kunne tallfeste nytten av fremdriftsplanlegging, både med tanke på kostnader og samlet tidsbruk, må man sammenligne to identiske byggeprosjekter utført av de samme personene under samme vilkår. Siden det ikke har blitt gjennomført et slikt prosjekt der man bygger det samme huset to ganger, med og uten fremdriftsplanlegging, var ikke dette gjennomførbart over den korte tidsperioden en bacheloroppgave er. Dette er også noe som flere av intervjupersonene har kommentert som en årsak til at man ikke får en tallfestet nytteverdi av fremdriftsplaner. Det er derimot en bred enighet om at byggeprosjektet totalt sett blir bedre om man planlegger mer i forkant og alle har oversikt over den planlagte fremgangen.

Siden resultatet av oppgaven i stor grad er basert på tilbakemeldingene fra intervjuene, må det tas høyde for at enkelte av tilbakemeldingene ikke er fullt så korrekte som det antas i rapporten. Det vil naturligvis være lettere å snakke opp sin egen bedrift eller arbeidsgiver enn å peke på hvor man har forbedringspotenstale. Dette er grunnen til at alle ble stilt de samme spørsmålene, slik at bakgrunnen for resultatet bygger på meninger fra flere ledd. På denne måten kan det tenkes at begrensningene som nevnes i rapporten stemmer mer overens med virkeligheten enn om man kun hadde basert rapporten på ett intervju. Dette gir en form for kvalitetssjekk der man lettere kan oppfatte hvilke svar som er mer nyttige enn andre.

Alle som har medvirket til denne bacheloroppgaven har en tilknytning til Norgeshus AS, enten som en del av Norgeshus eller viktige samarbeidspartnere. Siden Norgeshus består av mange uavhengige forhandlere som alle samarbeider med samme hovedkontor, får man en god kommunikasjon og overføring av erfaringer fra forhandlere over hele landet. Dermed sitter spesielt de ansatte på hovedkontoret på mye kunnskap om hvordan man kan forbedre byggefasen ute hos forhandlerne. Det kan tenkes at små forhandlere har vanskeligere for å innrømme feil, og at folk på hovedkontoret har vanskeligere for å oppfatte hvilke deler av byggeprosjektene som fungerer bra. Derfor var det viktig å få innspill fra flere parter, slik at man får kartlagt hva som fungerer bra og dårlig gjennom hele byggefasen.

For videre arbeid med å kartlegge nytteverdien av fremdriftsplanlegging kan det være fordelaktig å se på hvordan effekten av en fremdriftsplan kan tallfestes. En løsning kan være å bygge to helt identiske bygg, ett med og ett uten fremdriftsplan, med samme mannskap og samme leverandører. Som resultatene av denne oppgaven viser, er det flere fordeler enn ulemper ved å bruke fremdriftsplanlegging også når man bygger småhus. For å dra nytte av arbeidet med fremdriftsplanlegging er det viktig å ha kunnskap om hvorfor fremdriftsplanlegging er nyttig, og

hvordan det skal tas i bruk. Det kan være vanskelig å overbevise små bedrifter som baserer seg på mindre byggeprosjekter om at det vil være lønnsomt å bruke ressurser på planlegging før starten på et prosjekt, uten å tallfeste verdien i prosenter, timer eller kroner. Hvis målet er å ta denne rapporten et steg videre, kan fokuset ligge på å finne ut hvordan man enklest mulig får involvert flere i planleggingen. Hvordan utførende håndverkere, også utenfor Norgeshus, kan inkluderes i planleggingsfasen og se at planlegging i forkant er nyttig.



## **10 Referansliste**



- [1] Om Norgeshus [Internett]. Melhus: Norgeshus; [Sisert 19. mars 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.norgeshus.no/kontakt/>
- [2] BIM [Internett]. Oslo: Graphisoft Norge AS; [Sisert 15. mars 2019]. Tilgjengelig fra: <https://graphisoft.no/archicad/bim-og-ifc/>
- [3] 5D BIM is revolutionizing pre-construction and early design while saving owners time and money [Internett]. Illinois, USA: The Korte Company; [Sisert 11. mai 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.korteco.com/construction-industry-articles/5d-bim-revolutionizing-pre-construction-and-early-design-while-saving-2/>
- [4] Hva er Lean? [Internett]. Oslo: Lean Communications; [Sisert 30. april 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.leancommunications.no/om-oss/hva-er-lean/>
- [5] Hva er egentlig Lean – Lean på 1, 2, 3 [Internett]. Oslo: NITO; [Sisert 18. mars 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.nito.no/medlemsfordel/hva-er-lean/> (18. mars 2019)
- [6] Womack JP, Jones DT. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Second Edition, New York, NY: Free Press, Simon & Schuster, Inc.; 2003
- [7] Kemper J. The Theory of Constraints and Lean Manufacturing [Internett]. Charlotte, North Carolina: WH Meanor & Associates; [Sisert 30. april 2019]. Tilgjengelig fra: <https://whmeanor.com/the-theory-of-constraints-and-lean-manufacturing/>
- [8] SmartKalk effektiviserer Norgeshus [Internett]. Oslo: Holte AS; [Sisert 30. april 2019]. Tilgjengelig fra: <https://holte.no/no/blogg/SmartKalk-effektiviserer-norgeshus>
- [9] SmartKalk hjelper deg å kalkulere! [Internett]. Oslo: Holte AS; [Sisert 18. mars 2019]. Tilgjengelig fra: <https://holte.no/no/programvare/kalkulasjon/SmartKalk>
- [10] Malt U. Kvalitativ [Internett]. Oslo: Store norske leksikon; 2009 [Oppdatert 4. september 2015; Sisert 18. mars 2019]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kvalitativ>
- [11] Dalland O. Metode og oppgaveskriving. 6. utg. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS; 2018. Dalland.
- [12] SmartKalk – produksjonsmodul [Internett]. Oslo: Holte AS; [Sisert 13. mai 2019]. Tilgjengelig fra: <https://holte.no/no/programvare/kalkulasjon/SmartKalk/SmartKalk-produksjon>
- [13] Robertsen T. Workshop på grått papir [Internett]. Oslo: IT praten; 2016 [Sisert 1. mai 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.itpraten.no/prosjekter/workshop-pa-gratt-papir/>





# **11 Tabell- og figurliste**



## 11.1 Tabelliste

Tabell 1: Sammenligning av svar og tilbakemeldinger. ....	23
Tabell 2: Norgeshus' nye faseinndeling fra våren 2019.....	34
Tabell 3: Norgeshus' gamle faseinndeling .....	34

## 11.2 Figurliste

Figur 1: Logo Norgeshus. ....	6
Figur 2: Dråpen Original. Illustrasjon: Norgeshus .....	7
Figur 3: Dråpen Original 2. etg. Illustrasjon: Norgeshus.....	8
Figur 4: Dråpen Original 1. etg. Illustrasjon: Norgeshus.....	8
Figur 5: Eksempel på Gantt-diagram for bygging av konesptboligen Dråpen. ....	10
Figur 6: Sammenligning av 3D-, 4D- og 5D-BIM. ....	12
Figur 7: Lean-prinsippet [7].....	14
Figur 8: Dråpen i SmartKalk. Illustrasjon: Skjermdump .....	15
Figur 9: Sammenligning av kvantitative og kvalitative intervjumetoder. ....	18
Figur 10: Skjermdump fra Holtes nye programtillegg for automatisering av fremdriftsplanleggingen. Bilde: Veidekke. Quality and learning in construction production. (Vedlegg 13) .....	32
Figur 11: Byggeplasscontainer. Bilde: Optimera.....	37
Figur 12: Inkluderende fremdriftsplanlegging.....	42
Figur 13: Eksempel på daglig oversikt over fire første uker av Dråpen.....	43
Figur 14: Forbedring gjennom Lean .....	43



## **12 Vedlegg**



## 12.1 Vedleggsliste

Vedlegg 1: Artikkel (2 sider)

Vedlegg 2: Plakat (1 side)

Vedlegg 3: Fremdriftsplan – Dråpen (1 side)

Vedlegg 4: Spørsmålsliste (2 sider)

Vedlegg 5: Intervju 1 (3 sider)

Vedlegg 6: Intervju 2 (3 sider)

Vedlegg 7: Intervju 3 (2 sider)

Vedlegg 8: Intervju 4 (3 sider)

Vedlegg 9: Intervju 5 (4 sider)

Vedlegg 10: Prospekt – Dråpen (6 sider)

Vedlegg 11: Timeverk Dråpen – hentet fra SmartKalk (14 sider)

Vedlegg 12: Utdrag fra forelesning av Norgeshus, høsten 2018 (2 sider)

Vedlegg 13: Rapport – Quality and learning in construction production (24 sider)

Vedlegg 14: Optimera – verktøy og festemidler (4 sider)





# **Vedlegg 1: Artikkel**



# Fremdriftsplanlegging er nyttig – også for småhusbyggere

Av Espen Westgaard og Martin Godal, 14. mai 2019



Bilde: Konseptboligen Dråpen Original.

Byggebransjen er i stor utvikling, der ny teknologi og nye metoder blir tatt i bruk for å effektivisere byggeprosessen. I lang tid har bransjen vært på etterskudd og gjort ting på «gamlemåten». Over de siste årene har vi derimot sett at mange store aktører har tatt tak for å modernisere seg.

## Bedre flyt

En metode som har tatt byggebransjen med storm de siste årene er «Lean». Hovedprinsippet går ut på å øke lønnsomheten i det man gjør, lære av feil og å alltid jobbe for å bli enda bedre. En vesentlig faktor i et lønnsomt prosjekt er jevn flyt i alle prosesser. Derfor er planlegging en sentral del av Lean, der prosjektet skal være organisert og alt blir planlagt i riktig rekkefølge. Slik får man en jevn prosess, der folk fra forskjellige bedrifter kan jobbe sømløst og unngå mest mulig tidstap til venting.

## Mangel på tid

Større firma i bransjen har allerede benyttet seg av nøyaktig planlegging av sine prosjekter i flere år, men hos mindre bedrifter som ofte har færre og mindre prosjekter er det mindre utberedt. Hovedgrunnen til at fremdriftsplanlegging er lite utberedt hos mindre byggefirmaer er at ikke alle ser nytten av å bruke tid på andre ting enn å produsere et bygg. Mange byggeprosjekter har gjerne korte



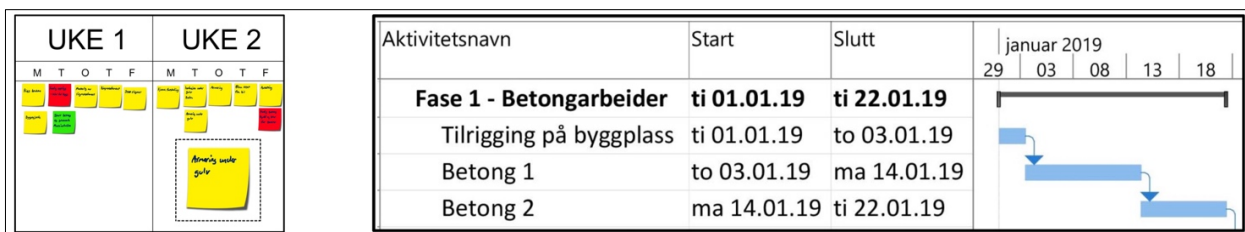
Veien til forbedring gjennom Lean

frister og en hektisk byggefase, der mangel på tid utgjør store deler av usikkerheten knyttet til prosjektet. Derfor er det også vanskelig å se for seg hvordan man skal rekke å bruke enda mer tid på å planlegge i forkant av prosjektene.

Det er her det største forbedringspotensialet ligger. Grunnen til at mange har det travelt er at de ikke har tatt seg tid til å planlegge i forkant. Dette er vanskelig å forstå før man har prøvd ut et prosjekt der man planlegger byggefase før prosjektets start. Resultatene fra prosjekter der det er prøvd ut viser at endringene tas godt imot, og at bedre planlegging er et ønske fra mange aktører i byggeprosessen.

### Økt kvalitet

Selve effekten av planlegging og Lean er vanskelig å tallfeste, men det er bred enighet om at alt blir enklere, mer organisert og kvaliteten blir bedre hvis man tar seg tid til å planlegge prosjektet i detalj. For å få mest mulig nytte av planleggingen er det viktig at alle som skal benytte planen forstår hvordan den fungerer. Første ledd her går ut på at også håndverkerne deltar tidlig i prosjektet, særlig under produksjonen av fremdriftsplanen. For det andre bør den endelige fremdriftsplanen være tilgjengelig på byggeplass, gjerne visualisert på en enklere måte enn et Gantt-diagram. Slik at hvem som helst kan forstå hva som skal gjøres når, og konsekvensen av forsinkelser.



*En enklere plan og et tradisjonelt Gantt-diagram vist side om side*

Kilde: Espen Westgaard, Martin Godal; *Effektiv bygging av eneboliger – optimal fremdriftsplanlegging*; NTNU Trondheim; BSc 202019; 2019

## **Vedlegg 2: Plakat**



# Effektiv bygging av eneboliger - optimal fremdriftsplanlegging

Effective building of detached houses - optimal construction scheduling

Prosjektnr.: 2019-20

Studenter: Espen Westgaard og Martin Godal

## Hvordan kan effektiviteten på byggeplassen økes gjennom planlegging?

Byggebransjen er inne i en periode der effektiviteten må økes. På større prosjekter er detaljert planlegging og digitale verktøy allerede en standard. I mindre byggeprosjekter, som eneboliger, er det derimot ikke like utbredt. Hva kan gjøres for at flere skal ta i bruk mer detaljert fremdriftsplanlegging, og hva er fordelene?

**Norgeshusmetoden** går ut på å optimalisere alle arbeidsprosesser og flyten mellom dem, med andre ord Norgeshus' variant av Lean.

UKE 1					UKE 2					UKE 3					UKE 4				
M	T	O	T	F	M	T	O	T	F	M	T	O	T	F	M	T	O	T	F
Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging	Bygging



- Enklere fremdriftsplan på byggeplassen, med aktiviteter dag for dag.
- Håndverkere får delta i planlegging av egen arbeidsdag.
- Endringer er synlige umiddelbart, også for kunden.
- Mer detaljert planlegging gir et bedre grunnlag for å gjennomføre byggefasen etter Lean- og Norgeshusmetoden.



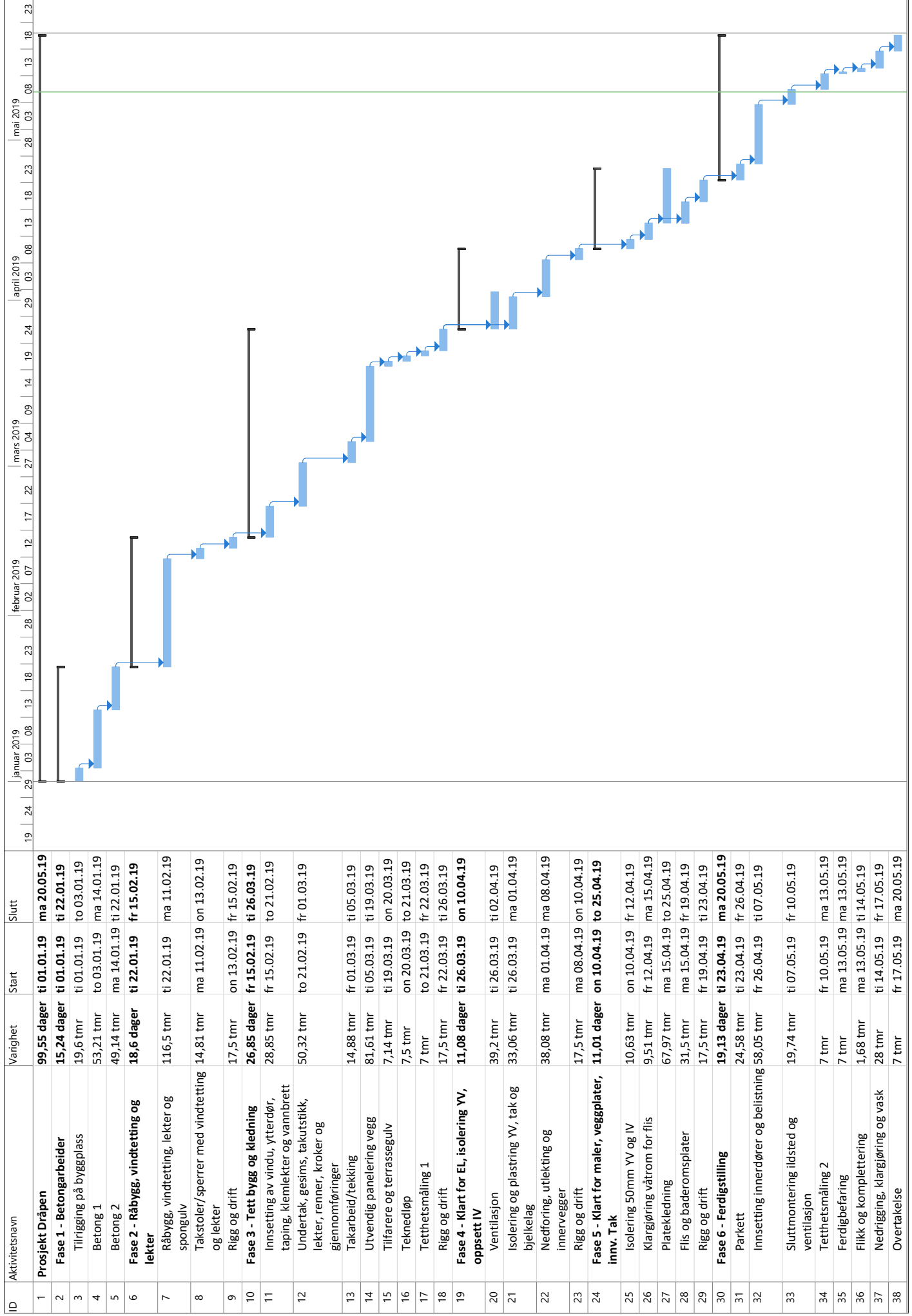
Inkluderende planlegging gir håndverkere større tilknytning til planen





## **Vedlegg 3: Fremdriftsplan – Dråpen**







## **Vedlegg 4: Spørsmålsliste**



# Spørsmålsliste

*Dette er en generell spørsmålsliste som brukes til flere intervjuobjekter. Noen spørsmål vil derfor være lite relevante, disse kan da hoppes over. Det forventes ikke lange svar, kort og direkte er det beste. Svarene blir helst tatt opp med opptaker under intervjuet for å kunne transkriberes senere, dette for å sikre korrekt gjengivelse av svarene som blir gitt.*

Navn:

Stilling:

Dato:

## Om deg selv

- Kan du fortelle kort om deg selv, din stilling og hva dine arbeidsoppgaver går ut på?

## Fremdriftsplanlegging

- Tar du del i utarbeiding av, eller bruker, fremdriftsplaner i din stilling? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - Hvilken rolle har du i arbeidet med fremdriftsplanene?
  - Hva legges til grunn for utarbeiding av planene du tar del i?
  - Hvilke utfordringer møter du i ditt arbeid med fremdriftsplanleggingen og/eller fremdriftsplaner?
  - Hvordan synes du fremdriftsplanleggingen fungerer i dag? Hva fungerer bra, hva fungerer dårlig?
  - Har du forslag til forbedringer av planleggingsprosessen?

## På byggeplassen

- Har du direkte kontakt med byggeplassen, eller påvirker arbeidet som foregår her etter byggestart? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - Hva er din rolle i oppfølgingen av det som skjer på byggeplassen?
  - Hva er avgjørende for at hver enkelt som tar del i prosjektet har oversikt over, og følger, den til enhver tid planlagte fremdriften i prosjektene?
  - Hvor ser du at det går tapt unødvendig tid i arbeidet på byggeplassen? (F.eks. venting, feilleveranser, misforståelser, dårlig planlegging osv.)
  - Hvorfor oppstår situasjoner der det tapes unødvendig tid? Og hva tror du kan gjøres for å unngå dette?
  - Har du forslag til forbedringer i samhandlingen mellom prosjekterende og utførende parter?

## **Logistikk**

- Har du innsikt i, eller påvirker, hvordan vareleveringer og lagring av varer foregår på byggeplassen? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - Hva er din rolle i logistikken rundt vareleveringer på byggeplassen?
  - Vil det være nyttig å motta større og færre vareleveringer? Hvorfor/hvorfor ikke?
  - Hvilke problemer oppstår ved lagring av større mengder varer på byggeplassen over tid? (F.eks. fukt, andre skader på varer, HMS, generell lagringsplass osv.)
  - Hvilke logistikkproblemer er aktuelle i dag? Hvor oppstår problemer eller tidstap/ventetid?
  - Har du forslag til forbedringer av logistikken på byggeplassen? (F.eks. antall leveringer, mengder, fleksibilitet fra leverandør osv.)

## **Til slutt**

- Har du andre forslag til forbedringer av dagens fremdriftsplaner, som kan øke produktiviteten på byggeplassen?



## **Vedlegg 5: Intervju 1**



# Spørsmålsliste

*Dette er en generell spørsmålsliste som brukes til flere intervjuobjekter. Noen spørsmål vil derfor være lite relevante, disse kan da hoppes over. Det forventes ikke lange svar, kort og direkte er det beste. Svarene blir helst tatt opp med opptaker under intervjuet for å kunne transkriberes senere, dette for å sikre korrekt gjengivelse av svarene som blir gitt.*

Intervju 1

Dato: 21.03.19

## Om deg selv

- Fjernet for å holde intervjuperson anonym.

## Fremdriftsplanlegging

- **Tar du del i utarbeiding av, eller bruker, fremdriftsplaner i din stilling? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:**
  - **Hvilken rolle har du i arbeidet med fremdriftsplanene?**  
Selgere som kjenner markedet og vet hva som trengs. Godkjenner i form av lagerplass og bestillingsrutiner. Kunden må avdekke behov for hva som trengs, jeg må finne lagerplass på bygget.
  - **Hva legges til grunn for utarbeiding av planene du tar del i?**  
Kundens behov og hva man kan gi kunden.
  - **Hvilke utfordringer møter du i ditt arbeid med fremdriftsplanleggingen og/eller fremdriftsplaner?**  
Markedsstyrt, ingen vet hvordan markedet opererer.
  - **Hvordan synes du fremdriftsplanleggingen fungerer i dag? Hva fungerer bra, hva fungerer dårlig?**  
Alt er avhengig av et godt analyseverktøy, både i historiske data og fremtidsprognoser. Dette må vedlikeholdes. En del av vår fremtidsplanlegging er fremtidige kunder.
  - **Har du forslag til forbedringer av planleggingsprosessen?**  
Tettere kontakt med kunder, byggmestre må bli flinkere til å definere behov i forkant av levering. Bør jobbe i just-in-time-prinsippet. Få en strømlinjeformet logistikk fra produksjon av varen til den er levert på byggeplass. Må planlegge med minst mulig håndtering av varen for å forebygge skader, plukkefeil osv. Desto færre ledd desto bedre.

