



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

Utnyttelse av digitale data i byggefasen for småhusentreprenører

Utilization of digital data in the construction phase for small house contractors

Emil Lindberg & Kristian Pedersen

BYG-3900, Vår 2022

Sammendrag

Digital transformasjon i bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE-næringen) sees på som en felles løsning for å motvirke produktivitetstredningen i bransjen. Utveksling av data mellom aktører, høy automatiseringsgrad og utnyttelse av data og trekkes frem som hovedpunkter i den digitale transformasjonen. Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) har en sentral rolle i dette og beskrives som et nav i informasjonsutvekslingen i en digital fremtid.

Huskjedene og arkitektkontorene bruker som hovedregel BIM-verktøy i tillegg til andre digitale verktøy ved prosjektering av småhus. Bruken av BIM har i stor grad vært rettet mot salgsfasen og kundeopplevelsen, mens potensialet for å utnytte det digitale datagrunnlaget i byggefasen har fått mindre oppmerksomhet. I tillegg eksisterer det digitale data i flere ledd av verdikjeden som kan komme til nytte i en byggefase.

Målet med oppgaven er å undersøke mulighetene for bedre utnyttelse av tilgjengelig datagrunnlag i byggefasen, og hvordan digitale verktøy kan benyttes for å øke arbeidsproduktiviteten, redusere byggekostnader og korte ned byggetiden. Hensikten med dette er å kunne gi råd for hvordan småhusentreprenørene kan gjennomføre omstillingen og i større grad utnytte potensialet som ligger i en mer digitalisert byggefase.

For å belyse problemstillingen er det benyttet en kombinasjon kvalitative metoder. Det har blitt gjennomført en utforskende litteraturstudie i tillegg til at 20 nøkkelpersoner fra småhusentreprenører, huskjeder og større entreprenører har blitt intervjuet.

Digitale data og verktøy har et potensial for å utnyttes bedre i byggefasen, men på nåværende tidspunkt kan det ikke fastslås om bruken har noen forretningsmessig verdi. Bruken av verktøyene er tett knyttet opp mot mennesker og arbeidsmetodikker, og det er manglende dokumentasjon av hvilke effekter bruken av digitale verktøy medfører isolert sett. God logistikkstyring, prosjektledelse og informasjonsflyt er faktorer som påvirker arbeidsproduktiviteten og byggetiden positivt, og bruken digitale verktøy kan sees på som et viktig hjelpemiddel for å ivareta dette.

Fra intervjuene av småhusentreprenørene kom det frem at det er utbredt bruk av digitale verktøy i byggefasen, men bruken varierer fra bedrift til bedrift. Verktøyene som benyttes er stort sett av lav kompleksitet og benyttes til å effektivisere enkle, eksisterende prosesser som kvalitetssikring og timeregistrering. De mest digitaliserte småhusentreprenørene tar i bruk digitale verktøy i større grad og benytter blant annet BIM-modeller i sin enkleste form til mengdeuttak, 3D-visualisering og forenklet krasjkontroll.

Generelt sett rådes småhusentreprenørene til å etablere en digitaliseringsstrategi og ta i bruk eksisterende digitale verktøy og løsninger på markedet. De bør i større grad etterspørre BIM-modeller fra arkitektene, huskjedene og leverandørene slik at de kan utnytte modellene og datainnholdet i byggefasen. Dette vil i første omgang være til enkle formål som visualisering, kollisjonskontroll, logistikk eller riggplanlegging og mengdeuttak.

Et videre arbeid bør omfatte et større perspektiv hvor utnyttelsen av datagrunnlaget sees i sammenheng med alle fasene i en bygnings livssyklus, og eventuelt hvilke økonomiske og bærekraftige fordeler dette kan medføre.

Abstract

Digital transformation in the construction industry is considered as a common solution to counteract the decline in productivity in the industry. Exchange of data between actors, high degree of automation and utilization of the data and are highlighted as main points in the digital transformation. Building information modeling (BIM) has a central role in this and is described as a hub in the information exchange in a digital future.

As a general rule, house chains and architectural offices use BIM-tools in addition to other digital tools when designing small houses. The use of BIM has largely been aimed at the sales phase and the customer experience, while the potential for utilizing the digital data base in the construction phase has received less attention. In addition, digital data exists in several parts of the value chain that can be useful in a construction phase.

The aim of the thesis is to investigate the possibilities for better utilization of available data in the construction phase, and how digital tools can be used to increase labor productivity, reduce construction costs and shorten construction time. The purpose of this is to be able to give advice on how the small house contractors can carry out the conversion and to a greater extent utilize the potential that lies in a more digitalized construction phase.

A combination of qualitative methods has been used to approach the topic. An exploratory literature study has been carried out in addition to which 20 key people from small house contractors, house chains and larger contractors have been interviewed.

Digital data and tools have the potential to be better utilized in the construction phase, but at present it can not be determined whether the use has any commercial value. The use of the tools is closely linked to people and work methodologies, and there is a lack of documentation of the effects of the use of digital tools in isolation. Good logistics management, project management and information flow are factors that positively affect work productivity and construction time, and the use of digital tools can be seen as an important tool to improve this.

From the interviews of the small house contractors, it emerged that there is widespread use of digital tools in the construction phase, but the use varies from company to company. The tools used are mostly of low complexity and are used to streamline simple, existing processes such as quality assurance and time registration. The most digitized small house contractors use digital tools to a greater extent and use BIM models in their simplest form for quantity extraction, 3D visualization and simplified crash control.

In general, small house contractors are advised to establish a digitization strategy and use existing digital tools and solutions on the market. They should to a greater extent demand BIM models from the architects, house chains and suppliers so that they can utilize the models and data content in the construction phase. This will initially be for simple purposes such as visualization, collision control, logistics or rig planning and quantity extraction.

Further work should include a larger perspective where the utilization of the data is seen in connection with all phases of a building's life cycle, and possibly what economic and sustainable benefits this may entail.

Forord

Denne oppgaven markerer avslutningen på utdanningen vår, «Integrert Bygningsteknologi», ved UiT-Norges Arktiske Universitet, avd. Narvik.

Oppgaven er utformet og skrevet i samarbeid med Mestergruppen AS.

For å besvare oppgaven har vi vært avhengig av personer som har stilt opp til intervju. Vi retter en stor takk til alle som har latt seg intervju, og bidratt til oppgavens innhold.

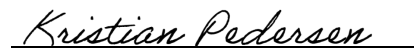
Vi vil også takke alle som har vært behjelpelig med veiledning, inspirasjon og hjelp underveis i oppgaveskrivingen. En spesiell takk rettes til Svein-Erik Sveen ved UiT-Norges Arktiske Universitet og Lars-Fredrik Forberg i Mestergruppen, som har vært veiledere underveis i oppgaveskrivingen.