## På byggeplassen

- **Har du direkte kontakt med byggeplassen, eller påvirker arbeidet som foregår her etter byggestart? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:**
  - **Hva er din rolle i oppfølgingen av det som skjer på byggeplassen?**

Transportkontoret har direkte kontakt med byggeplassen. Er med på oppstartsmøter i forkant av bygging. Alt er definert fra byggeplassen, lager en leveringsplan i samarbeid med byggeplassen ut ifra behov. Leveransetider kan påvirkes av for eksempel vær og vind. Har selv lite med denne oppfølgingen å gjøre.
  - **Hva er avgjørende for at hver enkelt som tar del i prosjektet har oversikt over, og følger, den til enhver tid planlagte fremdriften i prosjektene?**

Oppfølgingsmøter underveis i prosjektet.
  - **Hvor ser du at det går tapt unødvendig tid i arbeidet på byggeplassen? (F.eks. venting, feilleveranser, misforståelser, dårlig planlegging osv.)**

Flere ledd og vanskeligere logistikk kan føre til unødvendig mye venting. Alt styres i prosjektet og tilgjengeligheten i prosjektet.
  - **Hvorfor oppstår situasjoner der det tapes unødvendig tid? Og hva tror du kan gjøres for å unngå dette?**

Feilprodusering, sykdom, ødelagt utstyr, ompakking av varer, misforståelser pga. språk, mangelfull planlegging. Færre ledd, sanksjoner om noen bommer, belønninger, i form av for eksempel større rabatt, om mål oppnås. Tid er det mest dyrebare man har i byggebransjen.
  - **Har du forslag til forbedringer i samhandlingen mellom prosjekterende og utførende parter?**

Statusmøter underveis for å kunne justere seg om noe ikke fungerer.

## Logistikk

- **Har du innsikt i, eller påvirker, hvordan vareleveringer og lagring av varer foregår på byggeplassen? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:**
  - **Hva er din rolle i logistikken rundt vareleveringer på byggeplassen?**
  - **Vil det være nyttig å motta større og færre vareleveringer? Hvorfor/hvorfor ikke?**

Kostnaden skal ikke være større enn belønningen. Rett levering i rett mengde til rett tid er viktigst. For store leveringer kan føre til større sannsynlighet for skader på varer. Tredjepartslogistikk der vi tar ansvar for leveransen fra fabrikk til byggeplassen. Transporten bør planlegges slik at alt kjøres gjennom en samarbeidspartner og byggmester slipper å overse dette til enhver tid. Viktig å ha kontroll på leddet før seg for å ha kontroll på prosjektet, kvalitetssikre alle ledd. Ukentlige leveranser er vanlig på enebolig, da får håndverkerne tid til å ta unna alle varene før ny levering kommer.

- **Hvilke problemer oppstår ved lagring av større mengder varer på byggeplassen over tid? (F.eks. fukt, andre skader på varer, HMS, generell lagringsplass osv.)**
- **Hvilke logistikkproblemer er aktuelle i dag? Hvor oppstår problemer eller tidstap/ventetid?**  
Feilproduksjon fra fabrikk, feilbestilling
- **Har du forslag til forbedringer av logistikken på byggeplassen? (F.eks. antall leveringer, mengder, fleksibilitet fra leverandør osv.)**

## **Til slutt**

- **Har du andre forslag til forbedringer av dagens fremdriftsplaner, som kan øke produktiviteten på byggeplassen?**

Færre ledd som håndterer varene er gunstig for å forebygge skader og misforståelser.



## **Vedlegg 6: Intervju 2**





# Spørsmålsliste

*Dette er en generell spørsmålsliste som brukes til flere intervjuobjekter. Noen spørsmål vil derfor være lite relevante, disse kan da hoppes over. Det forventes ikke lange svar, kort og direkte er det beste. Svarene blir helst tatt opp med opptaker under intervjuet for å kunne transkriberes senere, dette for å sikre korrekt gjengivelse av svarene som blir gitt.*

Intervju 2

Dato: 26.03.19

## Om deg selv

- Fjernet for å holde intervjuperson anonym.

## Fremdriftsplanlegging

- Tar du del i utarbeiding av, eller bruker, fremdriftsplaner i din stilling? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - **Hvilken rolle har du i arbeidet med fremdriftsplanene?**  
Ta hensyn til kundens behov og sikre at alt blir lagt til i fremdriftsplanen.
  - **Hva legges til grunn for utarbeiding av planene du tar del i?**  
Leveringstider, overtakelsesfrist, antall som arbeider på prosjektet. Skjema for leveringstider og frister er ryddig og effektivt.
  - **Hvilke utfordringer møter du i ditt arbeid med fremdriftsplanleggingen og/eller fremdriftsplaner?**  
Ha en grei buffer med byggevarer på byggeplassen i tilfelle problemer med leveranser, uten at det ligger i veien eller blir ødelagt
  - **Hvordan synes du fremdriftsplanleggingen fungerer i dag? Hva fungerer bra, hva fungerer dårlig?**  
Fungerer bra, klarer å levere bygg etter planen, eller tidligere.
  - **Har du forslag til forbedringer av planleggingsprosessen?**  
Mer åpenhet og struktur i prosjektet ser ut til å gi resultater.

## På byggeplassen

- Har du direkte kontakt med byggeplassen, eller påvirker arbeidet som foregår her etter byggestart? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - **Hva er din rolle i oppfølgingen av det som skjer på byggeplassen?**  
Er med på de fleste byggemøtene.

- **Hva er avgjørende for at hver enkelt som tar del i prosjektet har oversikt over, og følger, den til enhver tid planlagte fremdriften i prosjektene?**  
Åpenhet, alle har innsikt og kunnskap om fremdriftsplanleggingen
- **Hvor ser du at det går tapt unødvendig tid i arbeidet på byggeplassen? (F.eks. venting, feilleveranser, misforståelser, dårlig planlegging osv.)**  
Med bra planlegging og oppfølging går lite tid tapt på byggeplass.
- **Hvorfor oppstår situasjoner der det tapes unødvendig tid? Og hva tror du kan gjøres for å unngå dette?**  
Uforutsette hendelser fra leverandør (brann, ulykke), fuktskader under bygging
- **Har du forslag til forbedringer i samhandlingen mellom prosjekterende og utførende parter?**  
Enda mer kommunikasjon slik at man slipper å etterlyse ting.

## **Logistikk**

- Har du innsikt i, eller påvirker, hvordan vareleveringer og lagring av varer foregår på byggeplassen? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - **Hva er din rolle i logistikken rundt vareleveringer på byggeplassen?**  
Ordne med leveringsavtaler og bestillinger i samarbeid med håndverkere.
  - **Vil det være nyttig å motta større og færre vareleveringer? Hvorfor/hvorfor ikke?**  
Gratis levering fra Optimera én gang i uka, mengden planlegges i samarbeid med tømrerne slik at de får unna alt før neste levering. Større og færre er ikke nødvendig eller nyttig.
  - **Hvilke problemer oppstår ved lagring av større mengder varer på byggeplassen over tid? (F.eks. fukt, andre skader på varer, HMS, generell lagringsplass osv.)**  
Skader fra håndtering, fukt, vind, ting ligger i veien og/eller forsvinner.
  - **Hvilke logistikkproblemer er aktuelle i dag? Hvor oppstår problemer eller tidstap/ventetid?**  
Varen blir håndtert av for mange ledd før den ankommer byggeplass, dette øker risikoen for at skader oppstår eller ting forsvinner.
  - **Har du forslag til forbedringer av logistikken på byggeplassen? (F.eks. antall leveringer, mengder, fleksibilitet fra leverandør osv.)**  
Flere direkte leveranser av kritiske varer som er utsatt for skader, færre ledd.

## **Til slutt**

- **Har du andre forslag til forbedringer av dagens fremdriftsplaner, som kan øke produktiviteten på byggeplassen?**

Begrense antall håndteringer av byggevarer, oppfylle kundens behov og ha en klar og tydelig kommunikasjon med kunden.



## **Vedlegg 7: Intervju 3**



# Spørsmålsliste

*Dette er en generell spørsmålsliste som brukes til flere intervjuobjekter. Noen spørsmål vil derfor være lite relevante, disse kan da hoppes over. Det forventes ikke lange svar, kort og direkte er det beste. Svarene blir helst tatt opp med opptaker under intervjuet for å kunne transkriberes senere, dette for å sikre korrekt gjengivelse av svarene som blir gitt.*

Intervju 3

Dato: 05.04.19

## Om deg selv

- Fjernet for å holde intervjuperson anonym.

## Fremdriftsplanlegging

- Tar du del i utarbeiding av, eller bruker, fremdriftsplaner i din stilling? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - **Hvilken rolle har du i arbeidet med fremdriftsplanene?**  
Lager den overordnet skisse for fremdriftsplan før tilpasninger gjøres i samarbeid med utførende parter.
  - **Hva legges til grunn for utarbeiding av planene du tar del i?**  
Kalkyle fra Smartkalk med et erfaringsbasert påslag gitt av byggmester. Fremdriftsplanen går igjennom og visualiseres på en enklere måte i samarbeid med utførende håndverkere.
  - **Hvilke utfordringer møter du i ditt arbeid med fremdriftsplanleggingen og/eller fremdriftsplaner?**  
Manglende forståelse hos håndverkere og/eller byggmestre. Enkelte bedrifter bruker fremdriftsplaner sjelden fordi de baserer seg helt og holdent på erfaringer. Dårlig kommunikasjon eller forståelse for nytteverdien i fremdriftsplaner fra underentreprenører.
  - **Hvordan synes du fremdriftsplanleggingen fungerer i dag? Hva fungerer bra, hva fungerer dårlig?**
  - **Har du forslag til forbedringer av planleggingsprosessen?**  
Om man inkluderer håndverkere i prosessen rundt å lage fremdriftsplanen vil de få større forståelse for nytteverdien i fremdriftsplanen og føle en større forpliktelse til å følge den. La folk selv si hvor lang tid de trenger. Får en bra

erfaringsoverføring på denne måten, noe både prosjekterende og utførende kan dra nytte av.

En enklere og mer visuell plan

## **På byggeplassen**

- Har du direkte kontakt med byggeplassen, eller påvirker arbeidet som foregår her etter byggestart? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - Hva er din rolle i oppfølgingen av det som skjer på byggeplassen?
  - Hva er avgjørende for at hver enkelt som tar del i prosjektet har oversikt over, og følger, den til enhver tid planlagte fremdriften i prosjektene?
  - Hvor ser du at det går tapt unødvendig tid i arbeidet på byggeplassen? (F.eks. venting, feilleveranser, misforståelser, dårlig planlegging osv.)
  - Hvorfor oppstår situasjoner der det tapes unødvendig tid? Og hva tror du kan gjøres for å unngå dette?
  - Har du forslag til forbedringer i samhandlingen mellom prosjekterende og utførende parter?

## **Logistikk**

- Har du innsikt i, eller påvirker, hvordan vareleveringer og lagring av varer foregår på byggeplassen? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - Hva er din rolle i logistikken rundt vareleveringer på byggeplassen?
  - Vil det være nyttig å motta større og færre vareleveringer? Hvorfor/hvorfor ikke?
  - Hvilke problemer oppstår ved lagring av større mengder varer på byggeplassen over tid? (F.eks. fukt, andre skader på varer, HMS, generell lagringsplass osv.)
  - Hvilke logistikkproblemer er aktuelle i dag? Hvor oppstår problemer eller tidstap/ventetid?
  - Har du forslag til forbedringer av logistikken på byggeplassen? (F.eks. antall leveringer, mengder, fleksibilitet fra leverandør osv.)

## **Til slutt**

- Har du andre forslag til forbedringer av dagens fremdriftsplaner, som kan øke produktiviteten på byggeplassen?



## **Vedlegg 8: Intervju 4**



# Spørsmålsliste

*Dette er en generell spørsmålsliste som brukes til flere intervjuobjekter. Noen spørsmål vil derfor være lite relevante, disse kan da hoppes over. Det forventes ikke lange svar, kort og direkte er det beste. Svarene blir helst tatt opp med opptaker under intervjuet for å kunne transkriberes senere, dette for å sikre korrekt gjengivelse av svarene som blir gitt.*

Intervju 4

Dato: 09.04.2019

## Om deg selv

- Fjernet for å holde intervjuperson anonym.

## Fremdriftsplanlegging

- Tar du del i utarbeiding av, eller bruker, fremdriftsplaner i din stilling? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - **Hvilken rolle har du i arbeidet med fremdriftsplanene?**
  - **Hva legges til grunn for utarbeiding av planene du tar del i?**

Kalkulasjon fra Holte, levert fra hovedkontoret til Norgeshus. Bygget deles inn i 7 faser: grunn og betong, tett bygg, ferdig utvendig, klart rør og el, ferdig platekledd, sluttmontering. Lager i utgangspunktet en fremdriftsplan for hver fase. Gir arbeiderne en enklere oversikt over arbeidsoppgavene. Planleggings- og oppstartsmøte i forkant av hver fase og en evaluering mot slutten. Dette for å avdekke problemstillinger og hva som har fungert bra for å ta med videre.
  - **Hvilke utfordringer møter du i ditt arbeid med fremdriftsplanleggingen og/eller fremdriftsplaner?**
  - **Hvordan synes du fremdriftsplanleggingen fungerer i dag? Hva fungerer bra, hva fungerer dårlig?**

Utfordringen er å få de som skal gjøre jobben til å se verdien av å sette av tid til planleggingen. En fordel at de deltar når vi lager fremdriftsplanen.
  - **Har du forslag til forbedringer av planleggingsprosessen?**

## På byggeplassen

- Har du direkte kontakt med byggeplassen, eller påvirker arbeidet som foregår her etter byggestart? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - **Hva er din rolle i oppfølgingen av det som skjer på byggeplassen?**

Med en fremdriftsplan tar oppfølgingen blitt mer oversiktlig og tar mindre tid enn før det ble tatt i bruk fremdriftsplanlegging.

- **Hva er avgjørende for at hver enkelt som tar del i prosjektet har oversikt over, og følger, den til enhver tid planlagte fremdriften i prosjektene?**

Bruker Norgeshus-metoden, LEAN. En forbedringstavle henger på brakka der man kan ta opp store og små problemer og forbedringspunkter. Jobber med bakoverplanlegging. På byggeplassen henger en stor oversikt bestående av post-it lapper som beskriver hvem som gjør hva når.

- **Hvor ser du at det går tapt unødvendig tid i arbeidet på byggeplassen? (F.eks. venting, feilleveranser, misforståelser, dårlig planlegging osv.)**

- **Hvorfor oppstår situasjoner der det tapes unødvendig tid? Og hva tror du kan gjøres for å unngå dette?**

Uavklarte hendelser, for eksempel om kunden ikke har tatt valgene tidsnok kan dette forplante seg til byggeplassen slik at de må vente på varer eller utfører noe feil i forhold til kunden.

- **Har du forslag til forbedringer i samhandlingen mellom prosjekterende og utførende parter?**

Håndverkerne får mer tilhørighet til arbeidsoppgavene og en bedre forståelse for hva som skal skje når om de er med i fremdriftsplanleggingen.

## **Logistikk**

- Har du innsikt i, eller påvirker, hvordan vareleveringer og lagring av varer foregår på byggeplassen? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:

- **Hva er din rolle i logistikken rundt vareleveringer på byggeplassen?**

Setter opp materialister og bestillingsoversikter i henhold til fremdriftsplanen. Ønsker i utgangspunktet så få leveranser som mulig, men i forhold til LEAN skal varen komme rett før den skal brukes.

- **Vil det være nyttig å motta større og færre vareleveringer? Hvorfor/hvorfor ikke?**

Store leveranser tar plass og tar opp likviditet. På byggeplassen vil de få varene rett på plass og lagre minst mulig på tomte. Viktig å vurdere kostnaden på å lagre varer på byggeplassen mot ekstra arbeid på byggeplassen. Hver gang varer må flyttes på brukes tid og penger på dette.

Ønsker store volum og så få leveranser som mulig på et boligprosjekt. Hver gang en kranbil kommer på byggplassen vil det oppstå en flaskehals der folk på byggeplass blir opptatt med å ta imot nye varer.

- **Hvilke problemer oppstår ved lagring av større mengder varer på byggeplassen over tid? (F.eks. fukt, andre skader på varer, HMS, generell lagringsplass osv.)**

Blir sjelden stans på et boligprosjekt på grunn av småtteri. Om man går tom for skruer vil det ikke være nødvendig å kjøre for å hente mer når man har muligheten til å supplere en gang i uka. Et stort problem med lagring av varer på byggeplass er plassmangel. Skal ha avfallshåndtering, materialer, byggebrakke og parkering på byggeplassen. Må ofte dele opp leveransene mer enn vi ønsker. Kan også ofte være trangt og uoversiktlig for kranbil og lever varer.

- **Hvilke logistikkproblemer er aktuelle i dag? Hvor oppstår problemer eller tidstap/ventetid?**
- **Har du forslag til forbedringer av logistikken på byggeplassen? (F.eks. antall leveringer, mengder, fleksibilitet fra leverandør osv.)**

Prøver å handle direkte fra leverandører så ofte vi kan. En del av leverandørene stiller for eksempel ikke med kranbil, noe som gjør at vi ikke kan bestille alt direkte fra fabrikk. Har vi lossere/skaper på byggeplassen ville dette være mulig. Ingen særlig forskjell på logistikken om vi handler direkte fra leverandør eller fra varehus, mest forskjell når det kommer til økonomi og kostnader.

## **Til slutt**

- **Har du andre forslag til forbedringer av dagens fremdriftsplaner, som kan øke produktiviteten på byggeplassen?**



## **Vedlegg 9: Intervju 5**





# Spørsmålsliste

*Dette er en generell spørsmålsliste som brukes til flere intervjuobjekter. Noen spørsmål vil derfor være lite relevante, disse kan da hoppes over. Det forventes ikke lange svar, kort og direkte er det beste. Svarene blir helst tatt opp med opptaker under intervjuet for å kunne transkriberes senere, dette for å sikre korrekt gjengivelse av svarene som blir gitt.*

Intervju 5

Dato: 12.04.19

## Om deg selv

- Fjernet for å holde intervjuperson anonym.

## Fremdriftsplanlegging

- Tar du del i utarbeiding av, eller bruker, fremdriftsplaner i din stilling? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - **Hvilken rolle har du i arbeidet med fremdriftsplanene?**  
Vareleveranser, leveringstider. Viktig å ta hensyn til lengre leveringstid på spesialbestillinger som vindu, trapp osv.
  - **Hva legges til grunn for utarbeiding av planene du tar del i?**  
Kalkyle fra kalkyleprogram som gir en mengdeberegning. Strukturerer kalkylen om til en fremdriftsplan der mengdeberegningene kategoriseres inn i flere trinn/faser.
  - **Hvilke utfordringer møter du i ditt arbeid med fremdriftsplanleggingen og/eller fremdriftsplaner?**  
Leverandør sier når varen skal leveres, men ikke alle har like god kontroll på logistikken. Kan oppstå usikkerhet rundt når varen ankommer byggeplassen. Hvis varen ikke ligger på hovedlager eller lokalt varehus får man et anslag fra fabrikk som er svært usikkert siden varen skal innom varehuset. Dårlig informasjonsflyt mellom byggeplass, varehus og fabrikk er et stort problem.
  - **Hvordan synes du fremdriftsplanleggingen fungerer i dag? Hva fungerer bra, hva fungerer dårlig?**  
Forskjellige måter å gjøre ting på i alle forhandlere, ikke alle er like fremoverlent, dårlige på å gå gjennom feil på byggeplassen. Mye går på gammel vane. Noen forhandlere har tatt i bruk digitale verktøy og andre fortsetter som før.
  - **Har du forslag til forbedringer av planleggingsprosessen?**

Bryte ned kalkylen til flere klare milepæler gjør at man får varer til rett tid, kan beregne tidsforbruk, behov for kran. Får hele prosjektet detaljert og en god oversikt. Nå kobles timeregistrering opp mot de ulike fasene slik at man får status underveis i prosjektet i stedet for å evaluere prosjektet etter ferdigstilling. Få vurderer hvordan prosjektet gikk når de er ferdige og samme feil gjentas gjerne på flere prosjekter.

## På byggeplassen

- Har du direkte kontakt med byggeplassen, eller påvirker arbeidet som foregår her etter byggestart? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - Hva er din rolle i oppfølgingen av det som skjer på byggeplassen?
  - Hva er avgjørende for at hver enkelt som tar del i prosjektet har oversikt over, og følger, den til enhver tid planlagte fremdriften i prosjektene?
  - Hvor ser du at det går tapt unødvendig tid i arbeidet på byggeplassen? (F.eks. venting, feilleveranser, misforståelser, dårlig planlegging osv.)
  - Hvorfor oppstår situasjoner der det tapes unødvendig tid? Og hva tror du kan gjøres for å unngå dette?
  - Har du forslag til forbedringer i samhandlingen mellom prosjekterende og utførende parter?

## Logistikk

- Har du innsikt i, eller påvirker, hvordan vareleveringer og lagring av varer foregår på byggeplassen? I så fall svar så kort og godt du kan på spørsmålene under:
  - **Hva er din rolle i logistikken rundt vareleveringer på byggeplassen?**  
Planlegge kalkylen, definere hvilke typer leveranser som skal inn. Kan enten kjøpe direkte fra leverandør eller via et varehus (Optimera). Kjøp direkte fra leverandør er billigere. Ikke alle leverandører har losservedskap og dette trengs i så fall på byggeplassen. Har bevisst delt opp i hvordan det er hensiktsmessig å motta varer på byggeplass. Varer som skal heises på plass MÅ ankomme byggeplass på kranbil.
  - **Vil det være nyttig å motta større og færre vareleveringer? Hvorfor/hvorfor ikke?**  
Gjennomsnittlig er det 40 vareleveranser på et eneboligprosjekt, hvorav 12 er planlagt (vindu o.l.) og 28 er hentet på varehus med en snittpris på 1500 kr. Det

vil si at en snekker kan kjøre fra byggeplass til varehus for å hente en pakke spiker. En stor tidstyv. Ønsker at vareleveranser skal være planlagt. Hvis en person kjører 5 kilometer fra byggeplass til varehus og tilbake vil dette koste ca. 1060 kr (nedrigg, sikring, låse brakke, kjøring, pølse), i tillegg til at man ikke får produsert huset i den tiden. Koster 200 kr å få levert dette fra varehuset til byggeplass. En ideel leveranseplan ligger mellom 12 til 20 leveranser per enebolig. Kommer an på størrelsen på byggeplassen. Øke graden av planlagte innkjøp og redusere henteleveranser, samt planlegge for type byggeplass er ivktige stikkord. Mulighet for verktøy- og festemiddelkontainer der man i starten av prosjektet har et møte der man fastsetter hvilke festemidler (spiker, skrue, lim, fuge osv.) man trenger slik at dette kan ligge i kontaineren. Blir fylt på underveis av en selger slik at snekker slipper å kjøre etter dette.

- **Hvilke problemer oppstår ved lagring av større mengder varer på byggeplassen over tid? (F.eks. fukt, andre skader på varer, HMS, generell lagringsplass osv.)**

For mye på en gang fører til for lange avstander å gå, plassmangel, mye bæring, fukt. Mye gips går tapt pga. skader under frakt og fukt. Gips skal helst leveres fra byggevarehus og direkte dit den skal brukes, ikke lagres på byggeplass. HMS blir bare viktigere og viktigere, slipper man å bære tunge produkter unngår man skader. Prøver derfor å få tunge varer heist på plass der det er mulig.

- **Hvilke logistikkproblemer er aktuelle i dag? Hvor oppstår problemer eller tidstap/ventetid?**

Planlagte innkjøp som ikke kommer når det er planlagt, ikke god nok kontroll på om varen kommer til rett tid. Plutselig dukker varen opp. Varsel fra leverandør om at varen er pakket og klar på bil før den sendes ut er en fordel. Varsel på manko av varer, i stedet for at man ved mottak registrerer at noe mangler. Ikke alltid dette registreres før varen skal brukes. Kommunikasjonen mellom leverandør og byggeplass bør bli bedre, også klarhet i hvem som skal få beskjed om status på varen. Viktigere at dette kommer til bas i stedet for den som har lagt inn bestillingen. Mye tidstap og ventetid kommer mye av at ting kommer overraskende på, ikke varslet om at varen kommer.

- **Har du forslag til forbedringer av logistikken på byggeplassen? (F.eks. antall leveringer, mengder, fleksibilitet fra leverandør osv.)**

## **Til slutt**

- **Har du andre forslag til forbedringer av dagens fremdriftsplaner, som kan øke produktiviteten på byggeplassen?**

Det å ta seg tid til å planlegge grundig nok og evaluere, enten underveis eller etterpå, hvordan prosjektet gikk. Grunnen til at mange har det travelt er at de ikke har tatt seg tid til å planlegge. Ting endrer seg underveis, viktig å bruke digitale verktøy og ha en aktiv tilbakemelding underveis slik at man kan evaluere i sanntid.

## **Vedlegg 10: Prospekt – Dråpen**





## Dråpen

Ett hus – tre helt forskjellige uttrykk. Det er først og fremst uterommene som skiller Dråpen Original, Dråpen Moderne og Dråpen Tradisjon fra hverandre. Dette viser hvordan et hus kan bli helt annerledes med kun få tilpasninger. Felles for alle er den gode planløsningen. Dette er en kompakt, men innholdsrik bolig. Store vindusflater sørger for mye lys og bidrar til økt romfølelse.

Dråpen Original har detaljering som mange liker og som passer inn i ulike miljøer.

Generelt: 2 etasjer, passer til flat tomt

BRA: 139,9 kvm.

Soverom: 3

Oppholdsrommene ligger i første etasje og soverommene i andre. Spisestua og stua ligger på hver sin side av kjøkkenet, som er innredet i en såkalt parallellform. Her får du et stort, sammenhengende oppholdsrom, der hele familien kan gjøre hver sine ting og samtidig være sammen. Kjøkkenet har godt med skaplass, dessuten er det mulig å ha innredning i hele høyden langs veggen mot trappa. Vinduene over kjøkkenbenken gir godt arbeidslys.

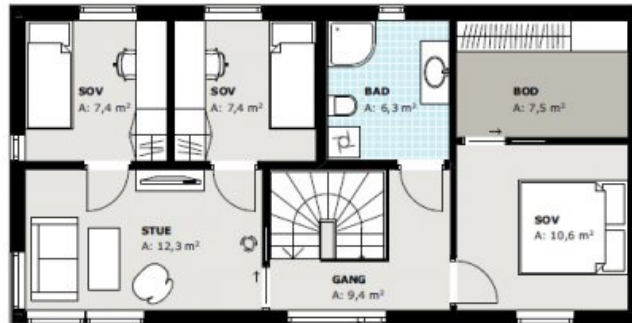
Både spisestuen og stuen er romslige med plass til flere sittegrupper og tv-møbler. Planløsningen er fleksibel og byr på mange innredningsmuligheter, og den fungerer godt for familier med barn i forskjellige aldersgrupper som har ulike behov.

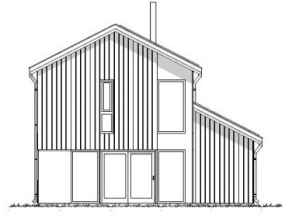
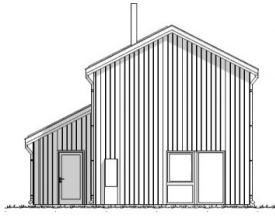
I andre etasje er det bad, stue og tre soverom, hvor ett har et tilhørende rom som kan benyttes til oppbevaring eller garderobe.

*Alle våre arkitekttegnede ferdighus kan tilpasses dine ønsker og behov, slik at du får ditt drømmehus.*



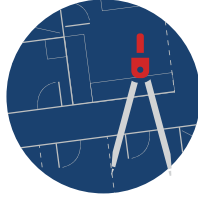






## Generell teknisk informasjon

Tomt	Flat
Bruksareal	139,9m <sup>2</sup>
Størst bredde	8,4m
Største lengde	12m
Antall soverom	3
Energimerking	



## Gjør egne tilpasninger

Dråpen kan bli akkurat det huset du vil ha. Kanskje har du ei skrå tomt? Eller liker deler av husets konstruksjoner, men ønsker en annen løsning på taket? Vi har flere kunder som har gjort endringer på Dråpen, enten det er flere soverom eller større stue. Kontakt våre arkitekter som vil hjelpe deg slik at du får akkurat det huset som passer dine ønsker og behov.

### Tilpass Dråpen i vårt interaktive 3d-verktøy

Vi gjør oppmerksom på at illustrasjonene og bildene på disse sidene kan avvike noe fra standard leveranse. Byggeregler og lovverk er under stadig revisjon, og noen av hustypene på disse sidene kan ha små avvik fra de gjeldende kravene.

Opprett min side-bruker eller ta kontakt for å få et pristilbud



### Norgeshus

**Navn:** Frode Christian Holm

**Stilling:** Salgssjef

**Tlf:** 99529299

**E-post:** frode.holm@norgeshus.no

# **Vedlegg 11: Timeverk Dråpen – hentet fra SmartKalk**



# 11. Rigging osv.

## 0. Etasje

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Prosjektering Kataloghus</b>		<b>1,00 rs</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Prosjektering Kataloghus		1,00 rs	0,00	0,00

## 1. Etasje

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Rigg, drift og dokumentk. - Mellomstore boliger</b>		<b>1,00 rs</b>	<b>224,00</b>	<b>224,00</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Sikkerhetsstillelse av mellomstore boliger		1,00 rs	0,00	0,00
Prosjektering ansvarlig søker		1,00 RS	28,00	28,00
Byggesøknad og dokumenthåndtering		1,00 rs	28,00	28,00
Byggegjerde		100,00 lm	14,00	14,00
Sikring av byggeplass med gjerde (leiekost)		200,00 dag	0,00	0,00
Rigging av brakker forlegn. kontor etc.		1,00 rs	5,60	5,60
Avfallshåndtering		1,00 rs	14,00	14,00
Drift av byggeplass mellomstore boliger		1,00 rs	91,00	91,00
Stillas pr. m <sup>2</sup> inkl. Transport, montering og demontering		180,00 m <sup>2</sup>	0,00	0,00
Tetthetsmåling ved utvendig vindtetting ferdig		1,00 stk	7,00	7,00
Tetthetsmåling ferdig bolig		1,00 stk	7,00	7,00
Ettårsbefaring		1,00 stk	8,40	8,40
Avsluttende og klargjørende byggrenhold		150,00 m <sup>2</sup>	21,00	21,00

**Sum 11. Rigging osv.**

**224,00**

# 21. Grunn og fundamenter

## 1. Etasje

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Ringmur Utv. Hjørne Jackon</b>		<b>6,00 stk</b>	<b>0,08</b>	<b>0,47</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Ringmurselement rett		-6,00 stk	-0,09	-0,56
Ringmur, utv. hjørne		6,00 stk	0,09	0,56
Elementlås stål		13,50 stk	0,08	0,47

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Ringmur Innv. Hjørne Jackon</b>		<b>2,00 stk</b>	<b>0,08</b>	<b>0,16</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Ringmur, inv. hjørne		2,00 stk	0,09	0,19
Ringmurselement rett		-2,00 stk	-0,09	-0,19
Elementlås stål		4,50 stk	0,08	0,16

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Gulv på grunn bolig - 350mm</b>		<b>78,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,63</b>	<b>49,14</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Golv på grunn 80mm grovavrettet inkl. transport og pumpebil	80	78,00 m <sup>2</sup>	0,07	5,46
Radonspærre med tilbehør		78,00 m <sup>2</sup>	0,14	10,92
Radonbrønn	110mm	78,00 stk	0,01	1,09
Isopor 2x150+50mm kl.38	350	78,00 m <sup>2</sup>	0,08	6,55
Avretting med selvutgj. sparkel (17kg/m <sup>2</sup> )		78,00 m <sup>2</sup>	0,07	5,46
Armeringsnett K257		351,00 kg	0,25	19,66

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Fundament</b>		<b>51,00 lm</b>	<b>0,64</b>	<b>32,84</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Betong i fundament inkl. transport og pumpebil		51,00 lm	0,06	3,21
Arbeid Kantforsikaling		51,00 lm	0,35	17,85
Armering med kamstenger Ø10	Ø10	255,00 kg	0,23	11,78

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Ringmur rett Jackon</b>		<b>40,80 lm</b>	<b>0,41</b>	<b>16,78</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Ringmurselement rett		40,80 lm	0,09	3,83
Elementlås plastkile		72,62 lm	0,06	2,54
Skjøtelist		37,54 stk	0,01	0,53
Jackofoam XPS 50mm telesikring		40,80 lm	0,03	1,37
Plasstøpt betong i ringmur, maks 16mm steinstørrelse, slump 18		40,80 lm	0,07	2,86
Armering med kamstenger Ø10	Ø10	122,40 kg	0,14	5,65

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Ringmur i betong</b>		<b>1,00 lm</b>	<b>2,96</b>	<b>2,96</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.

Kantforskaling av fundament		1,00	lm	2,80	2,80
Betong i fundament inkl. transport og pumpebil		1,00	lm	0,06	0,06
Armering med kamstenger Ø10	Ø10	2,00	kg	0,09	0,09
<b>Sum 21. Grunn og fundamenter</b>					<b>102,35</b>

## 22. Bæresystemer

### 1. Etasje

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Bjelke av stål HEB 160</b>		<b>4,88</b>	<b>lm</b>	<b>1,82</b>	<b>8,88</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
HEB 160	HEB 160	4,88	lm	1,82	8,88
Kapptillegg		4,88	stk	0,00	0,00

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Bjelke av stål HEB 140</b>		<b>3,62</b>	<b>lm</b>	<b>1,82</b>	<b>6,58</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
HEB 140	HEB 140	3,62	lm	1,82	6,58
Kapptillegg		3,62	stk	0,00	0,00

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Limtre drager 115x225</b>		<b>2,30</b>	<b>lm</b>	<b>0,49</b>	<b>1,13</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Limtre 115x225	115x225	2,30	lm	0,49	1,13
Bjelkesko for limtre	115x190	0,00	stk	0,00	0,00

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Limtre drager 115x270</b>		<b>6,86</b>	<b>lm</b>	<b>0,49</b>	<b>3,36</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Limtre 115x270	115x270	6,86	lm	0,49	3,36
Bjelkesko for limtre	115x190	0,00	stk	0,00	0,00

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Stolper av heltre</b>		<b>1,00</b>	<b>rs</b>	<b>3,25</b>	<b>3,25</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Heltrestolper, 2 stk	36x98	1,00	stk	0,32	0,32
Heltrestolper, 3 stk	36x148	1,00	stk	0,49	0,49
Heltrestolper, 2 stk	36x148	1,00	stk	0,32	0,32
Heltrestolper, 3 stk	36x98	1,00	stk	0,49	0,49
Heltrestolper, 2 stk	48x148	1,00	stk	0,32	0,32
Heltrestolper, 3 stk	48x148	1,00	stk	0,49	0,49
Heltrestolper, 3 stk	48x98	1,00	stk	0,49	0,49
Heltrestolper, 2 stk	48x98	1,00	stk	0,32	0,32

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Losholt 2X48x198mm</b>		<b>2,35</b>	<b>lm</b>	<b>0,25</b>	<b>0,59</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Losholt 2x48x198	2x48x198	4,70	lm	0,25	0,59

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Limtre drager 115x225</b>		<b>2,00</b>	<b>lm</b>	<b>0,49</b>	<b>0,98</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Limtre 115x225	115x225	2,00	lm	0,49	0,98
Bjelkesko for limtre	115x190	0,00	stk	0,00	0,00

### 2. Etasje

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Limtre drager 115x270</b>		<b>2,35</b>	<b>lm</b>	<b>0,49</b>	<b>1,15</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Limtre 115x270	115x270	2,35	lm	0,49	1,15
Bjelkesko for limtre	115x190	0,00	stk	0,00	0,00

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Limtre drager 90x225</b>		<b>2,00</b>	<b>lm</b>	<b>0,51</b>	<b>1,02</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Limtre 90x225	90x225	2,00	lm	0,49	0,98
Bjelkesko for limtre	90x145	0,50	stk	0,02	0,04

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Stolper av heltre</b>		<b>1,00</b>	<b>rs</b>	<b>3,25</b>	<b>3,25</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Heltrestolper, 2 stk	36x98	1,00	stk	0,32	0,32
Heltrestolper, 3 stk	36x148	1,00	stk	0,49	0,49
Heltrestolper, 2 stk	36x148	1,00	stk	0,32	0,32
Heltrestolper, 3 stk	36x98	1,00	stk	0,49	0,49
Heltrestolper, 2 stk	48x148	1,00	stk	0,32	0,32
Heltrestolper, 3 stk	48x148	1,00	stk	0,49	0,49



Heltrestolper, 3 stk	48x98	1,00	stk	0,49	0,49
Heltrestolper, 2 stk	48x98	1,00	stk	0,32	0,32
<b>Sum 22. Bæresystemer</b>					<b>30,19</b>

## 23. Yttervegger

### 1. Etasje

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Svill tilbehør</b>		<b>41,00</b>	<b>lm</b>	<b>0,30</b>	<b>12,25</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Fuging under bunnsvill		41,00	lm	0,06	2,30
Musebånd		41,00	lm	0,03	1,15
Bolter Bunnsvill		41,00	lm	0,07	2,87
Svillemembran		41,00	lm	0,03	1,15
Vinkelbeslag		34,17	stk	0,02	0,96
Klemlekt 15x48mm	15x48	41,00	lm	0,09	3,83

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Svill tilbehør for 98mm yvegg</b>		<b>1,00</b>	<b>lm</b>	<b>0,23</b>	<b>0,23</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Papp under Bunnsvill		1,00	lm	0,01	0,01
Bolter Bunnsvill		1,00	lm	0,07	0,07
Musebånd		1,00	lm	0,03	0,03
Vinkelbeslag		1,00	stk	0,03	0,03
Klemlekt 15x48mm	15x48	1,00	lm	0,09	0,09

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Yvegg 148+48mm Malt mdf plate/Sdf Tradisjon</b>		<b>115,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1,93</b>	<b>222,23</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Sdf	19x148	103,50	m <sup>2</sup>	0,32	36,23
Utv. lekt for stående kled	36x48	230,00	lm	0,31	35,42
Sløyflekt	23x48	230,00	lm	0,09	10,63
Asfalt vindtett	12	115,00	m <sup>2</sup>	0,17	19,32
Bindingsverk 36x148mm	36x148	103,50	lm	0,32	36,23
Isolasjon 150mm vegg	150	103,50	m <sup>2</sup>	0,10	11,59
Plastfolie 0,20	0,20	103,50	m <sup>2</sup>	0,08	8,69
Utlektning for innv. isolasjon	48x48	103,50	m <sup>2</sup>	0,10	11,59
Isolasjon 50mm vegg	50	103,50	m <sup>2</sup>	0,09	10,14
Malt mdf plate	11	103,50	m <sup>2</sup>	0,19	21,74
Fotlist malt	12x58	57,50	lm	0,07	7,65
Taklist malt	21x45	57,50	lm	0,07	7,65
Klemlekt 15x48mm	15x48	57,50	lm	0,05	5,37

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Yvegg 98mm uiso sdf montert på begge sider</b>		<b>3,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>2,04</b>	<b>6,13</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Sdf	19x148	6,00	m <sup>2</sup>	0,70	2,10
Utv. lekt for stående kled	36x48	12,00	lm	0,62	1,85
Sløyflekt	23x48	12,00	lm	0,18	0,55
Bindingsverk utv 4"	48X98	3,00	m <sup>2</sup>	0,31	0,92
Klemlekt 15x48mm ny	15x48	3,00	lm	0,09	0,28
Asfalt vindtett for enkle konstruksjoner	12	3,00	m <sup>2</sup>	0,14	0,42

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Hjørnekasse 148mm (stk)</b>		<b>8,00</b>	<b>stk</b>	<b>0,73</b>	<b>5,83</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Hjørnestolper i yttervegg 148mm	36x148	60,00	lm	0,37	2,94
Vindsperre rims	15cm	24,00	lm	0,08	0,67
Sløyflekt	23x48	48,00	lm	0,28	2,22

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Hjørnekasse 98mm</b>		<b>4,00</b>	<b>stk</b>	<b>0,53</b>	<b>2,10</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Hjørnestolper i yttervegg 98mm	36x98	36,00	lm	0,44	1,76
Vindsperre rims	15cm	12,00	lm	0,08	0,34

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Vindu 11x21 Toppsving/Fast 3-lags 0,8 sikkerhetsglass nedre del V-1</b>		<b>3,00</b>	<b>stk</b>	<b>3,01</b>	<b>9,02</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Fugetetting		19,27	lm	0,09	0,27
Vannbrett m/beslag over	45x70	4,23	lm	0,30	0,89
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	15,93	lm	0,74	2,23
Vindsperre Tape	15cm	19,27	lm	0,18	0,54
Losholt 2x48x148	2x48x148	4,23	lm	0,18	0,53

Utforing furu hvit	18x170	20,77	m	0,48	1,45
Vindsperre rims	15cm	19,27	lm	0,18	0,54
Karmlist malt	12x58	20,77	lm	0,48	1,45
Dytteremse	25x60	19,27	lm	0,09	0,27
Tape / lim til utforing		20,77	lm	0,10	0,29
Bunnfyllingslist	16 mm	19,27	lm	0,04	0,13
Vannbrett m/beslag under	45x70	4,23	lm	0,30	0,89
Drager over vindu	36x148	3,55	lm	0,13	0,40
Stender over vindu	36x148	0,84	lm	0,03	0,09
Stender ved siden av vindu	36x148	12,38	lm	0,46	1,39
Stender under vindu	36x148	-0,40	lm	-0,01	-0,04
Drager under vindu	36x148	3,33	lm	0,12	0,37
Isolasjon 150mm vegg	150	-8,11	m <sup>2</sup>	-0,30	-0,91
Isolasjon 50mm vegg	50	-8,11	m <sup>2</sup>	-0,26	-0,79
Vindu 11x21 Toppsving/Fast 3-lags 0,8 sikkerhetsglass nedre del V-1	11x21	3,00	stk	0,49	1,47
Sdf	19x148	-7,00	m <sup>2</sup>	-0,82	-2,45

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Vindu 11x21 Fast 3-lags 0,8 sikkerhetsglass V-2</b>		<b>5,00</b>	<b>stk</b>	<b>3,01</b>	<b>15,03</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Fugetetting		32,11	lm	0,09	0,45
Vannbrett m/beslag over	45x70	7,06	lm	0,30	1,48
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	26,56	lm	0,74	3,72
Vindsperre Tape	15cm	32,11	lm	0,18	0,90
Losholt 2x48x148	2x48x148	7,06	lm	0,18	0,89
Utforing furu hvit	18x170	34,61	m	0,48	2,42
Vindsperre rims	15cm	32,11	lm	0,18	0,90
Karmlist malt	12x58	34,61	lm	0,48	2,42
Dytteremse	25x60	32,11	lm	0,09	0,45
Tape / lim til utforing		34,61	lm	0,10	0,48
Bunnfyllingslist	16 mm	32,11	lm	0,04	0,22
Vannbrett m/beslag under	45x70	7,06	lm	0,30	1,48
Drager over vindu	36x148	5,92	lm	0,13	0,66
Stender over vindu	36x148	1,40	lm	0,03	0,16
Stender ved siden av vindu	36x148	20,64	lm	0,46	2,31
Stender under vindu	36x148	-0,66	lm	-0,01	-0,07
Drager under vindu	36x148	5,56	lm	0,12	0,62
Isolasjon 150mm vegg	150	-13,51	m <sup>2</sup>	-0,30	-1,51
Isolasjon 50mm vegg	50	-13,51	m <sup>2</sup>	-0,26	-1,32
Vindu 11x21 Fast 3-lags 0,8 sikkerhetsglass V-2	11x21	5,00	stk	0,49	2,45
Sdf	19x148	-11,67	m <sup>2</sup>	-0,82	-4,08

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Vindu 16x12 Toppsving/Fast 3-Lags 0,8 V-3</b>		<b>2,00</b>	<b>stk</b>	<b>3,51</b>	<b>7,01</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Fugetetting		11,24	lm	0,08	0,16
Vannbrett m/beslag over	45x70	3,82	lm	0,40	0,80
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	8,02	lm	0,56	1,12
Vindsperre Tape	15cm	11,24	lm	0,16	0,31
Losholt 2x48x148	2x48x148	3,82	lm	0,24	0,48
Utforing furu hvit	18x170	12,24	m	0,43	0,86
Vindsperre rims	15cm	11,24	lm	0,16	0,31
Karmlist malt	12x58	12,24	lm	0,43	0,86
Dytteremse	25x60	11,24	lm	0,08	0,16
Tape / lim til utforing		12,24	lm	0,09	0,17
Bunnfyllingslist	16 mm	11,24	lm	0,04	0,08
Vannbrett m/beslag under	45x70	3,82	lm	0,40	0,80
Drager over vindu	36x148	3,37	lm	0,19	0,38
Stender over vindu	36x148	0,81	lm	0,05	0,09
Stender ved siden av vindu	36x148	8,26	lm	0,46	0,92
Stender under vindu	36x148	4,42	lm	0,25	0,49
Drager under vindu	36x148	3,22	lm	0,18	0,36
Isolasjon 150mm vegg	150	-4,66	m <sup>2</sup>	-0,26	-0,52
Isolasjon 50mm vegg	50	-4,66	m <sup>2</sup>	-0,23	-0,46
Vindu 16x12 Toppsving/Fast 3-Lags 0,8 V-3	16x12	2,00	stk	0,49	0,98
Sdf	19x148	-3,87	m <sup>2</sup>	-0,68	-1,35