Harstad, mai 2022



Emil Lindberg

Senja, mai 2022



Kristian Pedersen

FIGURLISTE

Figur 1: Faser i et byggeprosjekt.....	3
Figur 2: Forskningsdesign for oppgaven. Grå piler illustrerer iterasjonsprosessen underveis.	5
Figur 3: Oversikt over hva som defineres som småhus (Kommunal- og Moderniseringsdepartementet, 2014).....	11
Figur 4: Oversikt over igangsetting av boliger i 2021 (Boligprodusentene, 2022).	12
Figur 5: Vektet gjennomsnitt av erfaringstall fra Norsk prisbok for småhus. Kilde: (Mestergruppen, Industriell verdikjede, 2022).....	13
Figur 6: Arbeidsproduktivitets utvikling (Todsens, 2018).	14
Figur 7: Resultat av produktivitetmåling for oppføring av en plassbygd enebolig. Fra intern rapport utarbeidet av Mestergruppen.	15
Figur 8: Veidekkes fremstilling av arbeidstidens bruk på byggeplassen (Veidekke, 2013)...	16
Figur 9: Faktorer som påvirker produktivitet. Oversatt (Lawlor, 1985).	17
Figur 10: Byggeprosessens delprosesser (Eikeland, 2001).....	18
Figur 11: Kjerneprosessens tre hoveddeler (Eikeland, 2001).	19
Figur 12: Graden av påvirkningsmulighet sett i sammenheng med investeringskostnader i et byggeprosjekt (Byggforsk, 2022).....	20
Figur 13: Styringsløyfe for et prosjekt. Fritt etter figur av Asbjørn Rolstadås (SNL, 2022).	21
Figur 14: Sammenligning av 162 byggeprosjekter i USA (Lean Construction Institute, 2018).	24
Figur 15: Sammenhengen mellom digitalisering, personer, prosesser og teknologi.	26
Figur 16: Bruksområdene til BIM igjennom hele livssyklusen til et bygg (Nordic bim group, 2022).....	29
Figur 17: Mestergruppens strategi for å effektivisere den industrielle verdikjeden for boligbygging. Under utvikling (Mestergruppen, Industriell verdikjede, 2022).....	35
Figur 18: Digitale prosesser i Mestergruppens Industrielle verdikjeden i dag (Mestergruppen, Industriell verdikjede, 2022).	36
Figur 19: Digitale monteringsanvisninger (Kilde: Mestergruppen).....	37
Figur 20: Bindingsverkvegg. Et element av en kalkyle for en enebolig. Programvare: SmartKalk.....	39
Figur 21: Utsnitt av bestillingsskjema fra Mestergruppen arkitekter som medlemsbedrifter i Mestergruppen har tilgang til igjennom intranettet.....	41
Figur 22: Tegningskoder, og prosesskategori for systematisering av tegninger. Utsnitt fra MGA sin interne BIM-manual datert 17.12.2021.	42
Figur 23: Nordic Prosjektbolig N4. Prospekt og IFC-modell av ARK, RIB og RIV.	43
Figur 24: IFC-modell av RIB og IFC-modell sammensatt av RIB og RIV.	43
Figur 25: NOBB for utførende. Søkbar database hvor nødvendig dokumentasjon kan hentes frem (NOBB, 2022).....	44
Figur 26: Utsnitt av 3D-monteringstegninger for ventilasjon til en enebolig. Enebolig 2022.	45
Figur 27: Arbeidstegninger til rørlegger og elektriker tegnet for hånd på plantegninger. Enebolig 2020.	46
Figur 28: IFC-modell hvor plassering av el-komponenter er medtatt i prosjekteringen. Skolebygning 2021.....	46
Figur 29: Potensielt bruksområdet for BIM-modeller igjennom hele byggeprosessen for småhus. Grønn farge representerer hvor stor grad Norgeshus har klart å ta i bruk BIM-modellen i 2019 (Norgeshus, 2019).	47
Figur 30: De 7 forutsetningene for en sunn aktivitet etter Veidekkes IP (Veidekke, 2013)...	48

Figur 31: Eksempel på prosessen hvor varer bestilles fra entreprenøren og leveres sampakket til byggeplassen (Handelens Digitale Arbeidsgruppe, 2017).....	49
Figur 32: BEAst Label, illustrert prosess (BEAst, 2022).....	50
Figur 33: EG One Prosessflyt (EG Norge, 2018).	51
Figur 34: Varebestilling fra BIM-modellen (kilde: EG Norge).	51
Figur 35: Forholdet mellom nytteverdi og vanskelighetsgrad for de ulike bruksområdene til BIM i produksjon. Gjengitt av (Grong, 2013) fra (McGraw Hill Construction, 2012).	54
Figur 36: Spørreundersøkelse om nytteverdien til BIM i produksjon for forskjellige prosjektkategorier (Grong, 2013).	55
Figur 37: Digitalt Veikart 1.0 sin målsetting om å at BAE-næringen skal bli heldigitalisering i løpet av 2025 (BNL, 2017).	57
Figur 38: Oversikt over hva digitale verktøy kan brukes til for å skape flyt av aktiviteter på byggeplassen. Basert på Veidekkes IP.	59
Figur 39: Bruk av digitale verktøy på byggeplassen for byggeplassleder og håndverker.	60
Figur 40: Oversikt over bruk av digitale verktøy i bedriftene.	61
Figur 41: Bruk av IFC i bedriftene.....	62
Figur 42: Selvbeskrevet digital kompetanse i bedriftene.	63
Figur 43: Visjon for videre digitalisering i bedriften. Resultatet fra intervjuer.	66
Figur 44: Etterspørsel etter BIM og 3D-modeller. Resultat fra intervjuer.....	66
Figur 45: Ønsket bruksområde for 3D-modeller. Resultatet fra intervjuer.....	67
Figur 46: utfordringer ved digitalisering inndelt i 4 kategorier. Basert på (Nilsen, 2017). ...	70

TABELLISTE

Tabell 1. Rapportens oppbygging.....	4
Tabell 2. Oversikt over benyttede metoder for besvarelse av forskningsspørsmål.	6
Tabell 3. Oversikt over intervjuobjekter.....	7
Tabell 4. Grader av digital transformasjon.	27
Tabell 5. Eksempel på tilgjengelig og selvprodusert data for et småhusprosjekt.....	38
Tabell 6. Tilgjengelig datagrunnlag for kataloghuset «Signatur 305» fra Mesterhus.	40
Tabell 7. Forutsetninger for en sunn aktivitet etter Veidekkes IP.	48
Tabell 8. Resultater fra studier som sammenligner bruken av BIM i prosjekter opp mot tradisjonell prosjektgjennomføring.	58
Tabell 9. Oversikt over hvordan IFC brukes i de forskjellige bedriftene.....	62
Tabell 10. Bedriftenes utfordringer og begrensninger med digitalisering.....	64
Tabell 11. Anbefalt metodikk for vellykket digital transformasjon i byggebransjen.....	68

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	iii
ABSTRACT	v
FORORD.....	vii
FIGURLISTE	ix
TABELLISTE	xi
1 INNLEDNING	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Samarbeid	1
1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål	2
1.4 Omfang og avgrensninger	3
1.5 Rapportens oppbygging	4
2 FORSKNINGSTILNÆRMING.....	5
2.1 Forskningsdesign og valg av metode.....	5
2.2 Litteraturstudie.....	6
2.3 Intervjuer	7
3 TEORETISK BAKGRUNN	11
3.1 Småhusbransjen	11
3.2 Boligmarkedet i Norge	12
3.3 Produktivitet i byggeprosjekter	13
3.4 Byggeprosessen	18
3.5 Prosjektledelse	20
3.6 Byggemetoder.....	22
3.7 Logistikk.....	23
3.8 Lean Construction.....	24
3.9 Digitalisering og digital transformasjon	26
3.10 Informasjons- og kommunikasjonsteknologi.....	28
3.11 BIM.....	29
4 DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN	33
4.1 Hvor er vi, og hvor er vi på vei?.....	33
4.2 Tilgjengelig datagrunnlag.....	37
4.3 Digitale verktøy og potensialet.....	47
5 RESULTATER OG DISKUSJON.....	57
5.1 Utnyttelse av digitalt datagrunnlag og arbeidsproduktivitet.....	57

5.2	Småhusentreprenører og digitale verktøy	61
5.3	Utfordringer ved bruk av digitale verktøy	64
5.4	Anbefalinger til digital transformasjon i småhusbransjen	66
6	OPPSUMMERING	71
6.1	Gjennomføring.....	71
6.2	Konklusjon.....	72
6.3	Oppgavens faglige og samfunnsmessige relevans.....	74
6.4	Videre arbeid	74
7	REFERANSER	77
	VEDLEGG	

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Mestergruppen hevder at byggefasen er den fasen som er minst digitalisert i småhusprosjekter i dag. De stiller spørsmålet om ikke tiden snart er moden for full digitalisering, også blant småhusprodusentene, for å få utnyttet besparingspotensialet som ligger i en slik omlegging.