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Vindu 16x12 Fast 2r 3-Lags 0,8 V-4</b>		<b>1,00</b>	<b>stk</b>	<b>3,51</b>	<b>3,51</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Fugetetting		5,62	lm	0,08	0,08

Vannbrett m/beslag over	45x70	1,91	lm	0,40	0,40
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	4,01	lm	0,56	0,56
Vindsperre Tape	15cm	5,62	lm	0,16	0,16
Losholt 2x48x148	2x48x148	1,91	lm	0,24	0,24
Utforing furu hvit	18x170	6,12	m	0,43	0,43
Vindsperre rims	15cm	5,62	lm	0,16	0,16
Karmlist malt	12x58	6,12	lm	0,43	0,43
Dytteremse	25x60	5,62	lm	0,08	0,08
Tape / lim til utforing		6,12	lm	0,09	0,09
Bunnfyllingslist	16 mm	5,62	lm	0,04	0,04
Vannbrett m/beslag under	45x70	1,91	lm	0,40	0,40
Drager over vindu	36x148	1,68	lm	0,19	0,19
Stender over vindu	36x148	0,41	lm	0,05	0,05
Stender ved siden av vindu	36x148	4,13	lm	0,46	0,46
Stender under vindu	36x148	2,21	lm	0,25	0,25
Drager under vindu	36x148	1,61	lm	0,18	0,18
Isolasjon 150mm vegg	150	-2,33	m <sup>2</sup>	-0,26	-0,26
Vindu 16x12 Fast 2r 3-Lags 0,8 V-4	16x12	1,00	stk	0,49	0,49
Isolasjon 50mm vegg	50	-2,33	m <sup>2</sup>	-0,23	-0,23
Sdf	19x148	-1,93	m <sup>2</sup>	-0,68	-0,68

ELEMENT

**Vindu 5x12 Fast 3-Lags 0,8 V-5**

POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
		<b>1,00 stk</b>	<b>2,55</b>	<b>2,55</b>
Fugetetting		3,42	lm	0,05
Vannbrett m/beslag over	45x70	0,81	lm	0,17
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	2,91	lm	0,41
Vindsperre Tape	15cm	3,42	lm	0,10
Losholt 2x48x148	2x48x148	0,81	lm	0,10
Utforing furu hvit	18x170	3,92	m	0,27
Vindsperre rims	15cm	3,42	lm	0,10
Karmlist malt	12x58	3,92	lm	0,27
Dytteremse	25x60	3,42	lm	0,05
Tape / lim til utforing		3,92	lm	0,05
Bunnfyllingslist	16 mm	3,42	lm	0,02
Vannbrett m/beslag under	45x70	0,81	lm	0,17
Drager over vindu	36x148	0,58	lm	0,07
Stender over vindu	36x148	0,13	lm	0,01
Stender ved siden av vindu	36x148	4,13	lm	0,46
Stender under vindu	36x148	0,69	lm	0,08
Drager under vindu	36x148	0,51	lm	0,06
Isolasjon 150mm vegg	150	-0,81	m <sup>2</sup>	-0,09
Isolasjon 50mm vegg	50	-0,81	m <sup>2</sup>	-0,08
Vindu 5x12 Fast 3-Lags 0,8 V-5	5x12	1,00	stk	0,49
Sdf	19x148	-0,61	m <sup>2</sup>	-0,21

ELEMENT

**Heve skyvedør 22x21 3-Lags 0,8 sikkerhetsglass BD-1**

POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
		<b>1,00 stk</b>	<b>6,49</b>	<b>6,49</b>
Tape / lim til utforing		9,12	lm	0,13
Vindsperre rims	15cm	8,62	lm	0,24
Vannbrett m/beslag over	45x70	2,51	lm	0,53
Dytteremse	25x60	8,62	lm	0,12
Terskelbeslag		2,51	lm	0,24
Bunnfyllingslist	16 mm	8,62	lm	0,06
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	6,41	lm	0,90
Fugetetting		8,62	lm	0,12
Feielist, eik lakkert, 9x15mm	9x15	2,21	lm	0,06
Utforing furu hvit	18x170	9,12	m	0,64
Losholt 2x48x198	2x48x198	2,51	lm	0,32
Karmlist malt	12x58	9,12	lm	0,64
Vindsperre Tape	15cm	8,62	lm	0,24
Drager over ytterdør	36x148	2,28	lm	0,26
Stender over ytterdør	36x148	0,56	lm	0,06
Stender ved siden av ytterdør	36x148	4,13	lm	0,46
Isolasjon 150mm vegg	150	-5,21	m <sup>2</sup>	-0,58
Isolasjon 50mm vegg	50	-5,21	m <sup>2</sup>	-0,51
Heve skyvedør 22x21 3-Lags 0,8 sikkerhetsglass BD-1	22x21	1,00	stk	4,20
Sdf	19x148	-4,64	m <sup>2</sup>	-1,63

ELEMENT

MENGDE

ENH. TID

SUM TIDSF.

**Ytterdør 10x21 H Glass YD-1**

POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Dytteremse	25x60	6,22 lm	0,09	0,09
Utforing furu hvit	18x170	6,72 m	0,47	0,47
Karmlist malt	12x58	6,72 lm	0,47	0,47
Feielist, eik lakkert, 9x15mm	9x15	1,01 lm	0,03	0,03
Vindsperre Tape	15cm	6,22 lm	0,17	0,17
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	5,21 lm	0,73	0,73
Terskelbeslag		1,31 lm	0,12	0,12
Vindsperre rims	15cm	6,22 lm	0,17	0,17
Vannbrett m/beslag over	45x70	1,31 lm	0,28	0,28
Tape / lim til utforing		6,72 lm	0,09	0,09
Bunnfyllingslist	16 mm	6,22 lm	0,04	0,04
Losholt 2x48x148	2x48x148	1,31 lm	0,17	0,17
Fugetetting		6,22 lm	0,09	0,09
Drager over ytterdør	36x148	1,08 lm	0,12	0,12
Stender over ytterdør	36x148	0,25 lm	0,03	0,03
Stender ved siden av ytterdør	36x148	4,13 lm	0,46	0,46
Isolasjon 150mm vegg	150	-2,47 m <sup>2</sup>	-0,28	-0,28
Isolasjon 50mm vegg	50	-2,47 m <sup>2</sup>	-0,24	-0,24
Ytterdør 10x21 H Glass YD-1	10x21	1,00 stk	1,57	1,57
Sdf	19x148	-2,12 m <sup>2</sup>	-0,74	-0,74

## ELEMENT

**Steniplate erstatter Sdf**

POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Fasadeplater Steni		17,00 m <sup>2</sup>	0,22	3,81
Sløyflekt for Steniplate	22x73	17,00 lm	0,15	2,62
Sdf	19x148	-17,00 m <sup>2</sup>	-0,35	-5,95

## 2. Etasje

## ELEMENT

**Yvegg 148+48mm Malt mdf plate/ Sdf Tradisjon**

POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Sdf	19x148	84,60 m <sup>2</sup>	0,32	29,61
Utv. lekt for stående kled	36x48	188,00 lm	0,31	28,95
Sløyflekt	23x48	188,00 lm	0,09	8,69
Asfalt vindtett	12	94,00 m <sup>2</sup>	0,17	15,79
Bindingsverk 36x148mm	36x148	84,60 lm	0,32	29,61
Isolasjon 150mm vegg	150	84,60 m <sup>2</sup>	0,10	9,48
Plastfolie 0,20	0,20	84,60 m <sup>2</sup>	0,08	7,11
Utlekking for innv. isolasjon	48x48	84,60 m <sup>2</sup>	0,10	9,48
Isolasjon 50mm vegg	50	84,60 m <sup>2</sup>	0,09	8,29
Malt mdf plate	11	84,60 m <sup>2</sup>	0,19	17,77
Fotlist malt	12x58	47,00 lm	0,07	6,25
Taklist malt	21x45	47,00 lm	0,07	6,25
Klemlekt 15x48mm	15x48	47,00 lm	0,05	4,39

## ELEMENT

**Hjørnekasse 148mm (stk)**

POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Vindsperre rims	15cm	12,00 lm	0,08	0,34
Hjørnestolper i yttervegg 148mm	36x148	30,00 lm	0,37	1,47
Sløyflekt	23x48	24,00 lm	0,28	1,11

## ELEMENT

**Yvegg 148mm uiso Sdf**

POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Sdf	19x148	12,60 m <sup>2</sup>	0,32	4,41
Utv. lekt for stående kled	36x48	28,00 lm	0,31	4,31
Sløyflekt	23x48	28,00 lm	0,09	1,29
Asfalt vindtett for enkle konstruksjoner	12	14,00 m <sup>2</sup>	0,14	1,96
Bindingsverk 36x148mm	36x148	12,60 lm	0,32	4,41
Klemlekt 15x48mm ny	15x48	7,00 lm	0,05	0,65

## ELEMENT

**Vindu 11x21 Toppsving/ Fast 3-Lags 0,8 sikkerhetsglass nedre del V-1**

POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Fugetetting		25,69 lm	0,09	0,36
Vannbrett m/beslag over	45x70	5,64 lm	0,30	1,19
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	21,24 lm	0,74	2,97
Vindsperre Tape	15cm	25,69 lm	0,18	0,72

Losholt 2x48x148	2x48x148	5,64	lm	0,18	0,71
Utforing furu hvit	18x170	27,69	m	0,48	1,94
Vindsperre rims	15cm	25,69	lm	0,18	0,72
Karmlist malt	12x58	27,69	lm	0,48	1,94
Dytteremse	25x60	25,69	lm	0,09	0,36
Tape / lim til utforing		27,69	lm	0,10	0,39
Bunnfyllingslist	16 mm	25,69	lm	0,04	0,18
Vannbrett m/beslag under	45x70	5,64	lm	0,30	1,19
Drager over vindu	36x148	4,73	lm	0,13	0,53
Stender over vindu	36x148	1,12	lm	0,03	0,12
Stender ved siden av vindu	36x148	16,51	lm	0,46	1,85
Stender under vindu	36x148	-0,53	lm	-0,01	-0,06
Drager under vindu	36x148	4,44	lm	0,12	0,50
Isolasjon 150mm vegg	150	-10,81	m <sup>2</sup>	-0,30	-1,21
Vindu 11x21 Toppsving/Fast 3-Lags 0,8 sikkerhetsglass nedre del V-1	11x21	4,00	stk	0,49	1,96
Isolasjon 50mm vegg	50	-10,81	m <sup>2</sup>	-0,26	-1,06
Sdf	19x148	-9,33	m <sup>2</sup>	-0,82	-3,27

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Vindu 11x21 Fast 3-lags 0,8 sikkerhetsglass V-2</b>		<b>2,00</b>	<b>stk</b>	<b>3,01</b>	<b>6,01</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Fugetetting		12,84	lm	0,09	0,18
Vannbrett m/beslag over	45x70	2,82	lm	0,30	0,59
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	10,62	lm	0,74	1,49
Vindsperre Tape	15cm	12,84	lm	0,18	0,36
Losholt 2x48x148	2x48x148	2,82	lm	0,18	0,36
Utforing furu hvit	18x170	13,84	m	0,48	0,97
Vindsperre rims	15cm	12,84	lm	0,18	0,36
Karmlist malt	12x58	13,84	lm	0,48	0,97
Dytteremse	25x60	12,84	lm	0,09	0,18
Tape / lim til utforing		13,84	lm	0,10	0,19
Bunnfyllingslist	16 mm	12,84	lm	0,04	0,09
Vannbrett m/beslag under	45x70	2,82	lm	0,30	0,59
Drager over vindu	36x148	2,37	lm	0,13	0,26
Stender over vindu	36x148	0,56	lm	0,03	0,06
Stender ved siden av vindu	36x148	8,26	lm	0,46	0,92
Stender under vindu	36x148	-0,26	lm	-0,01	-0,03
Drager under vindu	36x148	2,22	lm	0,12	0,25
Isolasjon 150mm vegg	150	-5,40	m <sup>2</sup>	-0,30	-0,61
Vindu 11x21 Fast 3-lags 0,8 sikkerhetsglass V-2	11x21	2,00	stk	0,49	0,98
Isolasjon 50mm vegg	50	-5,40	m <sup>2</sup>	-0,26	-0,53
Sdf	19x148	-4,67	m <sup>2</sup>	-0,82	-1,63

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Vindu 19x5 Fast/Toppsving 3-Lags 0,8 V-6</b>		<b>1,00</b>	<b>stk</b>	<b>4,24</b>	<b>4,24</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Fugetetting		4,82	lm	0,07	0,07
Vannbrett m/beslag over	45x70	2,21	lm	0,46	0,46
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	2,91	lm	0,41	0,41
Vindsperre Tape	15cm	4,82	lm	0,14	0,14
Losholt 2x48x148	2x48x148	2,21	lm	0,28	0,28
Utforing furu hvit	18x170	5,32	m	0,37	0,37
Vindsperre rims	15cm	4,82	lm	0,14	0,14
Karmlist malt	12x58	5,32	lm	0,37	0,37
Dytteremse	25x60	4,82	lm	0,07	0,07
Tape / lim til utforing		5,32	lm	0,07	0,07
Bunnfyllingslist	16 mm	4,82	lm	0,03	0,03
Vannbrett m/beslag under	45x70	2,21	lm	0,46	0,46
Drager over vindu	36x148	1,98	lm	0,22	0,22
Stender over vindu	36x148	0,48	lm	0,05	0,05
Stender ved siden av vindu	36x148	4,13	lm	0,46	0,46
Stender under vindu	36x148	4,84	lm	0,54	0,54
Drager under vindu	36x148	1,91	lm	0,21	0,21
Isolasjon 150mm vegg	150	-1,36	m <sup>2</sup>	-0,15	-0,15
Isolasjon 50mm vegg	50	-1,36	m <sup>2</sup>	-0,13	-0,13
Vindu 19x5 Fast/Toppsving 3-Lags 0,8 V-6	19x5	1,00	stk	0,49	0,49
Sdf	19x148	-0,96	m <sup>2</sup>	-0,33	-0,33

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Vindu 5x21 Toppsving/ Fast 3-Lags 0,8 V-7</b>		<b>2,00</b>	<b>stk</b>	<b>2,55</b>	<b>5,10</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.

Fugetetting		6,84	lm	0,05	0,10
Vannbrett m/beslag over	45x70	1,62	lm	0,17	0,34
Utvendig foring dør/vindu for sdf	19x73	5,82	lm	0,41	0,82
Vindsperre Tape	15cm	6,84	lm	0,10	0,19
Losholt 2x48x148	2x48x148	1,62	lm	0,10	0,20
Utforing furu hvit	18x170	7,84	m	0,27	0,55
Vindsperre rims	15cm	6,84	lm	0,10	0,19
Karmlist malt	12x58	7,84	lm	0,27	0,55
Dytteremse	25x60	6,84	lm	0,05	0,10
Tape / lim til utforing		7,84	lm	0,05	0,11
Bunnfyllingslist	16 mm	6,84	lm	0,02	0,05
Vannbrett m/beslag under	45x70	1,62	lm	0,17	0,34
Drager over vindu	36x148	1,17	lm	0,07	0,13
Stender over vindu	36x148	0,25	lm	0,01	0,03
Stender ved siden av vindu	36x148	8,26	lm	0,46	0,92
Stender under vindu	36x148	1,38	lm	0,08	0,15
Drager under vindu	36x148	1,02	lm	0,06	0,11
Isolasjon 150mm vegg	150	-1,61	m <sup>2</sup>	-0,09	-0,18
Vindu 5x21 Toppsving/Fast 3-Lags 0,8 V-7	5x21	2,00	stk	0,49	0,98
Isolasjon 50mm vegg	50	-1,61	m <sup>2</sup>	-0,08	-0,16
Sdf	19x148	-1,23	m <sup>2</sup>	-0,21	-0,43

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Steniplateer erstatter Sdf</b>		<b>6,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>0,22</b>	<b>1,34</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Fasadeplateer Steni		6,00	m <sup>2</sup>	0,42	2,52
Sløyflekt for Steniplate	22x73	6,00	lm	0,15	0,92
Sdf	19x148	-6,00	m <sup>2</sup>	-0,35	-2,10
<b>Sum 23. Yttervegger</b>					<b>530,34</b>

## 24. Innervegger

### 1. Etasje

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Svill tilbehør innvendig på betongplate</b>		<b>21,00</b>	<b>lm</b>	<b>0,08</b>	<b>1,76</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Spikerplugg Bunnsvill		21,00	lm	0,07	1,47
Papp under Bunnsvill		21,00	lm	0,01	0,29

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Lettvegg 36X98mm Malt mdf plate</b>		<b>31,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1,06</b>	<b>32,98</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Malt mdf plate	11	62,00	m <sup>2</sup>	0,42	13,02
Bindingsverk 36x98mm innv lettvegg	36X98	31,00	m <sup>2</sup>	0,29	9,11
Fotlist malt	12x58	31,00	lm	0,13	4,12
Isolasjon 70mm vegg	70	31,00	m <sup>2</sup>	0,08	2,60
Taklist malt	21x45	31,00	lm	0,13	4,12

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Bærevegg 36x148mm Malt mdf plate</b>		<b>9,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1,06</b>	<b>9,58</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Taklist malt	21x45	9,00	lm	0,13	1,20
Isolasjon 70mm vegg	70	9,00	m <sup>2</sup>	0,08	0,76
Malt mdf plate	11	18,00	m <sup>2</sup>	0,42	3,78
Bindingsverk 36x148mm innv bærevegg	36x148	9,00	m <sup>2</sup>	0,29	2,65
Fotlist malt	12x58	9,00	lm	0,13	1,20

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Bærevegg 36x198mm Malt mdf plate</b>		<b>11,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1,09</b>	<b>12,01</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Bindingsverk 36x198mm innv bærevegg	36X198	11,00	m <sup>2</sup>	0,32	3,54
Taklist malt	21x45	11,00	lm	0,13	1,46
Malt mdf plate	11	22,00	m <sup>2</sup>	0,42	4,62
Isolasjon 70mm vegg	70	11,00	m <sup>2</sup>	0,08	0,92
Fotlist malt	12x58	11,00	lm	0,13	1,46

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Brannmurlist malt</b>		<b>5,00</b>	<b>stk</b>	<b>0,11</b>	<b>0,56</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Brannmurlist malt		5,00	STK	0,11	0,56

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Hjørnelist innv. hjørne malt</b>		<b>30,00</b>	<b>stk</b>	<b>0,11</b>	<b>3,36</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.

Hjørnelist innv hjørne malt		30,00	RS	0,11	3,36
ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Hjørnelist utv hjørne malt</b>		<b>10,00</b>	<b>stk</b>	<b>0,11</b>	<b>1,12</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Hjørnelist utv hjørne malt		10,00	RS	0,11	1,12
ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Innerdør 9x21</b>		<b>2,00</b>	<b>stk</b>	<b>2,58</b>	<b>5,16</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Karmlist malt	12x58	10,62	lm	0,37	0,74
Dytteremse	25x60	12,04	lm	0,08	0,17
Feielist, eik lakkert, 9x15mm	9x15	1,82	lm	0,03	0,05
Utforing furu hvit	18x45	13,04	m	0,46	0,91
Feielist, eik lakkert, 9x15mm	9x15	1,82	lm	0,03	0,05
Karmlist malt	12x58	10,62	lm	0,37	0,74
Tape / lim til utforing		12,04	lm	0,08	0,17
Drager over innerdør	36X98	1,82	lm	0,10	0,20
Stender over innerdør	36X98	0,90	lm	0,05	0,10
Stender ved siden av innerdør	36X98	8,40	lm	0,47	0,94
Isolasjon 70mm vegg	70	-3,83	m <sup>2</sup>	-0,16	-0,32
Innerdør 9x21	9x21	2,00	stk	0,70	1,40
ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Innerdør skyv 9x21</b>		<b>3,00</b>	<b>stk</b>	<b>5,41</b>	<b>16,22</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Karmlist malt	12x58	15,93	lm	0,37	1,12
Karmlist malt	12x58	15,93	lm	0,37	1,12
Drager over innerdør	36X98	2,73	lm	0,10	0,31
Stender over innerdør	36X98	1,35	lm	0,05	0,15
Stender ved siden av innerdør	36X98	12,60	lm	0,47	1,41
Isolasjon 70mm vegg	70	-5,74	m <sup>2</sup>	-0,16	-0,48
Innerdør 9x21	9x21	3,00	stk	4,20	12,60
<b>2. Etasje</b>					
ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Lettvegg 36X98mm Malt mdf plate</b>		<b>36,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1,06</b>	<b>38,30</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Fotlist malt	12x58	36,00	lm	0,13	4,79
Taklist malt	21x45	36,00	lm	0,13	4,79
Bindingsverk 36x98mm innv lettvegg	36X98	36,00	m <sup>2</sup>	0,29	10,58
Isolasjon 70mm vegg	70	36,00	m <sup>2</sup>	0,08	3,02
Malt mdf plate	11	72,00	m <sup>2</sup>	0,42	15,12
ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Lettvegg 36x148mm Malt mdf plate</b>		<b>20,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1,06</b>	<b>21,28</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Bindingsverk 36x148mm innv lettvegg	36x148	20,00	m <sup>2</sup>	0,29	5,88
Malt mdf plate	11	40,00	m <sup>2</sup>	0,42	8,40
Isolasjon 70mm vegg	70	20,00	m <sup>2</sup>	0,08	1,68
Fotlist malt	12x58	20,00	lm	0,13	2,66
Taklist malt	21x45	20,00	lm	0,13	2,66
ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Lettvegg 36x198mm Malt mdf plate</b>		<b>7,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1,09</b>	<b>7,64</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Isolasjon 70mm vegg	70	7,00	m <sup>2</sup>	0,08	0,59
Fotlist malt	12x58	7,00	lm	0,13	0,93
Malt mdf plate	11	14,00	m <sup>2</sup>	0,42	2,94
Taklist malt	21x45	7,00	lm	0,13	0,93
Bindingsverk 36x198mm innv lettvegg	36X198	7,00	m <sup>2</sup>	0,32	2,25
ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Baderomspanel erstatter malt mdf plate</b>		<b>25,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>0,57</b>	<b>14,35</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Baderomspanel innv.vegg ink bunnlist og hjørnelister	11 mm	25,00	m <sup>2</sup>	0,63	15,75
Ferdigmalt plate	11	-25,00	m <sup>2</sup>	-0,20	-4,90
OSB på vegg	18	25,00	m <sup>2</sup>	0,14	3,50
ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Brannmurlist malt</b>		<b>5,00</b>	<b>stk</b>	<b>0,11</b>	<b>0,56</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Brannmurlist malt		5,00	STK	0,11	0,56
ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.

ELEMENT	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Hjørnelist innv. hjørne malt</b>		<b>30,00 stk</b>	<b>0,11</b>	<b>3,36</b>
POST				
Hjørnelist innv hjørne malt		30,00 RS	0,11	3,36
<b>Hjørnelist utv hjørne malt</b>		<b>10,00 stk</b>	<b>0,11</b>	<b>1,12</b>
POST				
Hjørnelist utv hjørne malt		10,00 RS	0,11	1,12
<b>Innerdør 9x21</b>		<b>4,00 stk</b>	<b>2,58</b>	<b>10,33</b>
POST				
Karmlist malt	12x58	21,24 lm	0,37	1,49
Dytteremse	25x60	24,09 lm	0,08	0,34
Feielist, eik lakkert, 9x15mm	9x15	3,64 lm	0,03	0,10
Utføring furu hvit	18x45	26,09 m	0,46	1,83
Feielist, eik lakkert, 9x15mm	9x15	3,64 lm	0,03	0,10
Karmlist malt	12x58	21,24 lm	0,37	1,49
Tape / lim til utføring		24,09 lm	0,08	0,34
Drager over innerdør	36X98	3,64 lm	0,10	0,41
Stender over innerdør	36X98	1,80 lm	0,05	0,20
Stender ved siden av innerdør	36X98	16,80 lm	0,47	1,88
Isolasjon 70mm vegg	70	-7,65 m <sup>2</sup>	-0,16	-0,64
Innerdør 9x21	9x21	4,00 stk	0,70	2,80
<b>Innerdør skyv 9x21</b>		<b>2,00 stk</b>	<b>5,41</b>	<b>10,81</b>
POST				
Karmlist malt	12x58	10,62 lm	0,37	0,74
Karmlist malt	12x58	10,62 lm	0,37	0,74
Drager over innerdør	36X98	1,82 lm	0,10	0,20
Stender over innerdør	36X98	0,90 lm	0,05	0,10
Stender ved siden av innerdør	36X98	8,40 lm	0,47	0,94
Isolasjon 70mm vegg	70	-3,83 m <sup>2</sup>	-0,16	-0,32
Innerdør 9x21	9x21	2,00 stk	4,20	8,40
<b>Sum 24. Innervegger</b>				<b>190,51</b>

## 25. Dekker

### 1. Etasje

ELEMENT	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Parkett Eik 3-stav hvit matt på betonggulv</b>		<b>65,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,37</b>	<b>23,93</b>
POST				
Gulvunderlag		65,00 m <sup>2</sup>	0,02	1,18
Parkett Eik 3-Stav Hvit matt lakk	13	65,00 m <sup>2</sup>	0,35	22,75
<b>Vinyl klickgulv på betonggulv</b>		<b>10,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,37</b>	<b>3,68</b>
POST				
Laminat på gulv	8	10,00 m <sup>2</sup>	0,35	3,50
Gulvunderlag	0,20	10,00 m <sup>2</sup>	0,02	0,18
<b>Himling av Mdf Panelbord mot undergurt/ sperretak</b>		<b>12,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,63</b>	<b>7,56</b>
POST				
Mdf panelbord	12	12,00 m <sup>2</sup>	0,41	4,87
Nedlekting himling 23mm	23X48	12,00 m <sup>2</sup>	0,14	1,68
Plastfolie 0,20	0,20	12,00 m <sup>2</sup>	0,08	1,01

### 2. Etasje

ELEMENT	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Undergurt W-Takstol isolert 400mm ink. Tak-Ess</b>		<b>72,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,64</b>	<b>46,02</b>
POST				
Isolasjon 200+200mm	400	72,00 m <sup>2</sup>	0,20	14,11
Tak-Ess	12	68,40 m <sup>2</sup>	0,23	16,28
Nedlekting himling 36mm	36x48	68,40 m <sup>2</sup>	0,13	9,58
Plastfolie 0,20	0,20	72,00 m <sup>2</sup>	0,08	6,05
<b>Bjelkelag I-bjelke 300mm Parkett/Tak-Ess</b>		<b>65,00 m<sup>2</sup></b>	<b>1,39</b>	<b>90,52</b>
POST				
Parkett Eik 3-Stav Hvit matt lakk	13	58,50 m <sup>2</sup>	0,32	20,48
Gulvunderlag parkett		58,50 m <sup>2</sup>	0,02	1,06
Undergulv 22mm sponpl. vannfast	22mm	65,00 m <sup>2</sup>	0,25	16,38
Bjelkelag I-Bjelke 300mm	47x300	65,00 m <sup>2</sup>	0,22	14,56



Stikkbjelker c/c 600 I-Bjelke 300mm	47x300	9,75 m <sup>2</sup>	0,03	1,64
Stegforsterkning I-Bjelke for 300mm	18x204	29,25 m <sup>2</sup>	0,01	0,41
Klossforsterkning under punktlast		29,25 m <sup>2</sup>	0,01	0,41
Kantbord spon 300mm	18x300	29,25 m <sup>2</sup>	0,03	1,64
Isolasjon150mm i bjelkelag for I-bjelker	150	65,00 m <sup>2</sup>	0,13	8,19
Isolasjon 150mm i Randsone for I-Bjelker	150	65,00 m <sup>2</sup>	0,06	3,64
Nedlekting himling 36mm	36x48	58,50 m <sup>2</sup>	0,13	8,19
Tak-Ess	12	58,50 m <sup>2</sup>	0,21	13,92
<b>ELEMENT</b>		<b>MENGDE</b>	<b>ENH. TID</b>	<b>SUM TIDSF.</b>
<b>Bjelkelag Våtrom I-bjelkelag 250mm Flis/Tak-Ess komplett</b>		<b>7,00 m<sup>2</sup></b>	<b>5,18</b>	<b>36,29</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Silikon		7,00 m <sup>2</sup>	0,07	0,49
Fugemasse		7,00 m <sup>2</sup>	0,07	0,49
Sokkelflis		7,00 m <sup>2</sup>	0,35	2,45
Fliser på gulv		7,00 m <sup>2</sup>	1,75	12,25
Flislim		7,00 m <sup>2</sup>	0,28	1,96
Mansjetter		7,00 m <sup>2</sup>	0,07	0,49
Membran		7,00 m <sup>2</sup>	0,42	2,94
Primer		7,00 m <sup>2</sup>	0,14	0,98
Avrettismasse		7,00 m <sup>2</sup>	0,56	3,92
Armeringsnett K131		7,00 m <sup>2</sup>	0,08	0,59
Stengelist		7,00 m <sup>2</sup>	0,01	0,10
Primer		7,00 m <sup>2</sup>	0,14	0,98
Undergulv 22mm sponpl. vannfast	22mm	7,00 m <sup>2</sup>	0,25	1,76
Bjelkelag I-bjelke 250mm	250	7,00 m <sup>2</sup>	0,22	1,57
Stikkbjelker c/c 600 I-Bjelke 250mm	250	7,00 m <sup>2</sup>	0,22	1,57
Stegforsterkning I-Bjelke for 250mm	18x124	3,15 m <sup>2</sup>	0,01	0,04
Isolasjon150mm i bjelkelag for I-bjelker	150	7,00 m <sup>2</sup>	0,13	0,88
Isolasjon 100mm i randsone	100	0,35 m <sup>2</sup>	0,01	0,05
Klossforsterkning under punktlast		3,15 m <sup>2</sup>	0,01	0,04
Nedlekting himling 36mm	36x48	7,00 m <sup>2</sup>	0,14	0,98
Kantbord spon 300mm	18x300	3,15 m <sup>2</sup>	0,03	0,18
Tak-Ess	12	6,65 m <sup>2</sup>	0,23	1,58
<b>ELEMENT</b>		<b>MENGDE</b>	<b>ENH. TID</b>	<b>SUM TIDSF.</b>
<b>Bjelkelag fra PreTre</b>		<b>1,00 rs</b>	<b>2,80</b>	<b>2,80</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Bjelkelag fra PreTre		1,00 rs	0,00	0,00
Prosjektering Bjelkelag		2,00 t	2,80	2,80
<b>Sum 25. Dekker</b>				<b>210,80</b>
<b>26. Yttertak</b>				
<b>1. Etasje</b>				
<b>ELEMENT</b>		<b>MENGDE</b>	<b>ENH. TID</b>	<b>SUM TIDSF.</b>
<b>Overgang mellom tak og vegg rett - Takstein</b>		<b>7,00 lm</b>	<b>0,45</b>	<b>3,14</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Spikerslag	36x198	7,00 lm	0,14	0,98
Overgangsbeslag vegg/tak		7,00 lm	0,14	0,98
Lekt	36x48	7,00 lm	0,07	0,49
Klemlekt	16x48	7,00 lm	0,07	0,49
Underlagsfolie		7,00 lm	0,03	0,20
<b>ELEMENT</b>		<b>MENGDE</b>	<b>ENH. TID</b>	<b>SUM TIDSF.</b>
<b>Takstein Zanda Arktis svart med undertak av folie</b>		<b>20,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,50</b>	<b>10,08</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Zanda Arktis svart	Betong	20,00 m <sup>2</sup>	0,24	4,76
Lekter, for takstein c/c 350	36x48	20,00 m <sup>2</sup>	0,08	1,68
Sløyflekter tak 36mm	36x48	20,00 lm	0,07	1,40
Undertak Pro Xtra		20,00 m <sup>2</sup>	0,10	1,96
Skråsteg		20,00 m <sup>2</sup>	0,01	0,28
<b>ELEMENT</b>		<b>MENGDE</b>	<b>ENH. TID</b>	<b>SUM TIDSF.</b>
<b>Taknedløp 3m</b>		<b>1,00 stk</b>	<b>1,04</b>	<b>1,04</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Nedløpskum, plastisert stål	125/75 mm	1,00 stk	0,02	0,02
Utkast, plastisert stål	75 mm	1,00 stk	0,01	0,01
Nedløp, plastisert stål	75 mm	1,00 stk	0,50	0,50
Løvsil, Plastisert stål	125 mm	1,00 stk	0,01	0,01
Klammer for nedløpsrør, plastisert stål	75 mm	2,00 stk	0,21	0,21
Bend, plastisert stål, 60°	75 mm	2,00 stk	0,28	0,28

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Stigetrinn Takstein</b>		<b>1,00 rs</b>	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Stigesikring		1,00 STK	0,03	0,03
Innfestningspakke stigetrinn		1,00 STK	0,07	0,07
Stigetrinn		6,00 LM	0,17	0,17
Pipeplattform		1,00 STK	0,35	0,35

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Taksperrer fra PreTre</b>		<b>1,00 rs</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Taksperrer fra PreTre		1,00 rs	0,00	0,00
Prosjektering Taksperrer		4,00 t	0,00	0,00

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Gesimskasse</b>		<b>7,00 lm</b>	<b>1,05</b>	<b>7,38</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Rennevinkel innv.	125 mm	0,00 stk	0,00	0,00
Luftelekter gesimskasse	23x48	7,00 lm	0,09	0,66
Rennevinkel utv.	125 mm	0,00 stk	0,00	0,00
Forkantbord 22x148mm	22x148	7,00 lm	0,08	0,59
Bordtakbeslag		7,00 lm	0,06	0,39
Fuglelist		7,00 lm	0,05	0,33
Rennekrok av stål	125 mm	7,00 lm	0,02	0,12
Skjøtestykke for renner	125 mm	7,00 lm	0,01	0,10
Spikerslag gesimskasse	36x68	7,00 lm	0,09	0,66
Endebunn for renner	125 mm	7,00 lm	0,03	0,20
Fluening		7,00 lm	0,07	0,49
Takrenne av stål	125 mm	7,00 lm	0,08	0,59
Df i gesimskasse	19x148	7,00 lm	0,28	1,96
Spikerslag front sperrer/takstolende	36x123	7,00 lm	0,09	0,66
Klemlekt 15x48mm ny	15x48	7,00 lm	0,09	0,65

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Takutstikk Gavl</b>		<b>8,00 lm</b>	<b>0,90</b>	<b>7,17</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Klemlekt	23x48	8,00 lm	0,07	0,56
Df i takutstikk	19x148	8,00 lm	0,28	2,24
Spikerslag/kloss takutstikk på gavl	48x48	8,00 lm	0,07	0,56
Vindskier	22x148	8,00 lm	0,35	2,80
Fluening		8,00 lm	0,07	0,56
Vindskibeslag		8,00 lm	0,06	0,45

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Sperretak 198+98mm isolert</b>		<b>20,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,44</b>	<b>8,88</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Montering Taksperrer 198+98mm c/c 600		20,00 m <sup>2</sup>	0,35	7,00
Isolasjon 300mm i taksperrer	300	16,40 m <sup>2</sup>	0,08	1,61
Gaffelanker		4,00 stk	0,01	0,27

## 2. Etasje

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Takstein Zanda Arktis svart med undertak av folie</b>		<b>94,00 m<sup>2</sup></b>	<b>0,50</b>	<b>47,38</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Zanda Arktis svart	Betong	94,00 m <sup>2</sup>	0,24	22,37
Lekter, for takstein c/c 350	36x48	94,00 m <sup>2</sup>	0,08	7,90
Sløyflekker tak 36mm	36x48	94,00 lm	0,07	6,58
Undertak Pro Xtra		94,00 m <sup>2</sup>	0,10	9,21
Skråstagg		94,00 m <sup>2</sup>	0,01	1,32

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Mønekam for Takstein Zanda Arktis svart</b>		<b>13,00 lm</b>	<b>0,63</b>	<b>8,17</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Mønestein Zanda Arktis svart		13,00 lm	0,07	0,91
Møneklosser	36x48	13,00 lm	0,03	0,36
Mønefolie		13,00 lm	0,07	0,91
Mønebånd 2 sider		13,00 lm	0,07	0,91
Mønekam av lekter	36x48	13,00 lm	0,35	4,53
Klemlekt på møne	23x48	13,00 lm	0,04	0,55

ELEMENT		MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Gesimskasse</b>		<b>26,00 lm</b>	<b>1,05</b>	<b>27,43</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
Rennevinkel innv.	125 mm	0,00 stk	0,00	0,00

Lufteleker gesimskasse	23x48	26,00	lm	0,09	2,44
Rennevinkel utv.	125 mm	0,00	stk	0,00	0,00
Forkantbord 22x148mm	22x148	26,00	lm	0,08	2,18
Bordtakbeslag		26,00	lm	0,06	1,46
Fuglelist		26,00	lm	0,05	1,21
Rennekrok av stål	125 mm	26,00	lm	0,02	0,46
Skjøtestykke for renner	125 mm	26,00	lm	0,01	0,36
Spikerslag gesimskasse	36x68	26,00	lm	0,09	2,44
Endebunn for renner	125 mm	26,00	lm	0,03	0,73
Fluening		26,00	lm	0,07	1,82
Takrenne av stål	125 mm	26,00	lm	0,08	2,18
Df i gesimskasse	19x148	26,00	lm	0,28	7,28
Spikerslag front sperrer/takstolende	36x123	26,00	lm	0,09	2,44
Klemlekt 15x48mm	15x48	26,00	lm	0,09	2,43

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Takutstikk Gavl</b>		<b>20,00</b>	<b>lm</b>	<b>0,90</b>	<b>17,92</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Klemlekt	23x48	20,00	lm	0,07	1,40
Df i takutstikk	19x148	20,00	lm	0,28	5,60
Spikerslag/kloss takutstikk på gavl	48x48	20,00	lm	0,07	1,40
Vindskier	22x148	20,00	lm	0,35	7,00
Fluening		20,00	lm	0,07	1,40
Vindskibeslag		20,00	lm	0,06	1,12

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Stigetrinn Takstein</b>		<b>1,00</b>	<b>rs</b>	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Stigesikring		1,00	STK	0,03	0,03
Innfestningspakke stigetrinn		1,00	STK	0,07	0,07
Stigetrinn		6,00	LM	0,17	0,17
Pipeplattform		1,00	STK	0,35	0,35

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Montering W-Takstol</b>		<b>94,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>0,24</b>	<b>22,35</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Montering W-takstol		16,92	stk	0,21	19,42
Spikerslag mellom takstoler	36x198	14,10	stk	0,01	0,99
Gaffelanker		28,20	stk	0,02	1,93

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Takstein for Soil</b>		<b>1,00</b>	<b>stk</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Takstein for Soil		1,00	stk	0,48	0,48
<b>Sum 26. Yttertak</b>					<b>162,64</b>

## 27. Fast inventar

### 0. Etasje

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Peisovn Duo 5 Sort med glassplate</b>		<b>1,00</b>	<b>stk</b>	<b>9,80</b>	<b>9,80</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Glassplate		1,00	stk	2,80	2,80
Peisovn Duo 5 sort stål		1,00	stk	7,00	7,00

### 1. Etasje

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Balansert ventilasjonsanlegg m/ varmegjenvinner villavent for enebolig</b>		<b>1,00</b>	<b>stk</b>	<b>39,20</b>	<b>39,20</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Balansert ventilasjonsanlegg m/varmegjenvinner villavent for enebolig		1,00	stk	39,20	39,20

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Brannslukker 6kg</b>		<b>1,00</b>	<b>stk</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Brannslukker 6 kg		1,00	stk	0,70	0,70

ELEMENT		MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Stålppe ventilert - Dråpen</b>		<b>1,00</b>	<b>stk</b>	<b>9,94</b>	<b>9,94</b>
POST	DIMENSJON	MENGDE		ENH. TID	SUM TIDSF.
Stuss Tiluftskanal Ø67		1,00	stk	0,14	0,14
Tiluftskanal 1325 Svart		1,00	stk	0,14	0,14
Startrør DS B49		1,00	stk	0,14	0,14
Startmodul B1000 Ø226 TL Svart		1,00	stk	0,14	0,14
Halvisolert TL B200 Ø226 TL Svart		1,00	stk	0,14	0,14
Helisolert modul B500 Ø280 TL Svart		1,00	stk	0,14	0,14

Helisolert modul B1200 Ø280 TL Svart	3,00	stk	0,42	0,42
Sluttmodul B200 TL	1,00	stk	0,14	0,14
Sluttmodul B1200 TL	1,00	stk	0,14	0,14
Feieplattform 500mm	1,00	stk	1,40	1,40
Mantel 1200mm	1,00	stk	0,14	0,14
Nederbeslag W 23-35	1,00	stk	1,40	1,40
Underbeslag 23-35	1,00	stk	1,40	1,40
Det.sats NSP firk. Takhatt	1,00	stk	2,80	2,80
Overgang Ø226 Ø280 TL Svart	1,00	stk	0,14	0,14
Aluminiumsforsterket gummiduk Svart 5lm	1,00	stk	0,70	0,70
Dekkplate Halvisolert 0-15 Sort	1,00	stk	0,14	0,14
Dekkplate Helisolert 0-15 Svart	1,00	stk	0,14	0,14
Dekkplate Helisolert 0 hel Sort	1,00	stk	0,14	0,14

**Sum 27. Fast inventar**

**59,64**

**28. Trapper, balkonger, m.m.**

1. Etasje

ELEMENT	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Terrasse/ Balkong Åpen 48x148 imp</b>	<b>6,00 m<sup>2</sup></b>	<b>1,19</b>	<b>7,14</b>
POST	DIMENSJON	ENH. TID	SUM TIDSF.
Terrassebord imp. på bj. 28x120mm	28X120	6,00 m <sup>2</sup>	4,20
Bjelkelag imp for balkong 48x148mm	48x148	6,00 m <sup>2</sup>	1,26
Beslag balkong	6,00 lm	0,10	0,59
Ribord imp balkong	36x148	6,00 lm	0,67
Bjelkesko 48mm	6,00 stk	0,07	0,42

**Sum 28. Trapper, balkonger, m.m.**

**7,14**

**29. Andre UE kostnader**

0. Etasje

ELEMENT	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Diverse malingsflikk</b>	<b>1,00 rs</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
POST	DIMENSJON	ENH. TID	SUM TIDSF.
Diverse malingsflikk	1,00 rs	0,00	0,00

1. Etasje

ELEMENT	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Svingtrapp Fauna180 gr. Beisede trinn, resten hvit</b>	<b>1,00 stk</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
POST	DIMENSJON	ENH. TID	SUM TIDSF.
Måltaking trapp	1,00 rs	0,00	0,00
Returgelender Fauna hvit	3,00 lm	0,00	0,00
Svingtrapp Fauna180 gr. Beisede trinn, resten hvit	1,00 STK	0,00	0,00
Frakt av trapp	1,00 stk	0,00	0,00

**Kjøkken og bad fra Aubo - Dråpen/Dråpen tradisjon**

ELEMENT	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
POST	DIMENSJON	ENH. TID	SUM TIDSF.
Kjøkken og bad fra Aubo	1,00 RS	0,00	0,00

**Sum 29. Andre UE kostnader**

**0,00**

**99. El, Frakt og Rør**

1. Etasje

ELEMENT	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>EL RS</b>	<b>1,00 rs</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
POST	DIMENSJON	ENH. TID	SUM TIDSF.
Oppstart EL	1,00 RS	0,00	0,00
Skjult anlegg EL	1,00 RS	0,00	0,00
Montering EL	1,00 RS	0,00	0,00

ELEMENT	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Frakt</b>	<b>1,00 rs</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
POST	DIMENSJON	ENH. TID	SUM TIDSF.
Rundsum Transportkostnader	1,00 rs	0,00	0,00

ELEMENT	MENGDE	ENH. TID	SUM TIDSF.
<b>Rør RS</b>	<b>1,00 rs</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
POST	DIMENSJON	ENH. TID	SUM TIDSF.
Oppstart RØR	1,00 rs	0,00	0,00
Skjult anlegg RØR	1,00 rs	0,00	0,00
Montering RØR	1,00 rs	0,00	0,00

**Sum 99. El, Frakt og Rør**

**0,00**

Sum tidsforbruk:

## **Vedlegg 12: Utdrag fra forelesning av Norgeshus, høsten 2018**





NTNU Husbyggingsteknikk

01.11.18

Norgeshus AS - Snorre Bjørkum

NORGESHUS  
- det du vil ha

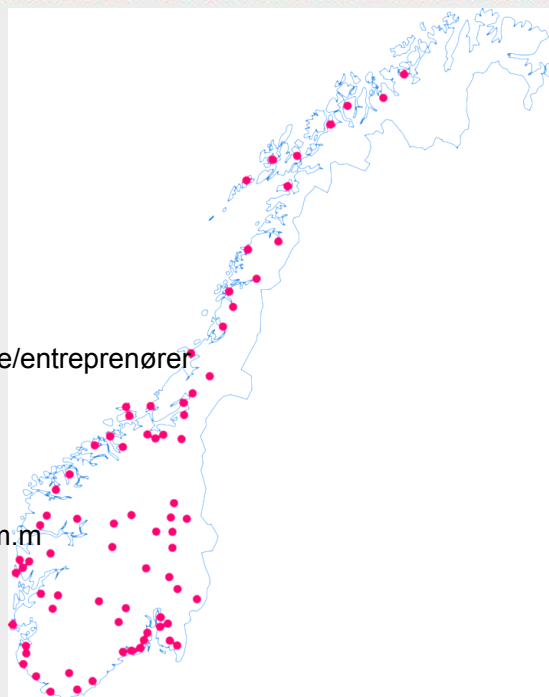
## Dagens tema

- Info om Norgeshus
- Teknisk forskrift med energikrav
- Energiforsyning
- FoU
- Bacheloroppgaver
- BIM

NORGESHUS  
- det du vil ha

## Norgeshus

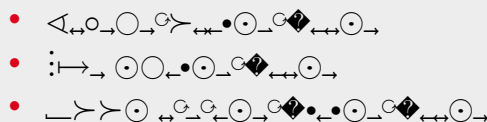
- En av Norges ledende boligbyggere
- Igangsatte ca. 900 enheter 2017
- Igangsatte 100 fritidsboliger i 2017
- Franchisekjede med 115 selvstendige byggmestre/entreprenører
- Ca. 1300 medarbeidere hos våre forhandlere
- Omsetning i systemet på ca. 2,5 MRD
- Sterk merkevare og et gjennomarbeidet konsept
- Bygger også blokker, næringsbygg, barnehager m.m
- Hovedkontor på Melhus
- IT, markedsføring og konsulenttjenester
- Hus- og hyttekataloger samt Konseptboliger



NORGESHUS drives som en franchisekjede

Konseptet utvikles ett sted og benyttes av mange selvstendige bedrifter

- Alle eier sin egen bedrift og jobber selvstendig





# **Vedlegg 13: Rapport – Quality and learning in construction production**










---

# Quality and learning in construction production

---



# INNHold

Introduksjon .....	4
 Om QLCP prosjektet .....	5
 Industri .....	6
Hva betyr kvalitet og hvordan levere verdi? .....	6
Hvordan sikre nødvendig kommunikasjon? .....	7
Hva gjør Veidekke videre? .....	8
 Teknologi .....	10
Samhandling gjennom åpne standardiserte API .....	10
Planner software .....	11
Site software .....	13
 Akademia .....	16
Digitalisering av arbeidsprosesser på byggeplass .....	16
Det sjefene sier, eller hva situasjonen krever? .....	18
Lean Thinking: Mistakeproofing .....	20
 Avslutning .....	22



# INTRODUKSJON

Denne publikasjonen har som mål å formidle hva prosjektet «Quality and Learning in construction production» (QLCP) har kommet frem til i perioden Mars 2017- November 2018. Prosjektet avsluttes formelt desember 2019.