Ifølge rapporten «Digitalt Veikart 2.0» som er utarbeidet av Byggenæringens Landsforening (BNL), har boligprodusenter i lengre tid arbeidet med digitale verktøy, herunder bygningsinformasjonsmodellering (BIM), hvor digitaliseringen har skjedd stykkevis og delt. Mye av digitaliseringen har vært prosessrelatert og rettet mot salg og kundeopplevelse. Samtidig er BNL sitt inntrykk at det er liten modenhet for digitalisering blant små entreprenører, og de oppfordrer dem til å bygge digital kompetanse. BIM-verktøy brukes i dag som standardverktøy for prosjektering og utarbeidelse av søknads- og arbeidstegninger blant boligprodusentene, men hvor I-en i BIM ennå ikke blir utnyttet (BNL, 2020).

1.2 Samarbeid

Oppgaven er skrevet i samarbeid med Mestergruppen AS. Mestergruppen er et av det største konsernet i Norge og Skandinavia innenfor småhusbransjen. De er Norges største boligprodusent gjennom deres 300 medlemsbedrifter, og eier en rekke kjente huskjeder som Mesterhus, Systemhus, Nordbohus og Blink Hus. De har i tillegg kontroll på og eier deler i hele verdikjeden som blant annet arkitekttjenester, eiendomsutvikling, entreprenørforretninger, elementproduksjon, byggevarehandel og huskjededrift for boligentreprenører (Mestergruppen, Om oss, 2022).

Mestergruppen er opptatt av å unngå sløsing og å ha en effektiv drift. Deres mål er å være den mest effektive operatøren i bransjen, og de verdsetter samhandling og deling. De sier at gjennom lagspill blir de sterkere (Mestergruppen, Våre verdier, 2022).

Gjennom samtaler med veileder Lars-Fredrik Forberg i Mestergruppen er det kommunisert at de er i en svært spennende digitaliseringsreise der de ønsker å gjøre kjøp og salg av bolig, samt byggeprosessen enklere for både de som bygger og kundene. Forberg har stillingstittelen «Direktør Boligutvikling og Bærekraft» og driver et strategisk initiativ kalt «Industriell verdikjede» hvor digitalisering og automatisering står sentralt for å redusere byggetid og byggekostnader.

Det ble avholdt flere møter med Forberg for konkretisering og avgrensning av oppgavens problemstilling, noe som har bidratt til god kommunikasjon mellom partene. Dette har ført til bedre innsikt og forståelse for oppgaven, i tillegg til at det har gitt innblikk i hvordan Mestergruppen målrettet jobber for å nå sine mål. Samarbeidsavtalen er inngått direkte med konsernet Mestergruppen AS. Forberg har bidratt i prosessen med utforming av oppgaven og kommet med konstruktive tilbakemeldinger underveis, hvilket har resultert i en felles godkjent oppgavetekst. Mestergruppen har gjennom hele perioden vært disponibel for drøfting og innspill, samt behjelpelig med å dele intern og offentlig informasjon ved behov.

1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål

Formålet med oppgaven er å undersøke mulighetene for bedre utnyttelse av tilgjengelig datagrunnlag i byggefasen og hvordan digitale verktøy kan benyttes for å øke arbeidsproduktiviteten, hvilket resulterer i reduksjon av kostnader og kortere byggetid. Hensikten er å kunne gi anbefalinger om hvordan bransjen kan gjennomføre en omstilling og i større grad utnytte potensialet som ligger i en mer digitalisert byggefase.

Opgavens problemstilling er som følgende:

Kan datagrunnlag utnyttes bedre i byggefasen blant småhusentreprenører ved å ta i bruk digitale verktøy?

Digitalisering, informasjonsflyt og effektivisering er sentralt i denne oppgaven, og det er en tematikk som ofte går igjen på fagseminarer og webinarer i bransjen. Problemstillingen trer inn i smal nisje ved å undersøke om metoder, teori og digitale verktøy som benyttes av større bedrifter også er anvendelig for småhusentreprenørene. Behovet for bedre utnyttelse av datagrunnlaget kan oppsummeres godt av byggmester Knut Høivaag sitat i dybdeintervjuet: «Håndverkerne skriker etter informasjon som kan hjelpe de til å gjøre en ordentlig jobb.»

For å adressere problemstillingen er følgende forskningsspørsmål formulert og besvart:

I. Kan utnyttelse av digitalt datagrunnlag øke arbeidsproduktiviteten på byggeplassen?

Dette forskningsspørsmålet er rettet mot byggenæringen som en helhet, og er ikke begrenset til småhusentreprenører. Spørsmålet besvares gjennom å undersøke arbeidsmetodikker som de flinkeste i bransjen benytter, og hvilke effekter det kan ha for arbeidsproduktiviteten. Deretter kan dette grunnlaget brukes videre for å vurdere om metodene er anvendelig for småhusentreprenører.

II. I hvilken grad benyttes digitale verktøy og data i byggefasen blant småhusentreprenører i dag?

Dette forskningsspørsmålet er besvart ved å kartlegge digitaliseringsnivået blant småhusentreprenørene. Hensikten med dette er å få innblikk i deres digitale modenhet og forhold til digitalisering.

III. Hvilke utfordringer står småhusentreprenørene ovenfor hvis eller når de tar i bruk digitale verktøy i byggefasen?

Dette forskningsspørsmålet adresseres ved å kartlegge utfordringer småhusentreprenører står ovenfor ved digitalisering. Dermed fås det en inngående forståelse som må tas hensyn til når det senere i oppgaven skal gis anbefalinger for videre digitalisering.

IV. Hvordan kan småhusentreprenører i større grad utnytte potensialet som ligger i en mer digitalisert byggefase?

Dette forskningsspørsmålet besvares gjennom, og skal resultere i, konkrete anbefalinger om hvordan bransjen kan gjennomføre omstillingen og i større grad utnytte potensialet som ligger i en mer digitalisert byggefase.

1.4 Omfang og avgrensninger

Oppgaven utføres innenfor en begrenset tids- og ressursramme, og av den grunn er det satt noen avgrensninger for oppgaven.

Digitalisering i seg selv er et omfattende tema, og digitale hjelpemidler kan implementeres i alle faser i byggeprosessen. Denne oppgaven tar for seg spesifikt digitalisering i byggefase. Når byggefase nevnes i denne oppgaven menes i hovedsak arbeid utført på byggeplassen, med tilhørende prosjektledelse og logistikkstyring.



Figur 1: Faser i et byggeprosjekt.

Det som menes med digital data eller datagrunnlag i denne rapporten er informasjon som er utarbeidet i forbindelse med et byggeprosjekt, eller som eksisterer i et eller flere ledd i verdikjeden i et digitalt format. Det kan eksempelvis være hos arkitekter, huskjeder, grossister, leverandører eller hos entreprenørene selv.

Oppgaven omhandler ikke industrialisering av byggefase, og har dermed ikke som formål å undersøke nytteverdien av industrialisering eller annet arbeid utenfor byggeplassen. Under dette inngår blant annet bygging med precut, elementer og moduler. Det er derimot forsøkt å gi anbefalinger til bruk av digitale verktøy som er anvendelige, uavhengig av industrialiseringsgraden i bedriften.

Det er ikke gjennomført økonomiske analyser i denne oppgaven.

Oppgaven retter hovedsakelig fokuset mot små og mellomstore entreprenørbedrifter som har oppføring av småhus i tiltaksklasse 1 som markedsstrategi. Større aktører og byggenæringen i sin helhet får oppmerksomhet der det er ansett som hensiktsmessig.

1.5 Rapportens oppbygging

Rapporten er strukturert slik at bakgrunnen for oppgaven og dens problemstilling presenteres innledningsvis. Deretter beskrives forskningstilnærmingen som er benyttet for å besvare problemstillingen.

Den teoretiske delen av rapporten presenteres i kapittel 4 og 5, hvor kapittel 4 danner en teoretisk bakgrunn som kapittel 5 bygger videre på.

Forskningsspørsmålene besvares i resultat og diskusjonskapittelet hvor hvert spørsmål blir adressert hver for seg.

Avslutningsvis oppsummeres rapporten med blant annet konklusjon, videre arbeid og en vurdering av oppgavens samfunnsmessige relevans.

Tabell 1. Rapportens oppbygging.

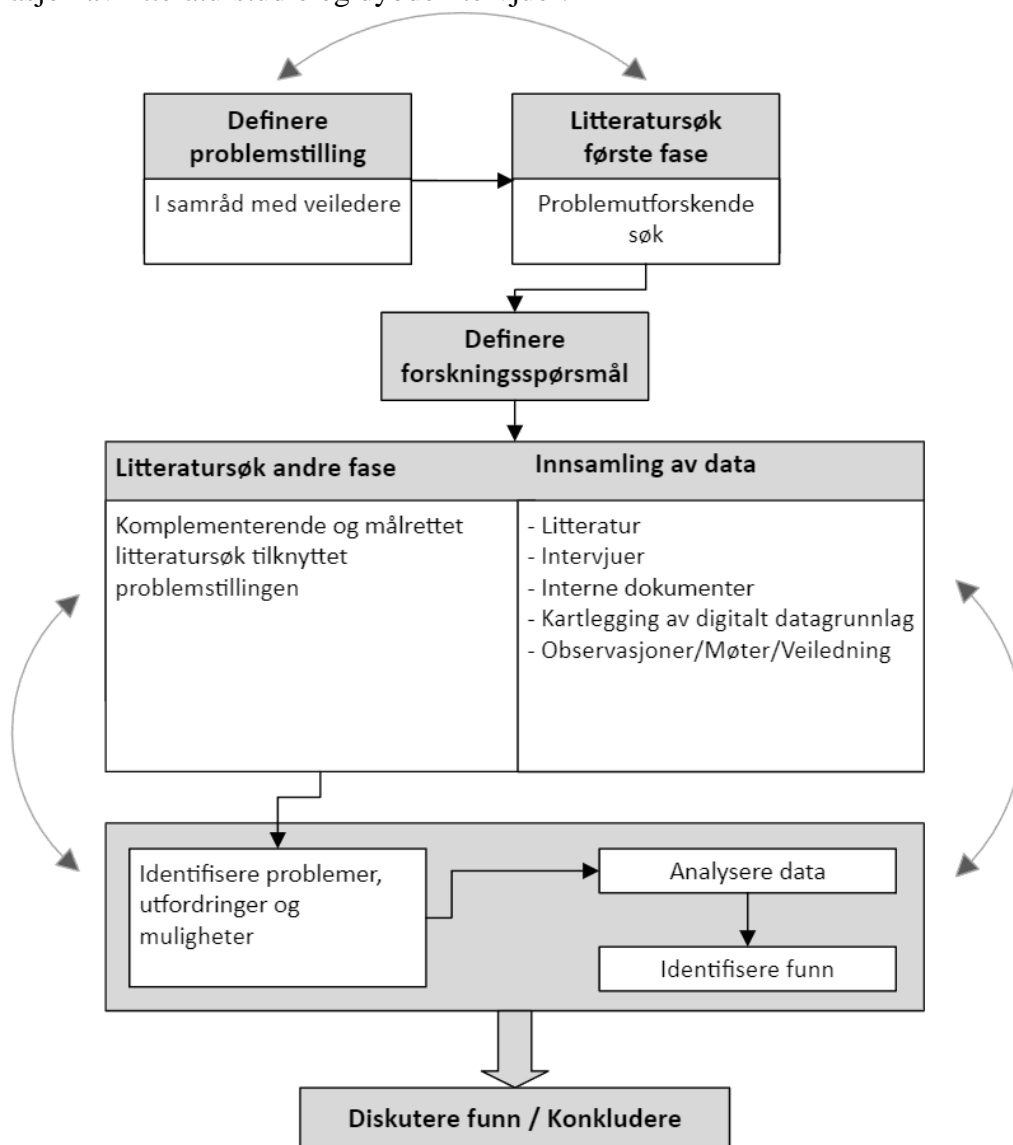
Kapittel	Beskrivelse
1. INNLEDNING	Innledning og presentasjon av oppgavens problemstilling og formål.
2. FORSKNINGS- TILNÆRMING	Beskrivelse av metoden som er benyttet til å besvare problemstillingen.
3. TEORETISK BAKGRUNN	Innledende teori tilknyttet oppgavens tematikk. Gir nødvendig bakgrunnskunnskap til å forstå problemstillingen og vurdere resultater, funn og anbefalinger som presenteres videre i rapporten.
4. DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN	Fremheving av initiativer for digital transformasjon i byggenæringen og oversikt over digitalt datagrunnlag som er tilgjengelig, og hvordan dette potensielt kan utnyttes bedre for småhusentreprenører.
5. RESULTATER OG DISKUSJON	Besvarelse og drøfting av forskningsspørsmålene.
6. OPPSUMMERING	Oppsummerende kapittel for gjennomføring og konklusjon.
7. REFERANSER	Referanseliste
VEDLEGG	Referater fra gjennomførte intervjuer og andre relevante vedlegg.

2 FORSKNINGSTILNÆRMING

Dette kapittelet beskriver metoden som er benyttet for å besvare problemstillingen. Det innebærer fremgangsmetode for innhenting av informasjon og data, begrunnelse for metodevalget og hvordan data har blitt behandlet og analysert.

2.1 Forskningsdesign og valg av metode

Oppgavens problemstilling har et utforskende tema. I den innledende fasen har det derfor vært viktig å skape en god problemforståelse. Det ble utarbeidet et forskningsdesign til formålet som beskriver hvordan problemstillingen skal belyses og besvares. I forskningsdesignet forklares logikken som kobler innsamlet data til studiens problemstilling (Sander, Forskningsdesign, 2022). For å besvare problemstillingen, og samtidig avgrense oppgaven ble det formulert 4 forskningsspørsmål. For videre å besvare forskningsspørsmålene ble det benyttet en kombinasjon av litteraturstudie og dybdeintervjuer.



Figur 2: Forskningsdesign for oppgaven. Grå piler illustrerer iterasjonsprosessen underveis.

2. FORSKNINGSTILNÆRMING

For å besvare problemstillingen på en god måte har det vært avgjørende å komme i direkte kontakt med småhusentreprenører ved å gjennomføre intervjuer. I tillegg var det nødvendig å gjennomføre en litteraturstudie for å få en bredere innsikt i tematikken.

Tabell 2. Oversikt over benyttede metoder for besvarelse av forsknings spørsmål.