Prosjektet har en kostnadsramme på 22,5 millioner der omlag 30% er støttet av Norges forskningsråd.

Deltakere i prosjektet har vært:

- Veidekke Entreprenør (Konsortium deltaker og prosjekteier, budsjett 8,7 MNOK)
- Holte (Konsortium deltaker, budsjett 9,7 MNOK)
- Entra (konsortium deltaker, budsjett 0,9 MNOK)
- BI (Oppdragsforskning ved Lena Bygballe og Anna Svärd, budsjett 1 MNOK)
- Universitetet i sørøst Norge (Oppdragsforskning ved Finn Ørstavik, budsjett 1 MNOK)
- University of california Berkeley (Oppdragsforskning ved Iris Tommelein, budsjett 0,4 MNOK)
- ENCORD (Diskusjonspartner, budsjett 0,1 MNOK)

Denne publikasjonen er en populærvitenskapelig oppsummering av prosjektet. Hensikten er å gjøre stoffet mest mulig tilgjengelig for aktørene i byggebransjen i god tid før prosjektet avsluttes.

Vi oppfordrer også til å ta personlig kontakt dersom du har spørsmål, kommentarer eller tilbakemeldinger.

God lesning!

## **Henrik Stemsrud**

Prosjektleder QLCP

Veidekke Entreprenør AS

# OM QLCP PROSJEKTET

Prosjektet skal bidra til et kvalitetssystem basert på involverende planlegging, som får informasjonen til å flyte. Vårt mål er sikker og effektiv produksjon, der det ferdige byggverket oppfyller funksjonskrav og myndighetskrav.

Antallet kvalitetsavvik både underveis i en byggeprosess og etter overlevering til kunde viser at dagens kvalitetsstyringssystemer for bygg og anlegg (BA) ikke i tilstrekkelig grad bidrar til ønsket forutsigbarhet, dokumentasjon og kvalitet i byggverket.

Det er en økende erkjennelse av at kompleksiteten i BA bransjen er høy og at dette er en sentral utfordring i all byggevirksomhet. For å sikre ønsket forutsigbarhet, dokumentasjon og kvalitet i produktet må det skapes styringssystemer som håndterer denne iboende kompleksiteten.

Veidekke Entreprenør har i prosjektet «Quality and Learning in Construction Production (QLCP)» gått løs på kvalitetsstyring fra flere perspektiver samtidig. Dette gjør vi sammen med flere partnere fra både akademia og BA bransjen. Prosjektet har fokusert på følgende forsknings og utviklingsfronter:

- Å utvikle konsepter for et nytt prosessbasert proaktivt kvalitetsstyringssystem som bygger videre på metodene i «Involverende planlegging» inkludert i denne er også Lean konseptet integrert.
- Å utvikle innovative IT-verktøy basert på en blanding av eksisterende og nyutviklet programvare.
- Å analysere hva kompleksiteten i byggevirksomheten består av og hvilke behov ulike deltakere i en byggeprosess har.

Samlet sett har målet med QLCP vært å utnytte mulighetene som ligger i å utvikle et velfungerende kvalitetssystem der bruk av nye verktøy kombineres med implementeringen av nye arbeidsprosesser.

I QLCP har vi kombinert kompetansen til akademiske forskere, programvareutviklere og eksperter med lang operativ erfaring fra flere sider av bransjen. Dette inkluderer også aktiv deltakelse fra våre fagarbeidere, formenn og Baser i produksjonen. Ved dette har QLCP bidratt med løsninger og forståelse som flytter FoU fronten i bransjen. Målet er at resultatene skal bygges inn i fremtidens kvalitetssystemer.

Det å bygge vil fortsatt være en fysisk transformasjonsprosess, der man basert på godt håndverk finner de gode løsningene sammen med andre. Dette prinsippet skal vi beholde, samtidig som vi utnytter kraften som ligger i digitalisert informasjonsflyt og mobile enheter.

Løsningene skal bygges inn i Veidekke Entreprenørs kvalitetssystemer samtidig som ny og innovativ programvare lanseres.

## FAKTA

QLCP ser på kvalitet som noe som må planlegges og konkretiseres frem mot utførelse. Målet er at planleggeren på ulike plannivåer får det man trenger, når man trenger det, der man trenger det i et nyttig og intuitivt format. Et eksempel på dette er at alle på et byggeprosjekt har «planen i lomma». Det betyr at alt det man trenger av planer, modeller, beskrivelser, saksbehandling og kommunikasjon i størst mulig grad er tilgjengelig via smarttelefonen.

# Hva betyr kvalitet og hvordan levere verdi?

«Kvalitet» er et begrep som det ofte legges ulik betydning i. Et eksempel på fire perspektiver der ulike varianter av kvalitet og verdi er eksemplifisert kan være:

- **Eiere:** «Vi tilbyr miljøledende og fleksible lokaler, med sentral beliggenhet og høy kvalitet»
- **Utførende:** «Vi etterlever kvalitetskravene fra lov, forskrift og kundekrav»
- **Brukere:** «Arealeffektivt og hyggelig bygg, lyst og trivelig med god luftkvalitet»
- **Samfunn:** «Kvalitet bidrar til gunstig stedsutvikling og en bærekraftig samfunnsutvikling»

Eksempelene ovenfor viser at deltakerne i prosessen har ulike kriterier for hva kvalitet betyr, og relativt ulike perspektiver på verdi.

Hos utførende er idag fokuset i stor grad på verdien i den produkttekniske kvaliteten. Sjekklister, stikkprøver, uavhengige kontroller osv har en sentral rolle i dagens kvalitetssystemer. Disse metodene er av natur reaktive og er i stor grad basert på en skadebegrensningsstrategi i form av å avdekke feil. I QLCP har vi lett etter svar på hvordan vi kan jobbe mer proaktivt med temaet kvalitet i fremtiden og samtidig ivareta ulike perspektiver på verdi. Svaret er en blanding av nye prosesser og nye verktøy som vil bidra til å øke kvaliteten og dermed verdien på det vi leverer.

Resultatet kan oppsummeres i følgende:

### **Jobber proaktivt med kvalitet, som en integrert del av all planlegging**

Nye verktøy kombinert med involverende planlegging som bidrar til at kvalitetsrelevante problemstillinger naturlig bringes tidligere inn prosessen. Dette gir økte muligheter for barrieretenkning, tidlig avdekking, kreativ problemløsning og kostnadseffektiv intervensjon.

**Metode:** Planlegging av kvalitet, som konkretisering frem mot utførelse.

### **Øker kvaliteten på beslutningene som tas**

Nye verktøy kombinert med involverende planlegging som muliggjør nødvendig beslutningsstøtte til de som skal ta beslutninger. Når beslutningene er tatt blir disse informerte beslutningene på en effektiv måte videreformidlet til resten av prosjektdeltakerne.

**Metode:** Kvalitetsrelevant informasjon til og fra den skarpe enden.

### **Tar utgangspunkt i produksjonssystemet**

Vi har betraktet problemstillingen fra perspektivet til fagarbeidere, baser og formenn. QLCP har som utgangspunkt at noe skal bygges, den fysiske transformasjonen i produksjonsaktivitetene står sentralt i bransjens verdiskapning.

**Metode:** Aktiviteten som skal utføres er den sentrale informasjonsbæreren.

### **Unike byggeprosjekter trenger gjenbrukbare prosjektmodeller og kvalitetssystemer**

En stadig økende kompleksitet i både prosjekter og systemer setter krav til en omforent, tydelig og gjenbrukbar struktur som prosjektdeltakerne kan kjenne seg igjen i fra gang til gang. Dette gjør at vi lettere kan både trekke ut og tilføre læring i byggeprosjektene.

**Metode:** Gjenbrukbare prosjektmodeller og kvalitetssystemer i alle byggeprosjekter.



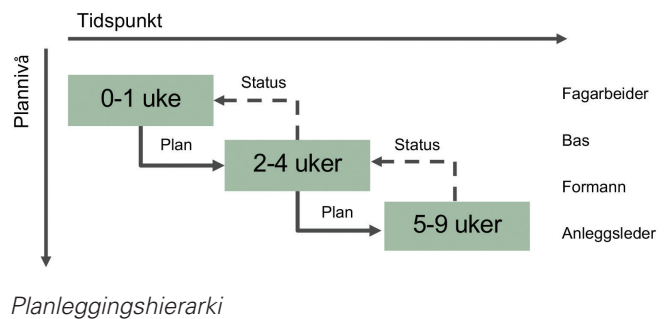
# Hvordan sikre nødvendig kommunikasjon?

På forrige side beskrev vi fire sentrale prinsipper. Disse har det til felles at de på ulikt vis dreier seg om informasjon og informasjonsflyt. Formidlingen av dette skjer igjennom kommunikasjon.

Informasjon og informasjonsflyt henger tett sammen med kvalitet i prosjektbasert produksjon. Det å sikre nødvendig kommunikasjon er avgjørende for sluttresultatet. Involverende planlegging inneholder elementer av både struktur og kultur som setter kommunikasjon og planlegging i system.

Den mest brukte non verbale kommunikasjonsformatet i byggeprosjekter er kommunikasjon i formatet plan. Planen er punktet der alle deltakere i prosessen møtes. Planen er også det enkleste og mest konsise formatet vi kan benytte for å beskrive aktiviteter som skal utføres. En aktivitetsbasert plan er i så måte en velegnet informasjonsbærer for all type kommunikasjon om det som skal, er, - eller har blitt utført i prosjektbasert produksjon.

Det å sikre informasjon og informasjonsflyt handler i praksis om å etablere systemer og formater for effektiv, konsis og sikker kommunikasjon. En grunnleggende forutsetning er å forstå hva som skal kommuniseres, med hvem det skal kommuniseres med og hvordan dette best kan kommuniseres.

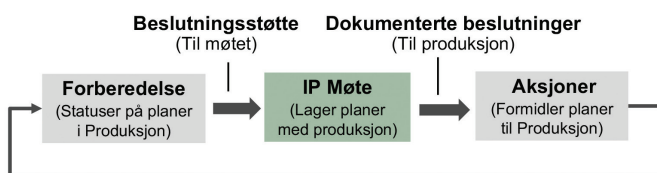


I QLCP har vi sett nærmere på hvordan planer flyter igjennom kommunikasjonsmodellen, denne gjentas på hvert nivå av planleggingshierarkiet. Vi ønsker at statuser på planer i produksjon (beslutningsstøtte) er forberedt og tilgjengelig i møtet der planer lages sammen med produksjonen. Samtidig skal disse (dokumenterte beslutningene) på en enkel måte kunne videreformidles som aksjoner i formatet plan til produksjonen.

Modellene erkjenner at planlegging i praksis er noe syklisk og iterativt, samtidig som vi legger premissene i et rammeverk for hvordan nye verktøy skal støtte opp om eksisterende planleggingsprosesser.

Bygningsinformasjonsmodeller er et eksempel på format som kan støtte den generiske modellen ovenfor. Disse modellene kan inneholde og videreformidle planinformasjon sammen med et stort antall øvrige dimensjoner slik som geometri, mengder, ressurser, toleranser, logistikk, kostnader osv.

Uavhengig av antall dimensjoner i bygningsinformasjonsmodellen er det informasjon og informasjonsflyt rundt planer og aktiviteter som skal utføres som er hovedpoenget i prosessen.



# Hva gjør Veidekke videre?

Den viktigste grunnen til at Veidekke gikk inn i QLCP-prosjektet var et ønske om at prosjektresultatene skulle kunne brukes til å redusere kvalitetskostnadene, dvs kostnadene forbundet med å gi byggverket de egenskapene som tilfredsstillende oppdragsgivers behov, funksjonskrav og myndighetskrav i de prosessene som vi deltar, og da særlig produksjonsprosessen på byggeplassen.

Veidekke har vært lead for arbeidspakke WP3 «Improve the processes relating to quality». I dette arbeidet ble det tidlig klart at veien til å gjøre prosessen mer proaktiv gikk gjennom involverende planlegging (IP) og arbeidet satte ut et mål om å innovere et kvalitetssystem med følgende funksjonalitet:

1. Dokumentere og saksbehandle det som er riktig og det som er feil
2. Strukturere og analysere data fra (1) og bruke disse til læring
3. Kvalitetsrelevant informasjon til den skarpe enden (planleggeren på ulike plannivåer)
  - Det man trenger
  - Når man trenger det
  - Der man trenger det
  - I et nyttig (intuitivt) format

4. Planlegging av kvalitet som konkretisering frem mot utførelse (IP)

QLCP prosjektet har gitt betydelig bidrag til å innovere på dette, og Veidekke vil arbeide videre med dette i piloter på følgende vis:

	Hva som har vært oppnådd 2016-2018	Hvordan vi jobber videre med dette i 2019
1. Dokumentere og saksbehandle det som er riktig og det som er feil	I en utvikling drevet av prosjektene har 'tradisjonell' avviksrapportering blitt tatt inn i nye digitale verktøy, og medført en stor økning i volumet av informasjon, nye kommunikasjonsstrømmer og en stor nivåheving i arbeidet med kvalitet i det enkelte prosjekt	Endre rutinene for kvalitet basert på denne utviklingen og standardisere oppsettet av digitalverktøyene for å øke verdien av informasjonsutveksling på tvers av prosjekter og organisasjoner
2. Strukturere og analysere data fra (1) og bruke disse til læring	Veidekke har på konsernnivå gjennomført et forprosjekt for data management, etablert innsiktsfabrikken og forberedt gjennomføringen av et pilotprosjekt i bygg og anleggsvirksomheten i Norge på å analysere data knyttet til HMS, miljø og kvalitet.	Gjennomføring av pilotprosjekt i bygg og anleggsvirksomheten i Norge på å analysere data knyttet til HMS, miljø og kvalitet.
3. Kvalitetsrelevant informasjon til den skarpe enden	QLCP har gjort klart at planlegging for kvalitet er en grunnleggende del av Involverende Planlegging, og dette har vært et viktig premiss for utviklingen av den nye applikasjons-suiten til Holte AS, i særdeleshet Site-applikasjonen	Full-skala pilotering av applikasjons-suiten til Holte AS i et byggeprosjekt i Veidekke.
4. Planlegging av kvalitet som konkretisering frem mot utførelse (IP)		Tilrettelegge for og ta i bruk fagsystemet integrert i digitale verktøy for kvalitet



95  
52



A  
14

VEIDEK&E

APPROVED FOR TRANSPORT  
BY YOUR CUSTOMER'S  
LOGISTICS

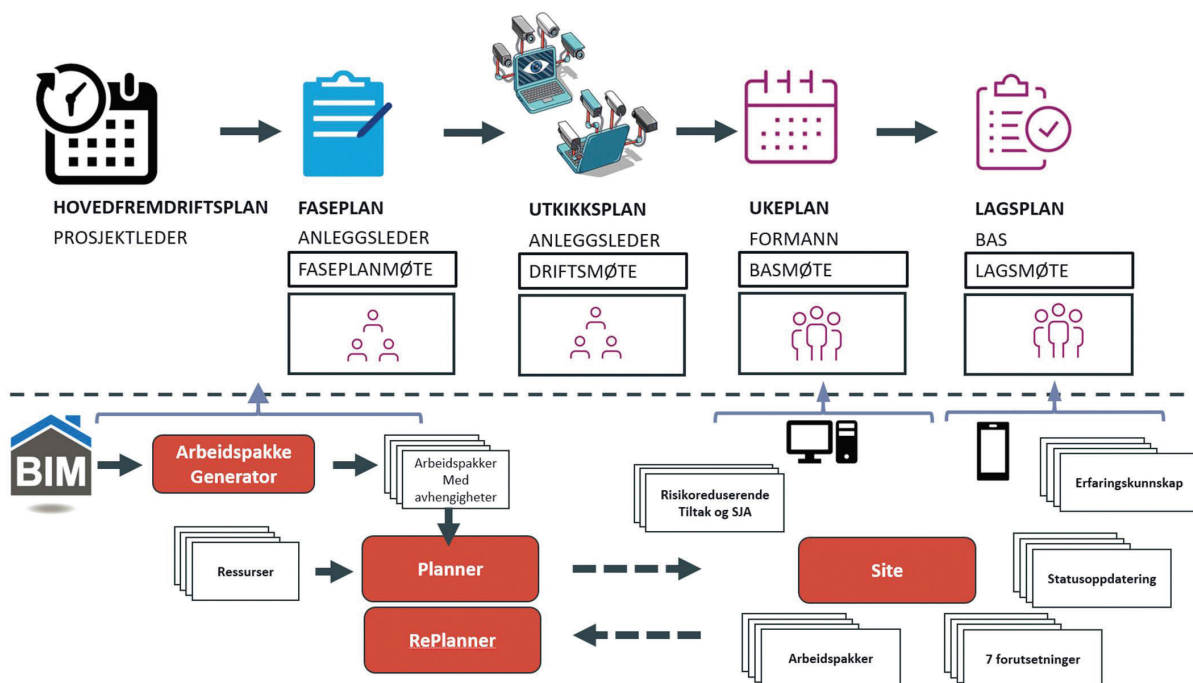
VERHOX  
PLUS  
10 L

TN-S  
400 / 230 V  
SATEN

## TEKNOLOGI

# Samhandling gjennom åpne standardiserte API

QLCP prosjektet baserer seg på åpne standarder som er i bruk i byggenæringen internasjonalt. Prosjektet bidrar også til utviklingen av nye standarder for å få bedre informasjonsflyt i byggeprosjekter.



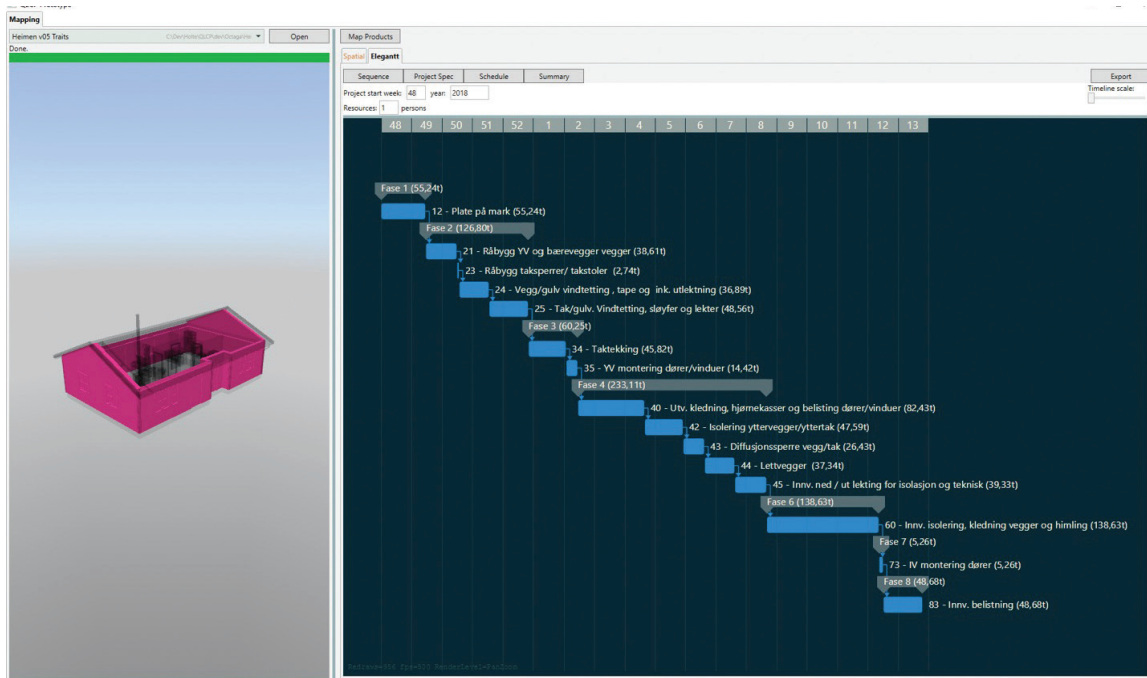
Programvareleverandørene gikk sammen på starten av 2000 tallet og ble enige om å felles satse på BuildingSmart-formatet IFC som utvekslingsformat for bygg og byggevirksomhet. Denne enigheten gjør at man i dag kan utnytte kunnskapen fra arkitektmodellen gjennom hele prosjektet.

I 2018 har programvareleverandørene på nytt satt seg sammen for å enes om noen felles standarder for den øvrige samhandlingen. Dersom alle apper baserer seg på en eller flere av disse standardene vil man fritt kunne sette sammen et økosystem av sine favorittprogrammer som faktisk snakker sammen. Byggenæringens samhandlingsplattform som dette omtales som må derfor være en samling åpne standarder, hvor sluttbruker alltid skal eie sine egne data og stå fritt til å bytte leverandør etter eget ønske.

QLCP prosjektet vil bidra til utviklingen av, bruke og implementere flere av disse nye samhandlingsstandardene for å sikre høy kvalitet på beslutningsgrunnlag, en rikere informasjonsmodell og mer struktur på informasjonsflyt i prosjektene.