Forskningsspørsmål	Metode for innhenting av data	Beskrivelse
1. Kan utnyttelse av digitalt datagrunnlag øke arbeidsproduktiviteten på byggeplassen?	Litteraturstudie	Utstrakt og utforskende litteraturstudie for å forsøke å finne dokumenterbare resultater.
2. I hvilken grad benyttes digitale verktøy og data i byggefasen blant småhusentreprenører i dag?	Intervjuer	Intervju av små til mellomstore småhusentreprenører.
3. Hvilke utfordringer står småhusentreprenørene ovenfor hvis eller når de tar i bruk digitale verktøy i byggefasen?	Litteraturstudie og intervjuer	Intervju av små til mellomstore småhusentreprenører og huskjeder. Litteraturstudie for å komplimentere funn.
4. Hvordan kan småhusentreprenører i større grad utnytte potensialet som ligger i en mer digitalisert byggefase?	Litteraturstudie og intervjuer	Intervju av små til mellomstore småhusentreprenører og huskjeder. Litteraturstudie for å komplimentere funn.

2.2 Litteraturstudie

Litteraturstudiet som er gjennomført har hatt til hensikt å gi forfatterne innblikk i eksisterende kunnskap innenfor problemområdet, og samtidig finne frem til og velge ut relevant litteratur for oppgaven. For å finne frem til relevant litteratur ble det gjennomført et utstrakt litteratursøk. I tillegg har Mestergruppen bidratt med å dele interne rapporter og dokumenter med relevans for oppgaven.

Litteratursøket kan beskrives som et semi-strukturert litteratursøk. Det ble søkt i databaser og søkemotorer ved å systematisk sette opp relevante søkeord på norsk og engelsk med tilhørende synonymymer og deretter benyttet boolske operatører.

Litteratursøket kan overordnet sett deles inn i to faser, hvor første fase ble gjennomført innledningsvis og var et problemutforskende søk, mens andre fase var komplementerende søk underveis i oppgaveskrivingen.

Når det gjelder tematikken digitalisering og BIM er det slik at det er under stadig fornying og utvikling. Utviklingen er raskere enn publiseringen av forskningsartikler, og det er derfor valgt å benytte et bredt spekter av informasjonskilder.

2.3 Intervjuer

Intervjuprosessen er en viktig del av informasjonsinnhenting i rapporten, og er en av hovedkildene til oppgavens resultater. Intervjuene ble gjennomført tidlig i prosessen og har bidratt til å danne retningen for det videre arbeidet i rapporten.

Intervjuene kan beskrives som semi-strukturerte dybdeintervjuer ved at det ble utarbeidet en intervjuguide i forkant. Intervjuguiden hadde som formål å holde en viss struktur ved gjennomføringen av intervjuene, og ble benyttet som veiledning underveis i samtalen. Intervjuene skal på den måten gi dybdekunnskap om vurderinger og argumenter i saken (Jacobsen, 2005). For hvert intervju ble det avsatt en veiledende tidsbruk på omtrent 60 minutter, og den faktiske tidsbruken varierte avhengig av respondentens informasjonsmengde.

Metoden egner seg godt når det ønskes en dyp og grundig beskrivelse av tematikken, og hvor det er ønskelig med åpenhet i motsetning til faste svaralternativer.

Tabell 3. Oversikt over intervjuobjekter.

Småhusentreprenører			
Deltaker	Del av huskjede	Representant	Stilling
1. 3T Bygg AS	Mesterhus	Thomas Brenna	Daglig leder
2. Byggmester Knut Høivaag AS	Systemhus	Knut Høivaag	Daglig leder
3. Anonym	-	-	-
4. Ferdighus AS	Byggmann	Ole-Martin Larsen	Daglig leder
5. Mester Bygg AS	Mesterhus	Ketil Kjølstad	Byggeleder
6. Brødrene Foss Byggmester AS	Ingen	Frode Foss	Daglig leder
7. Mesterbygg Numedal AS	Mesterhus	Lars Simensen	Daglig leder
8. Norrøna Bolig AS	Mesterhus	Dag Einar Andreassen	Daglig leder
9. Gusterud Bygg AS	VestlandsHus	Christoffer Gusterud	Daglig leder
10. Alf Larsen AS	Mesterhus	Georg Fjeldheim	Daglig leder
11. Byggmestrene Ulsund & Lindseth AS	BoligPartner	Frode Hoddø	Byggeleder
12. BoPlan Entreprenør AS	Norske Hus	Stig Rutledal	Styreformann og ingeniør
13. Bygg i Nord AS	Mesterhus	Jon Roar Edvardsen	Daglig leder
14. Eventyrhus AS	Eventyrhus	Dag Tenvold	Arkitekt
Huskjeder			
Deltaker	Representant	Stilling	
15. Hellvik Gruppen AS	Tom Ove Sordal	Leder IKT	
16. Anonym	-	-	
17. Norgeshus AS	Snorre Bjørkum & Lars Einar Holden	Teknisk leder & BIM koordinator	
Større aktører			
Deltaker	Representant	Stilling	
18. FH Entreprenør AS	Morten Stjern	Daglig leder	
19. Follohus AS	Ole Christian Wold	Ansvarlig for ettermarked	
20. Fakta Bygg AS	Christer Mikaelson	Daglig leder	

2. FORSKNINGSTILNÆRMING

Metoden, særlig etterarbeidet, er svært tidkrevende siden det er kompleks informasjon som kan være krevende å tolke og systematisere.

Dybdeintervjuene som er gjennomført kan deles inn i to intervjuformer (Jacobsen, 2005):

- I. Respondentintervju (selvopplevd): Intervju med personer som selv har erfaringer med et fenomen knyttet til problemstillingen. I dette tilfellet er det entreprenørene.
- II. Informasjonsintervjuet (eksperter): Intervju med personer som vet mye om et fenomen knyttet opp mot problemstillingen. I dette tilfellet er det huskjederne.

Intervjuobjektene i respondentintervjuene består av representanter fra entreprenører, mens det for informasjonsintervjuer består av representanter fra huskjeder.

2.3.1 Forberedelser

I forkant av intervjuprosessen ble det utarbeidet en intervjuguide, hvor spørsmålene ble delt inn kategorier tilpasset forskningsspørsmålene for å få en logisk oppbygging av intervjuene.

Deretter ble det satt kriterier for valg av intervjuobjekter. Kriteriene for respondentintervjuene var hovedsakelig at entreprenørene skulle ha oppføring av småhus som markedsstrategi og at årlig omsetning var under 100 millioner kroner. Entreprenørene utenfor disse kriteriene ble definert som større aktører.

Kriteriene for informasjonsintervjuene var at intervjuobjektene skulle ha god kjennskap til småhusbransjen og oppgavens problemstilling. Dermed ble nøkkelpersoner i huskjederne aktuelle siden de har kjennskap til både medlemsbedriftene og digitalisering.

Det ble totalt sendt ut 119 forespørsler til småhusentreprenører fordelt over hele landet, og 43 forespørsler til huskjeder over e-post. Dette tilsvarer omtrent alle huskjederne i Norge, både store og små. Svarprosenten var relativt dårlig, og i noen tilfeller ble forespørslene fulgt opp med en telefonsamtale for å forsøke å booke et intervju.

I forkant av intervjuene ble intervjuguiden oversendt slik at respondentene kunne stille forberedt. Det ble totalt gjennomført 20 intervjuer som er beskrevet i tabell 3.

2.3.2 Gjennomføring

Flesteparten av intervjuene ble avholdt som videomøte over Microsoft Teams, og ved noen tilfeller ble det avholdt telefonmøter. Intervjuobjektene var lokalisert over hele landet, og dette var dermed en hensiktsmessig måte å gjøre det på.

Ved gjennomføringen av intervjuene ble intervjuguiden brukt for å ha en veiledende struktur underveis. Hensikten med å ha en struktur var at informasjonen fra respondentene enklere kunne struktureres og sammenlignes i ettertid.

Forfatterne stilte begge med i møtene, med noen unntak. Rollefordelingen har vært slik at den ene intervjuer mens den andre fører referat. Rollene ble vekslet på i de forskjellige intervjuene. Det ble tatt opptak av intervjuene, for de som samtykket til det, som i ettertid ble transkribert. Dermed kunne informasjonen analysere og gjennomgås i ettertid. Dette var også til stor nytte for å ferdigstille referatene.

2.3.3 Etterarbeid og analyse

I etterkant av hvert intervju ble opptaket gjennomgått, og referatet ble renskrevet slik at den mest relevante informasjonen fra respondentene ble trukket frem. Ved å gjøre det på denne måten var det mulig å analysere data på en mer effektiv måte. Referatene dannet hovedgrunnlaget for videre analyse av intervjudata, men opptakene ble benyttet i noen tilfeller for å komplementere.

Referatene ble strukturert på samme måte som selve intervjuguiden, og var følgelig logisk oppbygd i forhold til oppgavens problemstilling. Dermed var det mulig å analysere og sammenligne relevant intervjudata tilknyttet de aktuelle forskningsspørsmålene.

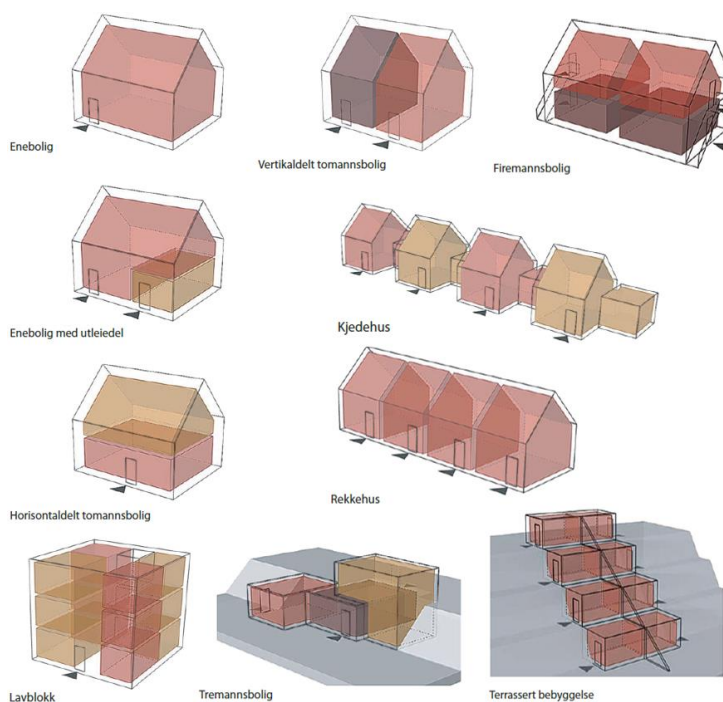
Intervjudata ble analysert ved å sette opp svar for utvalgte spørsmål fra alle intervjuobjektene i Microsoft Excel. Dermed kunne svarene sammenlignes og generaliseres, og danne grunnlaget for abstrakte eller konkrete slutninger. Videre ble data benyttet til å lage relevante tabeller og figurer.

3 TEORETISK BAKGRUNN

Teorikapittelet har til hensikt å gi leseren nødvendig bakgrunnskunnskap til å forstå og vurdere resultater, funn og anbefalinger som presenteres videre i rapporten. Det er vektlagt å forklare teorien på et forenklet nivå slik at personer uten spesiell tilknytning eller kjennskap til emnet kan ha nytte av rapporten, herunder små til mellomstore byggmestre eller entreprenørbedrifter med en mer tradisjonell og manuell tilnærming til byggefasen.

3.1 Småhusbransjen

Denne rapporten tar utgangspunkt i samme definisjon av småhus som benyttes i Byggeteknisk forskrift (TEK17). Der defineres småhus som *enebolig, to- til firemannsbolig, rekkehus, kjedehus og terrassehus til og med tre etasjer* (DIBK, 2022).



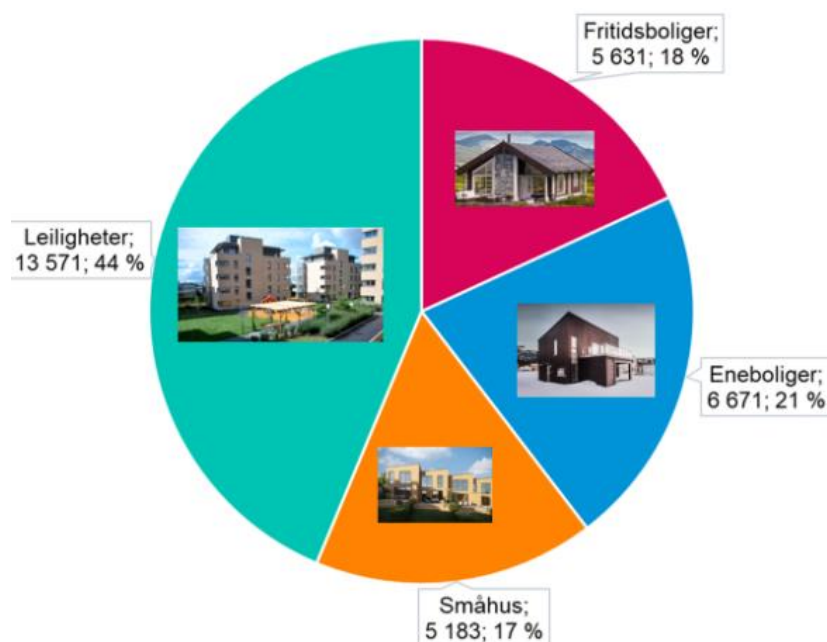
Figur 3: Oversikt over hva som defineres som småhus (Kommunal- og Moderniseringsdepartementet, 2014).

Når småhusbransjen omtales videre, er det hovedsakelig den delen av byggebransjen med markedsområde innenfor småhus etter overnevnte definisjon. Der småhusentreprenører omtales, er det hovedsakelig bedrifter som har oppføring av småhus som markedsstrategi.

Flere entreprenører opererer med både småhus og boligblokker samtidig, og de entreprenøren vil da defineres som en større aktør, i motsetning til små og mellomstore småhusentreprenører.

3.2 Boligmarkedet i Norge

Boligprodusentenes Forening utga i januar 2022 en pressemelding hvor de oppsummerte nyboligmarkedet for 2021. De benytter en annen definisjon av småhus, hvor eneboliger er i en egen kategori. Antall igangsatte boliger og fritidsboliger for 2021 var på 31 056 enheter, og hadde en økning på 11% sammenlignet med 2020. For eneboliger var det en økning på 18%, mens for andre småhus var det en nedgang på 7% (Boligprodusentene, 2022).