# Planner software

The Planner software contains tools for describing reusable work packages, and tools for mapping BIM elements to work packages. Dependencies between work packages are deduced using a combination of spatial analysis and predefined work package traits. The result is a proposed sequence of activities.



Screenshot showing project schedule proposal based on BIM and Work Packages

The Planner software consists of two products: a Work Package Editor and a Project Sequence Editor.

## Work Package Editor

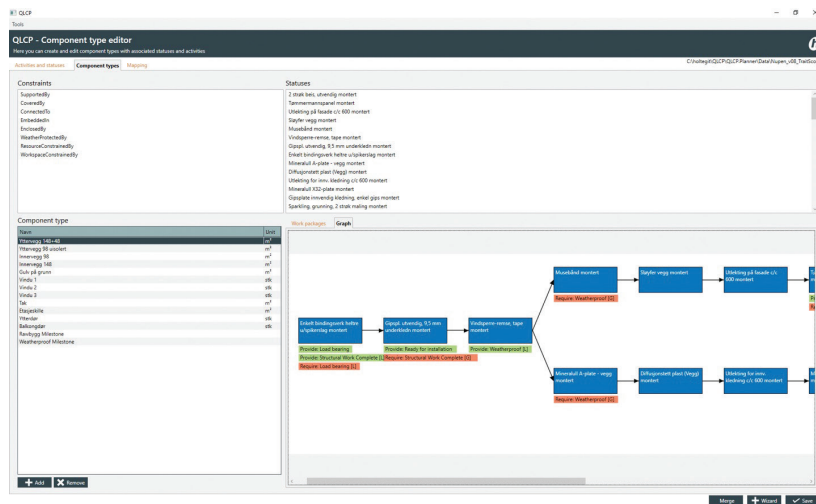
The Work Package Editor enables describing the construction process of a building elements. This is done by specifying the various states the building element goes through during its manufacturing process, as well as the activity required to reach each particular state.

The states can be assigned relevant traits that denotes construction industry characteristics like Load Bearing, Structural Work Complete, Ready for Covering, Ready For

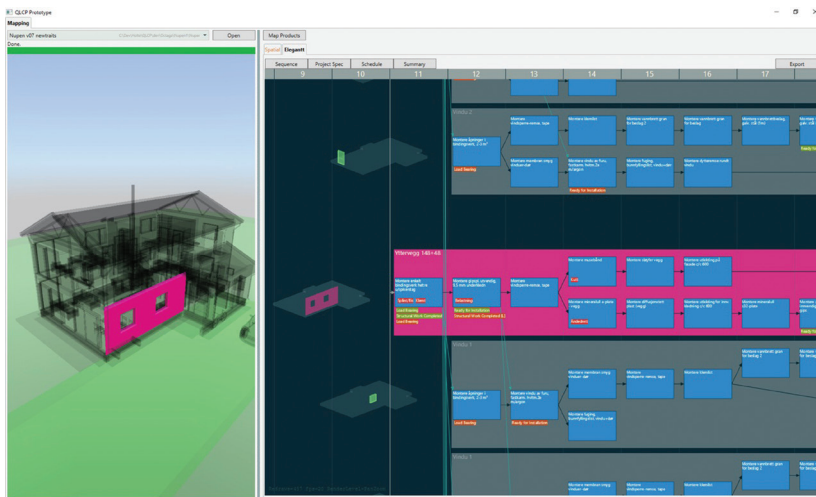
Hidden Technical Installations, Surface Dry, etc. These traits, in addition to documenting the construction process, are used in the Project Sequence tool to determine dependencies between components (e.g. a wall and the window in the wall).

The activities can have further information attached as well; work effort and cost information, trade details and other resource requirements, risks to describe typical dangers related to this activity, checklists to ensure proper quality, etc.

Work packages are project independent.



Screenshot showing Work Package Editor with a wall component



Screenshot showing work packages for BIM

## Project Sequence Editor

The Project Sequence Editor tool takes a BIM in the form of an IFC file, and maps its building elements to the work packages designed in the Work Package tool. Dependencies between activities in different work packages are introduced as a result of a spatial analysis of the BIM. Further dependencies are added using the component state traits assigned in the Work Package tool. The result is a proposed sequence of activities.

Using the trade skills and work effort requirements from the work package, and given available resources for the project at hand, candidates for a project schedule can be generated.

## Dependency Editor

The dependencies between states (and their respective activities) in a work package carries information on why that dependency is there. The reason uses construction industry terminology such as "Physically supports", "Encloses", "Covers", "Connects" etc.

The dependencies the Project Sequence tool produces also carry semantic information documenting their existence. An extension of the Sequence tool, named Replanner, ensures that moving activities in time are done in consistent manner by using the information contained in the dependencies.

# Site software

The Site software is a tool for managing complexity through progress tracking and communication on the building site. Its focus is on human communication, having a goal of minimizing bureaucracy.

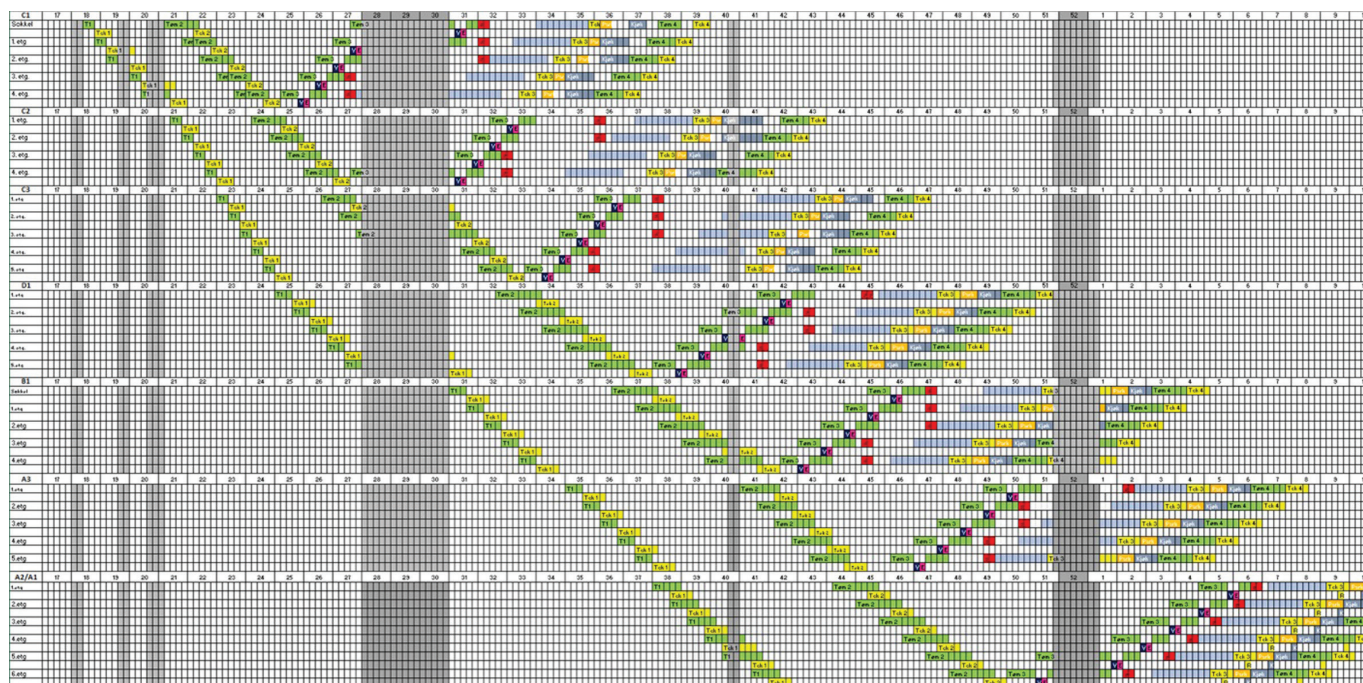
The Site software is a tool for managing complexity through progress tracking and communication on the building site. Its focus is on human communication, having a goal of minimizing bureaucracy.

The actors on the building site plan work and track progress in a common transparent system supported by the software. The communication channel is available both within a team/unit, and also between other teams/trades/professions/companies. The interdisciplinary communication is especially expected to reduce the effect of interface challenges between trades/professions.

An effort has been made to make the system catch and handle obstacles before they materialize as deviations which typically require more effort to resolve.

The software is available as a tool for planning and monitoring work, and as a mobile app for tracking progress and communicating. The mobile app enables the craftsman/skilled worker to easily review current work assignments, and report and monitor status of relevant obstacles.

The Site software can utilize results from Planner software, including using work packages a source for activities.



Screenshot showing existing project plan in Excel

# TEKNOLOGI

**QLCP Bas | Strikkemønster med fag**  
Test prosjekt Holte - fase

Ansvarlig: <Alle> Til: Select a date [13] Lokasjon: <Alle> Status: <Alle>

Fag	Arbeidsoppgave	Beskrivelse	Ansvarlig	Min	Gruppe	Etasje	Lokasjon	Start	Slutt	Status	Hindring	Sist endret
Tømmer	Justering kabiner		Henrik Stemsrud	Tømmer	Sokkel	C1		02.05.2018	03.05.2018			30.10.2018 09:47
Tømmer	10+10 cm. Isolasjon		Henrik Stemsrud	Tømmer	Sokkel	C1		02.05.2018	03.05.2018			30.10.2018 09:47
Tømmer	Plast og utlekting 5 cm		Henrik Stemsrud	Tømmer	Sokkel	C1		02.05.2018	03.05.2018			30.10.2018 09:47
Tømmer	10+10 cm. Isolasjon		Henrik Stemsrud	Tømmer	1. etg	C1		04.05.2018	07.05.2018			30.10.2018 09:47
Tømmer	Plast og utlekting 5 cm		Henrik Stemsrud	Tømmer	1. etg	C1		04.05.2018	07.05.2018			30.10.2018 09:47
Tømmer	Justering kabiner		Henrik Stemsrud	Tømmer	1. etg	C1		04.05.2018	07.05.2018			30.10.2018 09:47
Ventilasjon	Ventilasjon ut av kjøkken		Lars Mikalsen	Ja	Teknisk	Sokkel	C1	04.05.2018	08.05.2018			01.11.2018 10:22
Elektrisk	Rør/bokser i VV		Per Poulsen	Teknisk	Sokkel	C1		04.05.2018	08.05.2018			13.11.2018 14:17
VVS	Radiator ut av påføring		Marius Børstad	Teknisk	Sokkel	C1		04.05.2018	08.05.2018			30.10.2018 09:47
Ventilasjon	Vertikalt strekk i sjakter, til like over dekke avstand iht. brannetting		Lars Mikalsen	Ja	Teknisk	Sokkel	C1	04.05.2018	08.05.2018			30.10.2018 09:47
Elektrisk	Koble badekabin		Per Poulsen	Teknisk	Sokkel	C1		04.05.2018	08.05.2018			13.11.2018 14:33
Ventilasjon	Ventilasjon ut av badekabin		Lars Mikalsen	Ja	Teknisk	Sokkel	C1	04.05.2018	08.05.2018			30.10.2018 09:56
VVS	Koble vann og avløp badekabin		Marius Børstad	Teknisk	Sokkel	C1		04.05.2018	08.05.2018			30.10.2018 09:47
VVS	Vann og varme i kombiskap		Marius Børstad	Teknisk	Sokkel	C1		04.05.2018	08.05.2018			30.10.2018 09:47
Tømmer	10+10 cm. Isolasjon		Henrik Stemsrud	Tømmer	2. etg	C1		08.05.2018	09.05.2018			30.10.2018 09:47
Tømmer	Justering kabiner		Henrik Stemsrud	Tømmer	2. etg	C1		08.05.2018	09.05.2018			30.10.2018 09:47
Tømmer	Plast og utlekting 5 cm		Henrik Stemsrud	Tømmer	2. etg	C1		08.05.2018	09.05.2018			30.10.2018 09:47
VVS	Radiator ut av påføring		Marius Børstad	Teknisk	1. etg	C1		08.05.2018	14.05.2018			30.10.2018 09:47
Ventilasjon	Ventilasjon ut av kjøkken		Lars Mikalsen	Ja	Teknisk	1. etg	C1	08.05.2018	14.05.2018			13.11.2018 13:46
VVS	Koble vann og avløp badekabin		Marius Børstad	Teknisk	1. etg	C1		08.05.2018	14.05.2018			05.11.2018 22:44
Ventilasjon	Vertikalt strekk i sjakter, til like over dekke avstand iht. brannetting		Lars Mikalsen	Ja	Teknisk	1. etg	C1	08.05.2018	14.05.2018			30.10.2018 09:47
Elektrisk	Koble badekabin		Per Poulsen	Teknisk	1. etg	C1		08.05.2018	14.05.2018			30.10.2018 09:47
Elektrisk	Rør/bokser i VV		Per Poulsen	Teknisk	1. etg	C1		08.05.2018	14.05.2018			30.10.2018 09:47
VVS	Vann og varme i kombiskap		Marius Børstad	Teknisk	1. etg	C1		08.05.2018	14.05.2018			30.10.2018 09:47

**Mangler/hindringer for Ventilasjon ut av kjøkken**

Emne	Siste melding	Status	Rapportert av	Mottaker	Oppdatert
Trøbbel med størrelse på utluft	Sjønner. Det er greit Lars. Sett opp et forslag til meg så skal jeg prøve å skaffe flere folk til deg.	Lukket	Lars Mikalsen	Henrik Stemsrud	01.11.2018

Behandle Opprett Oppdater

Screenshot showing activities (imported from Excel) and their statuses





Screenshot showing mobile app with activities and their statuses



Screenshot showing conversation concerning an obstacle

# Digitalisering av arbeidsprosesser på byggeplass

Handelshøyskolen BI v/Senter for byggenæringen deltar i QLCP gjennom en studie av endringsprosesser knyttet til introduksjon og bruk av ny digital teknologi på byggeplass.

## Lena E. Bygballe

Førsteamanuensis og leder av Senter for byggenæringen ved Handelshøyskolen BI  
Epost: lena.bygballe@bi.no

## Anna Swärd

Førstelektor, Handelshøyskolen BI  
Epost: anna.r.s.sundberg@bi.no

Den digitale teknologiske utviklingen påvirker arbeidslivet, og morgendagens arbeidsprosesser vil se annerledes ut enn dagens. Spesielt vil bruk av mobil teknologi, slik som smarttelefoner og håndholdte tablets, endre måten folk kommuniserer og jobber på. Bygg og anlegg er intet unntak. Det snakkes om papirløse byggeplasser, og stadig nye apper som lover å gjøre byggeplassen mer effektiv.

Ny teknologi innebærer endring i måten man jobber på, og det litteraturen referer til som rutiner, det vil si, gjentakende og gjenkjennbare handlingsmønstre, som involverer ulike aktører (Feldman & Pentland, 2003). Dette er utfordrende. Rutiner er et resultat av tidligere erfaringer, og reflekterer en felles forståelse for hvordan og hvorfor man gjør ting. Dette innebærer at rutiner også representerer en 'våpenhvile' mellom ulike interesser (Nelson & Winter, 1982).

Det finnes mange eksempler på feilslåtte initiativer der ny teknologi har blitt forsøkt implementert ovenfra og ned, uten at man har tatt nok hensyn til det faktum at det krever endring av folk og rutiner. Ofte behandles slike initiativer som isolerte tiltak, uten at de ansvarlige tar nok hensyn til konsekvensene over tid og sted. Historien viser at folk ofte bruker ny teknologi på en annen måte enn planlagt. Dette betyr at det i beste fall er håpefullt å tro at man kan designe nye rutiner og systemer, og at det automatisk vil gi ønsket endring i praksis (Pentland & Feldman, 2008).

I denne studien, har målet vært å bidra til forskningsbasert kunnskap om hva som skjer når man introduserer ny digital teknologi på byggeplass, og hvordan dette påvirker eksisterende arbeidsprosesser/rutiner samt hvilke betingelser som spiller inn for hvorvidt man får til endring eller ikke. Studien viser to hovedfunn, som vi kan lære av. Det første handler om betydningen av å være bevisst på forskjellen mellom formelle rutiner/initiativer og hva som skjer og erfares i praksis. Dette berører selve kjernen av QLCP, der hensikten har vært å utvikle et proaktivt kvalitetssystem, som tar fagarbeidernes perspektiv på alvor, og som legger til rette for læring gjennom det daglige arbeidet.

Den eksisterende kvalitetsprosessen og overordnede, formelle rutinen i Veidekke Entreprenør, med papirbaserte sjekklister og manuell innføring av avvik i systemet, ble utført på variert vis i praksis. Misnøye med denne førte til at noen prosjekter bestemte seg for i bruk Dalux, som er et digitalt, app-basert verktøy for sjekklister og avvikshåndtering. Dette spredte seg raskt til andre prosjekter, siden det var enkelt å bruke og opplevdes som nyttig.

Det andre temaet handler om betydningen av å se på endringsprosesser i et tidsperspektiv (Langley, Smallman, Tsoukas, & Van de Ven, 2013). Endringsprosesser må sees over et lenger tidsrom for å avdekke forutsetninger og konsekvenser som ikke ligger umiddelbare opp i dagen. Samtidig er det viktig å se på hvordan tid og oppfattelsen av tid former og formes av ny teknologi.

For eksempel ved å se på historien til Veidekke, forstår vi betydningen av organisasjonskulturen for hvordan endringstiltak har blitt gjennomført, og hvilken autonomi som gis til prosjektorganisasjonen. Dagens endringstakt krever rask omstilling, noe som utfordrer både virksomheten sentralt og prosjektene som sådan.

Sentralt har man gjerne en lenger tidshorisont hva gjelder utviklingsarbeid, mens prosjektene styres av sin egen rytme. Vi finner imidlertid at det var nettopp prosjektenes opplevelse av dårlig harmoni mellom den eksisterende prosessen og systemet og tidslogikken i prosjektene, som i stor grad drev fram endringen og den relativt raske implementeringen av Dalux. Det samme kan sies å ligge til grunn for QLCP, altså behovet for å skape et system som bedre samsvarer med rytmen i prosjektene.

I litteraturen refererer man til slik samstemthet som 'connected flow' (Kolb, Caza, & Collins, 2012), der teknologi, arbeidsoppgaver og teamsammensetning er samstemte. Dette er en viktig innsikt å ta med seg for å forstå hvordan ny teknologi kan endre og forbedre arbeidsprosesser på byggeplass. Mange hevder at virksomheter som evner å engasjere arbeidstakerne i bruk av ny digital teknologi, vil stille sterkere i den globale konkurransen (MacCormick, Dery, & Kolb, 2012). Digital teknologi letter kommunikasjonen mellom kolleger, skaper mer fleksibilitet og bidrar til økt synlighet og produktivitet. Samtidig kan det også bidra til å fremmedgjøre folk, skape stadige avbrudd i arbeidsprosesser og føre til at skillet mellom privatliv og jobb viskes ut. En viktig forutsetning for å lykkes er derfor å skape en tilstrekkelig grad av 'connectedness', der folk og systemer er koblet sammen på en måte som skaper flyt i arbeidsprosessene og rutinene.

#### FAKTA

Studien er basert på en kvalitativ prosess-studie (Langley et al., 2013) av utviklingen og implementeringen av ny teknologi for å forbedre kvalitetsarbeidet i Veidekke Entreprenør, både på sentralt nivå og på prosjektnivå. 30 intervjuer er gjennomført med en rekke personer. Andre viktige datakilder har vært dokumenter, slik som prosedyrer og referater, og observasjoner i ulike møter.

## Referanser

- Feldman, M. S., & Pentland, B. T. 2003. Reconceptualizing organizational routines as a source of flexibility and change. *Administrative science quarterly*, 48(1): 94-118.
- Kolb, D. G., Caza, A., & Collins, P. D. 2012. States of connectivity: New questions and new directions. *Organization Studies*, 33(2): 267-273.
- Langley, A., Smallman, C., Tsoukas, H., & Van de Ven, A. H. 2013. Process studies of change in organization and management: Unveiling temporality, activity, and flow. *Academy of management journal*, 56(1): 1-13.
- MacCormick, J. S., Dery, K., & Kolb, D. G. 2012. Engaged or just connected? Smartphones and employee engagement. *Organizational Dynamics*, 41(3): 194-201.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. 1982. An evolutionary theory of economic change. New York: Harvard University Press.
- Pentland, B. T., & Feldman, M. S. 2008. Designing routines: On the folly of designing artifacts, while hoping for patterns of actions. *Information and Organization*, 18(4): 235-250.

# Det sjefene sier, eller hva situasjonen krever?

USN har gjort en nærstudie av hvordan kvalitet realiseres i et byggeprosjekt der involverende planlegging er tatt i bruk. Målet har vært å forstå bedre hvordan kompetente arbeidere i produksjonen bidrar til å realisere kvalitet, og hvilken betydning administrative systemer for kvalitetskontroll faktisk har i produksjonen.

## Finn Ørstavik

Dr. Philos.  
Førsteamanuensis ved USN  
Epost: finn.orstavik@usn.no

### Kvalitet gjennom involverende planlegging

Det hører med til barnelærdommen for prosjektledere at det å drive god planlegging og å kontrollere at planer følges opp i praksis er helt avgjørende både for at prosjekter skal lykkes og for at kvaliteten på det som skapes skal bli god. I litteraturen om prosjektledelse er det likevel mange som kritiserer overdreven tro på betydningen av planer og ledelseskontroll. Kompleksiteten i store prosjekter skaper en uforutsigbarhet som gjør at planer heller kan bli som tvangstrøyer enn nyttige hjelpemidler. Uforutsigbarheten underveis gjør at situasjoner oppstår som må takles ved hjelp av kreativitet og fleksibilitet. I Veidekkes system for Involverende Planlegging (IP) er dette et viktig poeng: For at prosjekter skal bli vellykkede og kvaliteten på resultatene god er det om å gjøre å mobilisere kunnskapen og kompetansen som fagfolk i produksjonen har, og ikke falle tilbake på tradisjonelle ideer om planlegging og kontroll.

### En etnografisk studie av kvalitetsstyring i praksis

USN har som del av QLCP-prosjektet gjort en studie av hva som foregår i en prosjektorganisasjon der IP er tatt i bruk. Etnografiske metoder har vært anvendt for å få kunnskap om alle de forskjellige gruppene av bidragsytere som befinner seg ute på byggeplass, og derigjennom å forstå forholdet mellom planer, involvering og ansvarsdeling i praksis. Spesielt har det vært om å gjøre å se på hvordan IP kan innvirke på kvaliteten som oppnås i produksjonen.