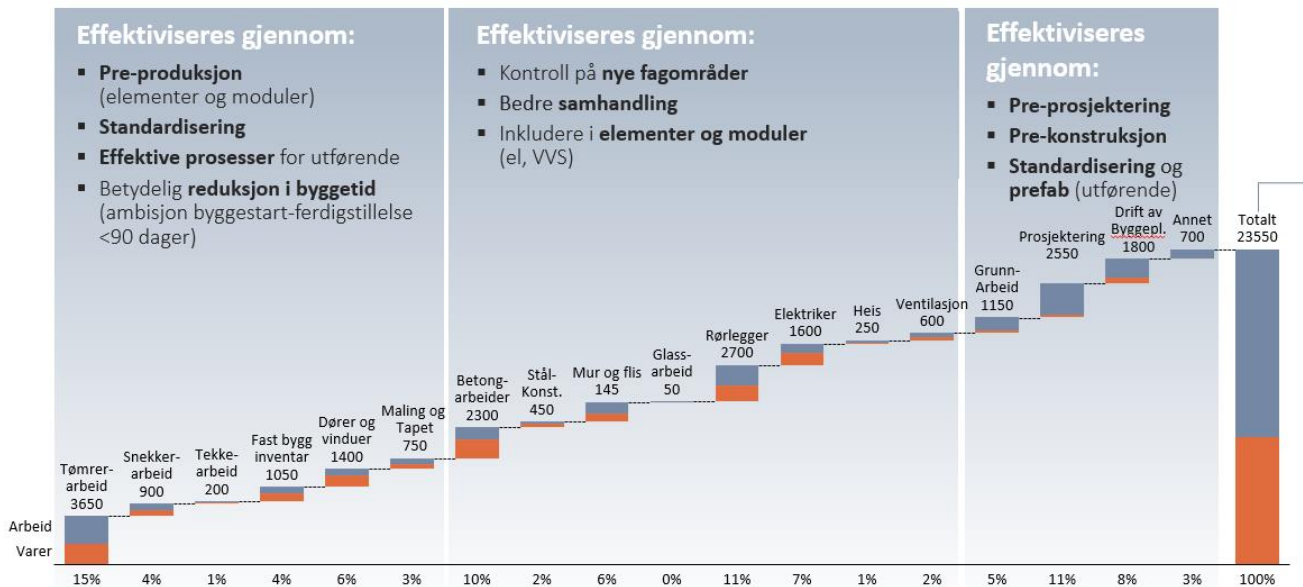
Figur 4: Oversikt over igangsetting av boliger i 2021 (Boligprodusentene, 2022).

Boligmarkedet i Norge har hatt en sterk prisutvikling de siste årene, og spesielt i storbyene. I 2021 steg boligprisen med 10,5 % i hele landet sett under ett for alle boligtyper. Prisøkningen var høyere enn lønnsøkningen (Pedersen, 2022). Hvor stor andel av inntekten husholdningene bruker til bolig varierer, og er et samspill mellom inntektsutvikling, endringer i husleie og hvor mye man må betale i renter og avdrag (Normann, 2010). En rapport fra 2018 viste at tre av fire husholdninger eide boligen de bor i. Likevel har andelen boligeiere i husholdninger med lavinntekt falt 10 prosentpoeng på 15 år (Dokka, 2018).

Prisutviklingens årsaker er flere. Ved å bygge flere boliger vil man i teorien kunne øke mengden, få ned etterspørsel og følgelig redusere prisnivået. Dette uttalte tidligere finansminister Sanner (Stave, 2021). Men prisen alene påvirkes ikke bare av etterspørsel. Selv om det bygges mer, danner likevel de faste utgiftene, det vil si byggekostnadene, grunnlaget for prisberegningen og et sunt marked. Byggekostnadene er en av de viktige faktorene som påvirker pris, og dette legger derfor grunnlaget for hva en bolig faktisk kan selges for uten å gå i tap. Ifølge tall fra Eurostat Construction Index har Norge den største økningen i Europa av byggekostnader for oppføring av bygg for forbrukermarkedet. Byggekostnadene har i gjennomsnitt økt 60 prosent innen EU de siste 20 årene. I Norge har økningen vært mer enn 120 prosent. Norske SINTEF Byggforsk anslår av byggefeil utgjør 5 prosent av de totale byggekostnadene. Den store økningen av byggekostnadene gir likevel en indikasjon på at forbedringspotensialet er stort (Bartolomei, 2019).

3. TEORETISK BAKGRUNN

Mestergruppen hevder at ved blant annet å ta i bruk ny teknologi kan det gi muligheter til å effektivisere, øke produktiviteten og ta ned byggetiden. Dette vil følgelig kunne redusere kostnadsnivået og dermed også pris. Avansert bruk av store datamengder gjør det mulig å planlegge og bygge mer effektivt, samt vedlikeholde bygg og infrastruktur på en bedre måte. På den måten får man mer ut av de verdiene fellesskapet investerer i slike prosjekter (BNL, 2020).



Figur 5: vektet gjennomsnitt av eraringstall fra norsk prisbok for smanus. kilde: (Mestergruppen, industriell verdikjede, 2022)

3.3 Produktivitet i byggeprosjekter

Produktivitet er et måltall (med benevnelse) som brukes til å måle ytelsen til en produksjonsenhet. Dette beskrives nærmere i følgende formel (SINTEF Byggforsk, 2007):

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{Produkt (tall som gir nøyaktig opplysning om mengden på et fremstilt produkt)}}{\text{Ressurser (tall som gir nøyaktig opplysning om mengdene av forbrukte ressurser)}}$$

Produktivitet kan måles på mange måter avhengig av hvilke benevninger som benyttes i formelen. Arbeidsproduktivitet er et alternativ som kan måles ved å beregne arbeidsutbytte i mengde eller verdi i forhold til arbeidsinnsats i timer (Finansleksikon, 2022).

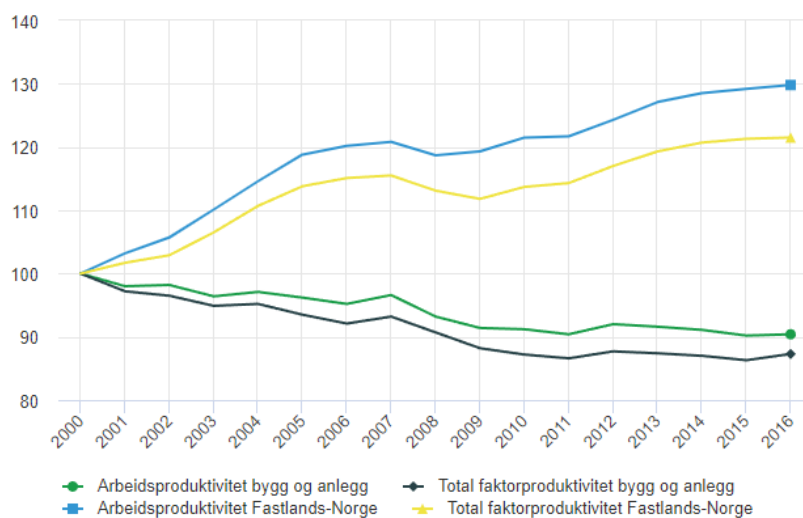
$$\text{Arbeidsproduktivitet} = \frac{\text{Arbeidsutbytte i mengde eller verdi}}{\text{Arbeidsinnsats i timer}}$$

Arbeidsproduktiviteten øker følgelig ved å øke arbeidsutbyttet per timeverk.

3. TEORETISK BAKGRUNN

Arbeidsproduktiviteten avhenger av en rekke elementer. Blant annet arbeiderens innsats, erfaring, kunnskap og bruk av teknologi (SNL, 2022). Ved å øke andelen verdiskapende tid på byggeplassen vil også arbeidsproduktiviteten øke.

God arbeidsproduktivitet er et viktig mål alle bransjer, og er følgelig et begrep som både måles og defineres på ulike måter. Produktivitet kan være nøkkelen til reduserte kostnader og byggetid. I en rapport utarbeidet av SSB fremgår det at arbeidsproduktiviteten i Norge innen bygg- og anleggsbransjen har hatt en negativ utvikling. Ved å korrigere for bidraget fra endring i kapitalintensitet kommer man frem til det som kalles total faktorproduktivitet. Arbeidsproduktivitet er i rapporten beregnet som bruttoprodukt i faste priser per timeverk. Virksomheter som inngår i bygg- og anleggsbransjen er anleggsvirksomhet, grunntreprener, elektro, VVS og annen installasjonsvirksomhet. Videre fremgår det at produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomhet har falt med 10 prosent siden år 2000. I den samme perioden har produktiviteten i privat sektor i Fastlands-Norge økt med 30 prosent. I rapporten påpekes det at årsakene til utviklingen kan være økt arbeidsinnvandring, noe som har ført til lavt produktivitet som følge av språkproblemer og begrenset kunnskap om norske byggemetoder. Det har også vært en økning i bruken av prefabrikkerte bygningselementer. Produktivitetsutviklingen som følger av dette, vil regnes til byggevareindustrien og ikke til byggenæringen. Den svake utviklingen i produktiviteten kan også delvis skyldes måleproblemer. Blant annet kan prisindeksene ikke i tilstrekkelig grad fange opp kvalitetsforbedringer, og den internasjonale definisjonen av bygge- og anleggsvirksomhet er kanskje for snever (Todsens, 2018).