Kvalitetsutfordringen er vurdert i forhold til fenomenene asymmetrisk informasjon og multiparametrisk optimalisering (Orstavik, 2015). Dette dreier seg om to forhold:

- Mye av kunnskapen om det som lages sitter i hodet og hendene på dem som arbeider i produksjonen. Men denne kunnskapen settes det slett ikke alltid ord på og den deles ikke alltid med andre. At kunnskapen er «taus» (tacit) gjør at det ikke behøver å være noen direkte kobling mellom det som ytes kvalitativt i produksjonen og lønna man får for jobben. Fagarbeiderne kan dermed oppleve at det ikke er noe å tjene på å bygge med høy kvalitet.
- Et byggverk skapes som et system satt sammen av mange delsystemer. For å få et best mulig resultat må byggverket som helhet få høy kvalitet, innenfor ressursrammene som er fastlagt. Fra et prosjektsynspunkt må høy kvalitet i ett delsystem vurderes i forhold til kvaliteten som kan oppnås i andre delsystemer. Ettersom det å oppnå et Pareto-optimum<sup>1</sup> neppe lar seg realisere i praksis, kan det mest fornuftige være å bygge med tilstrekkelig (middels) god kvalitet i alle delsystemer.

### Kompleksitetshåndtering og produksjonsflyt

Produksjon på byggeplass skjer i et komplekst samspill mellom mange aktører der både mennesker og materiell inngår. Det er instruktivt å sammenligne produksjonsprosessen med en dans. På byggeplassen utføres bevegelser (ofte i form av repeterende operasjoner) som står i et komplekst forhold til hverandre. Noe må være tett koordinert, men slett ikke alt. For at dansen ikke skal bli ubalansert og full av avbrytelser må bevegelser ha en rytme og danne tydelige mønstre. Mye handler om at mennesker ikke skal kollidere med hverandre, men samtidig dreier en helt sentral del av den operative koordineringen seg om hvordan mennesker og materielle elementer omgås. Også i denne sammenheng trengs flyt, og det oppnås når arbeiderne har lært seg arbeidsmåter som får de ellers tunge og lite samarbeidsvillige materielle elementene til å fremstå både som håndterlige og forholdsvis medgjørlige dansepartnere. Da blir produksjonen effektiv og resultatene får forutsigbar kvalitet.

<sup>1</sup> En situasjon hvor ingen delsystemer kan forbedres uten at det som vinnes mer enn oppveies av det som tapes gjennom negative effekter i andre delsystemer.

## Kvalitetsvurdering i praksis

De ulike produksjonsaktivitetene reguleres i stor grad gjennom de uformelle vurderingene som gjøres av enkeltpersoner og arbeidslag. Kvalitet bestemmes av hva som regnes som akseptable løsninger og utførelser i praksis, og de løpende vurderingene av dette er i stor grad basert på sedvane etablert i fagenes egen praksis. Vurderinger gjøres imidlertid ikke utelukkende etter faginterne kriterier. De påvirkes av mange andre forhold som oppfattes som relevante. Ett eksempel på slike forhold kan være hvordan det ett lag selv gjør virker inn på arbeidet andre lag gjør.

## Tillit og samvirke gjennom etablering av et omforent rammeverk

Prosjektorganisasjonens yteevne avhenger dermed av at relasjonene mellom deltakerne er gode, at de har en felles oppfatning om hva som skal gjøres og hvordan det skal arbeides i prosjektet. IP bidrar til å skape et omforent rammeverk tidlig, og etablerer møteplasser der partnerne kan forhandle om konkrete løsninger på grunnlag av det felles rammeverket. Dette skaper forutsetninger for utvikling av tillit, for relativt stor grad av åpenhet, og for at deltakerne på en kunnskapsbasert måte kan finne løsninger som er tilstrekkelig gode.

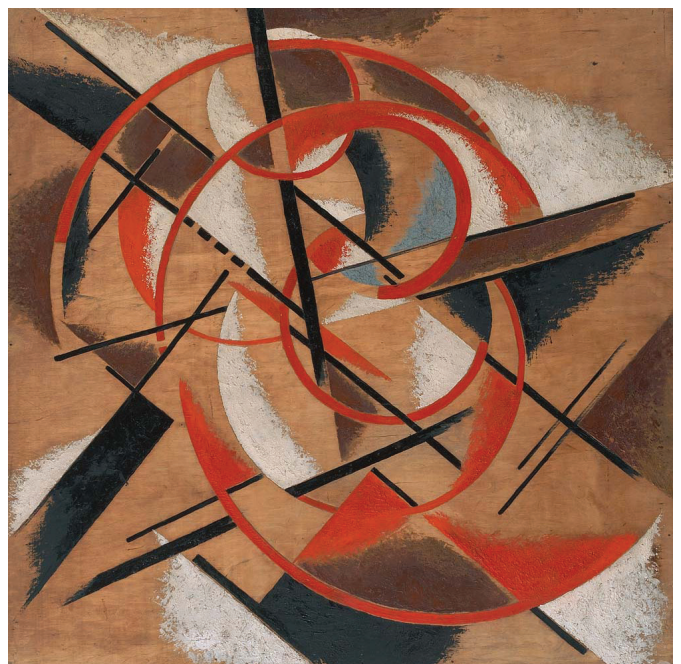
## Det situasjonene krever, ikke det sjefene sier

IP er innrettet mot å mobilisere ressursene som finnes i en prosjektkoalisjon, og realiserer det ledelsesprinsippet som Mary Parker Follett (1965) formulerte i mellomkrigstida: At arbeidere og funksjonærer ikke må settes inn i en kommunikativ og organisatorisk sammenheng der poenget først og fremst er å adlyde ordrer og å «løpe ærender» for ledelsen. En ledelses sentrale oppgave er ikke å gi ordre, men å tydeliggjøre rammevilkårene som en produksjonsinnsats må gjennomføres innenfor. Skapes det oppslutning om disse rammene, kan folkene i produksjonen selv finne løsninger og utvikle slagkraftig praksis. Deres oppmerksomhet vil da være rettet mot å løse arbeidsoppgavene og ikke hva de kan finne på for å fremstå i et best mulig lys overfor sjefene.

## Referanser

Follett, M. P. (1965). *Dynamic Administration. The collected papers of Mary Parker Follett. Edited by H. C. Metcalfe and L. Urwick.* London: Pitman and Sons.

Orstavik, F. (2015). Incentives for Innovation in Construction. In F. Orstavik, A. Dainty, & C. Abbott (Eds.), *Construction Innovation* (pp. 13-28): Wiley Blackwell.



*Liubov Popova, Space-Force Construction, 1921, oil with wood dust on plywood. State Museum of Contemporary Art, Thessaloniki.*

# Lean Thinking: Mistakeproofing (or Poka Yoke in Japanese)

Mistakes? Yes, we all make mistakes. To err is human. People can and will make errors (mistakes) inadvertently, despite their best intentions.

**Iris Tommelein**

Professor, Engineering and Project Management  
 Director, Project Production Systems Laboratory  
 Epost: tommelein@berkeley.edu

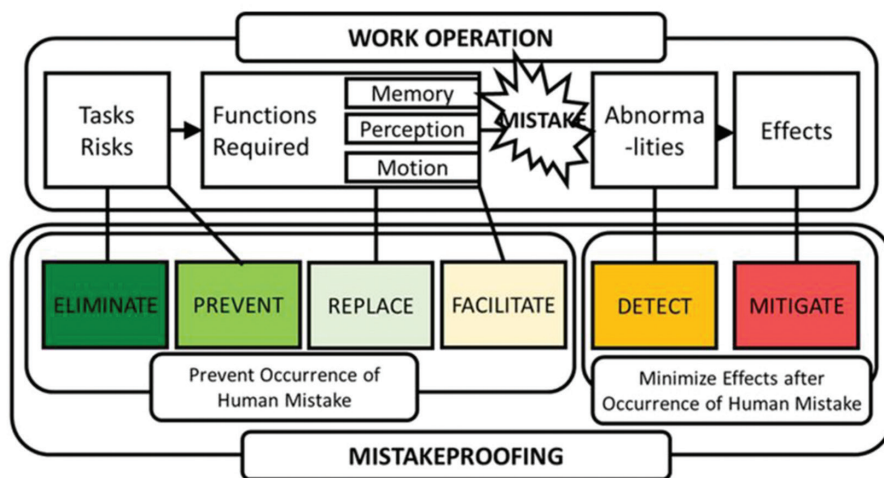
Mistakeproofing is the lean practice that refers to “the use of any automatic device or method that either makes it impossible for an error to occur or makes the error immediately obvious once it has occurred (ASQ.org).” The objective of mistakeproofing is to reduce the likelihood that errors will occur and, if they do, to prevent that they turn into defects. Nobody wants poor safety or poor quality in construction, or anywhere else!

It is an old idea. Mistakeproofing is rooted in the concept zero quality control developed by Shingo (1986). Claiming “Defects = 0 is absolutely possible!” Shingo critiqued the

use of statistical process control and was set on eliminating ad-hoc quality control (QC). In construction, ad-hoc QC includes the punch-list process and rework that experienced practitioners all too often take for granted.

Shingo noted we must clearly distinguish between errors and defects, that is, between causes and effects: “errors will not turn into defects if feedback and action take place at the error stage.” This way, we can eliminate defects. He promoted mistakeproofing to reduce the possibility of errors occurring, to make errors—should they occur—easily detectable, and to mitigate their effects so they would not turn into defects. As a result, mistakeproofing reduces the need for inspection.

Mistakeproofing is best done before a mistake occurs by elimination, prevention, replacement, or facilitation (Figure 1). However, when a mistake occurs, it can help to detect the occurrence of an abnormality and mitigate its impact.



Applicability of Mistakeproofing Principles to Work Operations  
 (adapted from Godfrey et al. 2005)

All 6 mistakeproofing principles can readily be applied in construction:

1. Elimination (paraphrased as “don’t do it anymore”) is to remove the possibility of an error occurring in a task of a process by redesigning the product or process so that the task (or associated product part) is no longer necessary.

**Example:** Eliminate the need for vibration of concrete by using self-compacting concrete (which in principle does not need vibration), so that people no longer have to be concerned with improper vibration.

2. Prevention (“make sure it can never be done wrong”) is to design and engineer the product or process so that it is impossible to make a mistake at all.

**Example:** By making a hole in the ground round, a round manhole cover can never fall in.

3. Replacement (“use something better”) is to substitute one process with a more reliable process to improve consistency.

**Example:** Replace the process of on-site assembly of rebar with off-site fabrication of rebar cages, so that people can work in a safer setting and produce higher quality products.

4. Facilitation (“catch people’s attention, help them make fewer mistakes”) is to use various means (e.g., sensory input) to make tasks easier to perform.

**Example:** To finish a concrete slab, alleviate the manual work by using a power trowel instead.

**Example:** Use red concrete to cover underground power lines, so that anyone digging near them will be alerted to their presence and the buried hazard.

**Example:** Use “blue bangers” to mark locations on slab formwork between post-tensioned cables, prior to placing concrete. Once formwork is stripped, workers will know where they can drill from underneath, without risking to damage a cable.



Blue Banger (Source: Simpson Strongtie)

5. Detection (“notice what is going wrong and stop it”) is to identify a mistake promptly so that a person can quickly correct it and thereby avoid that the error may turn into a defect.

**Example:** Use rumble strips at the edge of a road, so that a driver veering out of their lane will hear the noise and be alerted to correct steering.

6. Mitigation (“don’t let the situation get too bad”) is to minimize the effects of errors. Grout (2003) calls this “designing benign failures.”

**Example:** Use rebar caps to mitigate injury should a person run into or fall onto it.



Rebar Caps (Source: Iris D. Tommelein)

In construction, we tend to resort to facilitation (e.g., using caution tape or wearing bright-colored safety vests), detection and mitigation (e.g., wearing hard hats, ear plugs, and steel toed boots). We can develop better mistakeproofing means by designing potential mistakes “out.” Prevention through Design focuses on elimination, prevention, and replacement. How will you make your systems mistakeproof?

## References

- Godfrey, A.B., Clapp, T.G., Nakajo, T., and Seastrunk, C.S. (2005). “Application of healthcare-focused error proofing: principles and solution directions for reducing human errors.” *Proc. ASQ World Conference on Quality and Improvement, Seattle, WA, 16-18 May, pp. 335-340.*
- Grout, J.R. (2003). “Preventing medical errors by designing benign failures.” *Joint Commission J. on Qual. and Safety, 29 (7) 354-362.*
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System.* Productivity Press, Cambridge, Mass.
- Tommelein, I.D. and Demirkesen, S. (2018). *Mistakeproofing the Design of Construction Processes Using Inventive Problem Solving (TRIZ).* Final Report for CPWR Small Study No. 16-3-PS, CPWR, Silver Spring, MD, 57 pp.

## AVSLUTNING

Denne rapporten er laget for å kunne vise frem resultater i god tid før prosjektet avsluttes i desember 2019. Det vil i tillegg til denne rapporten bli avholdt et åpent heldags prosjektseminar den 18. des 2018 på Veidekkes hovedkontor i Oslo.

På denne måten gis QLCP prosjektet anledning til å justere kursen basert på de tilbakemeldingene prosjektet får fra interessenter i bransjen, de deltakende virksomhetene, samt deltakere i piloteringscasene.

Det skal i løpet av 2019 arbeides videre med slutføring av FoU arbeidet, ytterligere pilotering samt implementering av prosjektresultater i de deltakende virksomhetene.

Prosjektet går nå over i en fase der vi vil fokusere på hvordan den betydelige innsatsen som er lagt ned i FoU prosjektet kan omdannes til økt verdiskapning. Prosjektet har som mål at de deltakende partene i prosjektet skal kunne ta ut avkastning på sin innsats i prosjektet. Dette inkluderer også storsamfunnets bidrag via Støtte fra Norges forskningsråd.

Arbeidet i løpet av 2019 vil vise om QLCP prosjektet evner å nå sine målsetninger, samt tydeliggjøre behov for videre forskning og utvikling.

Vi oppfordrer nok en gang til å ta kontakt dersom du har spørsmål, kommentarer eller tilbakemeldinger.









## **Vedlegg 14: Optimera – Verktøy og festemidler**



Du bygger

- Vi tar oss av resten

# VERKTØY OG FESTEMIDLER



MARS 2012

**OPTIMERA**

optimera.no

**Monter**

monter.no



I oppstartsmøtet avdekkes de behovene som oppstår i prosjektets ulike faser. Vi sørger for at containerne til en hver tid er 100% tilpasset prosjektet.

På mange byggeplasser har for eksempel murerne egne containere.

- **Verktøy- og festemiddelcontainer er god økonomi**
- **Unngå stopp i arbeidet; håndverkere er mest lønnsomme når de bygger – ikke når de er et annet sted for å hente varer**
- **VF-selgeren sørger for at det til enhver tid er riktige verktøy, festemidler, klemi- og HMS-produkter i containeren**
- **VF-selgeren holder orden i containeren**
- **Mange byggeplasser har flere containere. En VF-container kan være en verktøy-container, en betong-container, sag-container, miljø-container eller lager og verksted**

Alle kan skaffe en container og sette den opp på en byggeplass. Det er hva som er inne i containeren som teller. Vi i Optimera/Montér bestemte oss for noen år siden for å bli best i landet på byggeplasscontainerne, og mange bygnings- og entreprenører har erfart at vi mente alvor. Flere av landets største entreprenører står nå på kundelisten. Til en hver tid er minst 500 Optimera-containerne ute på norske byggeplasser. Når som helst kan vi sette deg i kontakt med fornøyde prosjektledere, byggeledere, tømmer- og murerbasen. I sum vil du få høre denne historien: Det fungerer!

**Oppstartsmøte**  
Det aller viktigste er å avdekke prosjektets behov. Derfor har vi alltid et oppstartsmøte. Her deltar alle som skal definere og beslutte hvilke behov de forskjellige håndverkere til enhver tid vil ha i prosjektet. Fra Optimera/Montér deltar VF-selgeren og eventuelt andre fageksperter. I oppstartsmøtet avtaler vi også hvilken oppfølging som kreves underveis. Avtalen er at selgeren skal komme innom hver tirsdag og fredag, kommer vedkommende innom hver tirsdag og fredag. Og legger du igjen en beskjed så ringer vår VF-selger alltid tilbake.

**Verktøy og festemidler**  
Vi har et landsdekkende sett av dyktige medarbeidere som fullt og helt er dedikerte til å jobbe med verktøy og festemidler. De er aktive diskusjonspartnere og problemløserne og sørger

for å følge opp byggeplasscontainerne gjennom hele byggeprosessen. Optimera/Montér er en av Norges største byggevareraktører og tilbyr verktøy og festemidler fra de beste produsentene i verden. I tillegg leverer vi selvfølgelig rimeligere alternativer når økonomien i prosjektet, eller andre hensyn, tilsier dette.

**Vi kjenner prosjektet**  
Siden vi ofte er totalleverandør til dine prosjekter, er det både logisk, økonomisk og best at vi også sørger for verktøy- og festemiddelcontainerne. Vi kjenner prosjektet i alle faser. Når vi leverer gipsplattene, vet vi selvfølgelig at gipspluggene må være på plass.

**Når noe likevel mangler**  
Ingen byggeprosjekter forløper helt etter planen. Da er det godt å vite at

Optimera/Montér har 10 forsyningslagre hvor sortimentet er optimalisert for å tilfredsstille kundenes behov. Når som helst kan du dessuten hente ut verktøy og festemidler fra et av våre 84 byggevarerhus og 9 profisentre. Prosjektnummeret eller adressen er alt du trenger.

**HMS**  
En byggeplasscontainer er ikke komplett før den også er godt utstyrt med det som trengs av utstyr for å trygge helse, miljø og sikkerhet. Vår HMS-pakke skreddersys til prosjektet – vi er også 100% oppdatert i forhold til myndighetskrav. Mange av våre kunder har dessuten egne krav. Har vi levert til din bedrift tidligere, kan du være trygg på at den HMS-pakken vi leverte sist, også er på plass neste gang.



Når som helst kan du hente ut -verktøy og festemidler fra et av våre 84 byggevarehus og 9 profissentre.



## Unike kundeløsninger

### Skreddersydde logistikk-løsninger

Vi optimaliserer leveransene slik at de tilpasses hver enkelt kunde og hvert enkelt prosjekt. Særlig avansert er våre muligheter for ferdig pakking, for eksempel i ljeffighets- og etasje-pakking.

### Verktøy- og festemiddelcontainerer

Våre byggeplasscontainerer inneholder de verktøy og festemidler som prosjektet og håndverkerne til enhver tid har behov for.

### Teknisk beregning

Bruk oss på salgs kalkyle, mengdeberegning, varmetap- og energiberegning, teknisk rådgivning eller byggeteknisk prosjektering.

### Klimatiserte listverksrom

Våre klimatiserte listverksrom sørger for at du kan legge lister umiddelbart.

### Precut Byggesett og Elementer

Lever tegningene til oss i noen uker senere leverer vi ferdig tilkappede byggesett for alle bærende konstruksjoner eller ferdige elementer - huset monteres på noen dager!

### Takstoler

Takstolene produseres ved hjelp av avanserte beregningsprogram. Du får dem levert på byggeplassen, i bunter eller heist utover på toppsvill.

### Optimera Dokumentasjon

Vi har løsninger som gjør at Sikkerhetsdatablader kan sendes automatisk ved varebestilling. Du får også komplett FDV-dokumentasjon som tilfredsstiller myndighetskravene.

### E-handel

Optimera/Monter tilbyr e-handel 24 timer i døgnet, 7 dager i uken. Du kan sjekke lagerbeholdning, nettoppriser,

ordre- og fakturahistorikk. Vi har korte bestillingsfrister!

### Opplæring, kurs og fagtreff

Vi gjennomfører kurs for våre kunder over hele landet.

### Kjøkken, garderobe og bad

Fullt sortiment, høy servicegrad og konkurransegyktige betingelser til våre proffkunder.

### Optimera Tomteutvikling

Flere steder i landet utvikler Optimera byggetelt med byggeklare tomter som tilbys våre lojale byggmesterkunder. Les mer på [optimera.proff.no/tomteutvikling](http://optimera.proff.no/tomteutvikling)

### Logistikk

Leveransene skreddersys til ditt prosjekt, og riktige varer leveres til riktig tid til riktig sted. Vi tilbyr et stort spekter av løsninger.

## Her finner du oss

### MONTÉR BYGGEVAREHUS

#### AKERSHUS

Montér Eidsvoll  
Montér Frogn  
Montér Jessheim  
Montér Lørenskog - Dyrøy  
Montér Stormarked Lillestrøm  
Montér Ragnar Næss  
Montér Grøstad Bygg

#### AUST-AGDER

Montér Blom Bakke  
Montér Evje  
Montér Grimstad  
Montér Hovden  
Montér Lillesand  
Montér Risør  
Montér Tvedestrand  
Montér Vegårshei

#### BUSKERUD

Montér Stormarked Drammen  
Montér Geilo  
Montér Gol  
Montér Hemsedal  
Montér Hønefoss  
Montér Kongsberg  
Montér Nesbyen  
Montér Slemmestad  
Montér Ål  
Montér Åmot

#### HEDMARK

Montér Brumunddal  
Montér Elverum  
Montér Hamar  
Montér Kongsvinger

Montér Rena

Montér Stange

Montér Trysil

#### HORDALAND

Montér Askøy Florvåg Bruk  
Montér Bømlo  
Montér Etne

Montér Knarvik

Montér Minde

Montér Odda

Montér Stord

#### MØRE OG ROMSDAL

Montér Brattvåg - Dyrøy  
Montér Eidsvåg  
Montér Lønseth  
Montér Rauma  
Montér Røsand  
Montér Ørsta - Dyrøy

#### OPPLAND

Montér Gjøvik  
Montér Jaren  
Montér Lillehammer  
Montér Vinstra

#### OSLO

Montér Orring Byggsenter

#### ROGALAND

Montér Egersund  
Montér Stormarked Forus  
Montér Haugesund  
Montér Karmøy  
Montér Nærbø  
Montér Randaberg  
Montér Sandnes

Montér Sauda

Montér Stavanger

Montér Suldal

#### SØR-TRØNDELAG

Montér Bjugn  
Montér Rissa

#### TELEMARK

Montér Porsgrunn

Montér Rjukan

Montér Skien

#### VEST-AGDER

Montér Farsund

Montér Flekkefjord

Montér Kvinesdal

Montér Lindesnes

Montér Lyngdal

Montér Mandal

Montér Søgne

Montér Stormarked Sørlandsparken

Montér Vanse

Montér Vennesla

Montér Vige

Montér Vågsbygd

#### VESTFOLD

Montér Horten

Montér Larvik

Montér Revetal

Montér Tønsberg

#### ØSTFOLD

Montér Halden

Montér Rakkestad

Montér Sarpsborg

Montér Stormarked Østfoldhallen

### OPTIMERA PROFFSENTRER

#### OSLO

Optimera Proff Ensjø  
Optimera Proff Grorud

#### AUST-AGDER

Optimera Proff Arendal

#### VEST-AGDER

Optimera Proff Kristiansand

#### ROGALAND

Optimera Proff Sandnes  
Optimera Proff Haugesund

#### BERGEN

Optimera Proff Bergen

#### MØRE OG ROMSDAL

Optimera Proff Dyrøy Ålesund

#### SØR-TRØNDELAG

Optimera Proff Trondheim

**OPTIMERA**

optimera<sup>proff</sup>.no

**Montér**

monter.no