Figur 6: Arbeidsproduktivitetsens utvikling (Todsens, 2018).

I produktivitetskommisjonens første rapport fra 2015 fremkommer det at bygge- og anleggsnæringen satser mindre på forskning og utvikling enn mange andre næringer, og en rekke studier finner at næringen generelt sett er lite innovativ. Bygge- og anleggsnæringen består av en overveiende andel små bedrifter. Over halvparten av bedriftene har en omsetning på mindre enn 10 millioner kroner. Samtidig har næringen også en betydelig andel mellomstore bedrifter, og noen store bedrifter med mer enn 500 millioner kroner i omsetning. Store bedrifter bruker mer ressurser på forskning og utvikling, og kostnadsbesparelsen ved standardisering er større. Standardiserte prosesser og prefabrikkerte materialer ser ut til å være mer utbredt i en del andre land hvor det er flere store aktører. Små bedrifter kan være fleksible, og bidra til utvikling av nye arbeidsformer. Imidlertid kan det være krevende for små, spesialiserte bedrifter

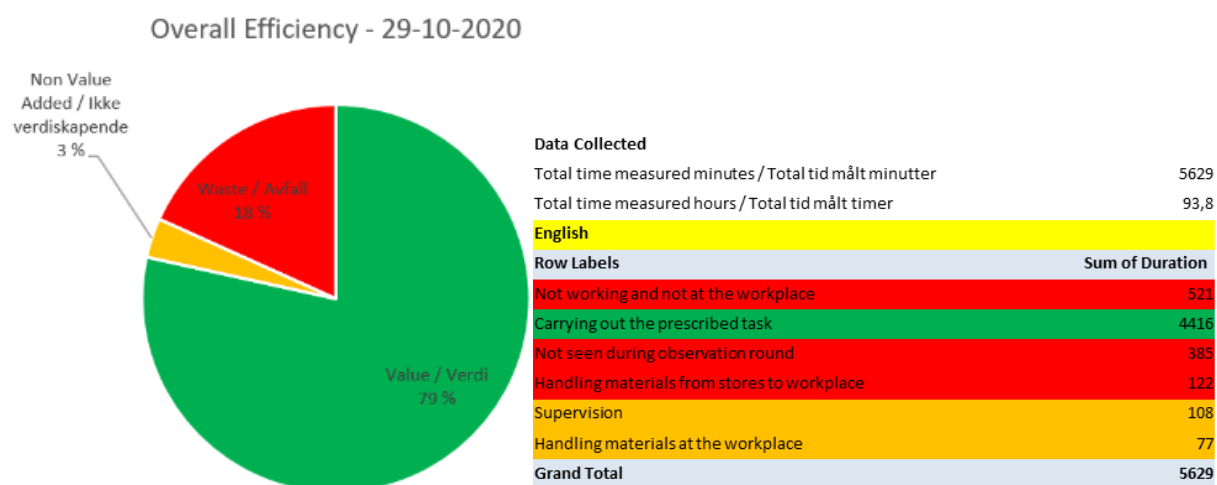
3. TEORETISK BAKGRUNN

å bidra til effektiv samhandling og innovasjon i kompliserte prosjekter (Produktivitetskommisjonen, 2015).

3.3.1 Produktivetsmålinger på byggeplass

Uavhengig om arbeidsproduktiviteten har falt med årene, er det rom for forbedring. Byggebransjen ligger bakpå når det gjelder produktivetsvekst sammenlignet med andre sektorer i industrien. Det gjelder spesielt i små og mellomstore bedrifter, hvor de større bedriftene i større grad følger den industrielle utviklingen til landet (Turk, 2021).

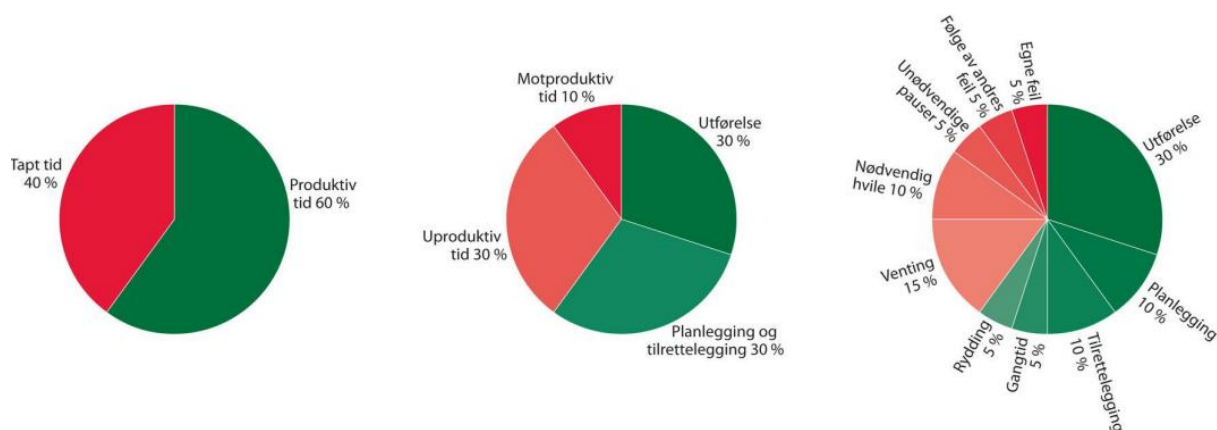
Interne produktivetsmålinger gjennomført i Mestergruppen viser at så mye som 21% av tidsbruken på byggeplassen går til ikke-verdiskapende aktiviteter. Veidekke fremstiller det som at opp mot 40% av tiden på byggeplassen er «tapt tid».



Figur 7: Resultat av produktivetsmåling for oppføring av en plassbygd enebolig. Fra intern rapport utarbeidet av Mestergruppen.

Målingen til Mestergruppen ble gjort med et verktøy kalt CaliBRE ved at en observatør på byggeplass kartlegger og registrerer verdiskapende og ikke-verdiskapende aktiviteter blant arbeiderne. Data analyseres og kan følgelig hjelpe byggelederen til å identifisere tiltak. Den aktuelle målingen tok for seg en plassbygd enebolig og resultatet var en andel på 79% med verdiskapende tid. I rapporten ble det avdekt at det største svinnet oppsto når arbeiderne ikke var på byggeplass eller når de håndterte materialer fra lager til byggeplass. CaliBRE-metoden er likevel ikke en komplett målemetode. Et tømmerlag kan score lavt på produktivitet som måles en gang i timen, men likevel bygge raskere enn andre byggelag fordi det vet hva som skal gjøres og er mer effektiv. CaliBRE-metoden må ikke benyttes alene, men brukes sammen med andre måle- og analysemetoder. Målingene gjøres ved «stikkprøver» og det kan antas at arbeiderne jobber mer effektiv dersom de blir «overvåket».

Veidekkes fremstilling skiller seg ut fra den fra Mestergruppen. Dersom det sees bort ifra nødvendig hvile fremstiller de det som at det er 30% tapt tid på byggeplassen.



Figur 8: Veidekkes fremstilling av arbeidstidens bruk på byggeplassen (Veidekke, 2013).

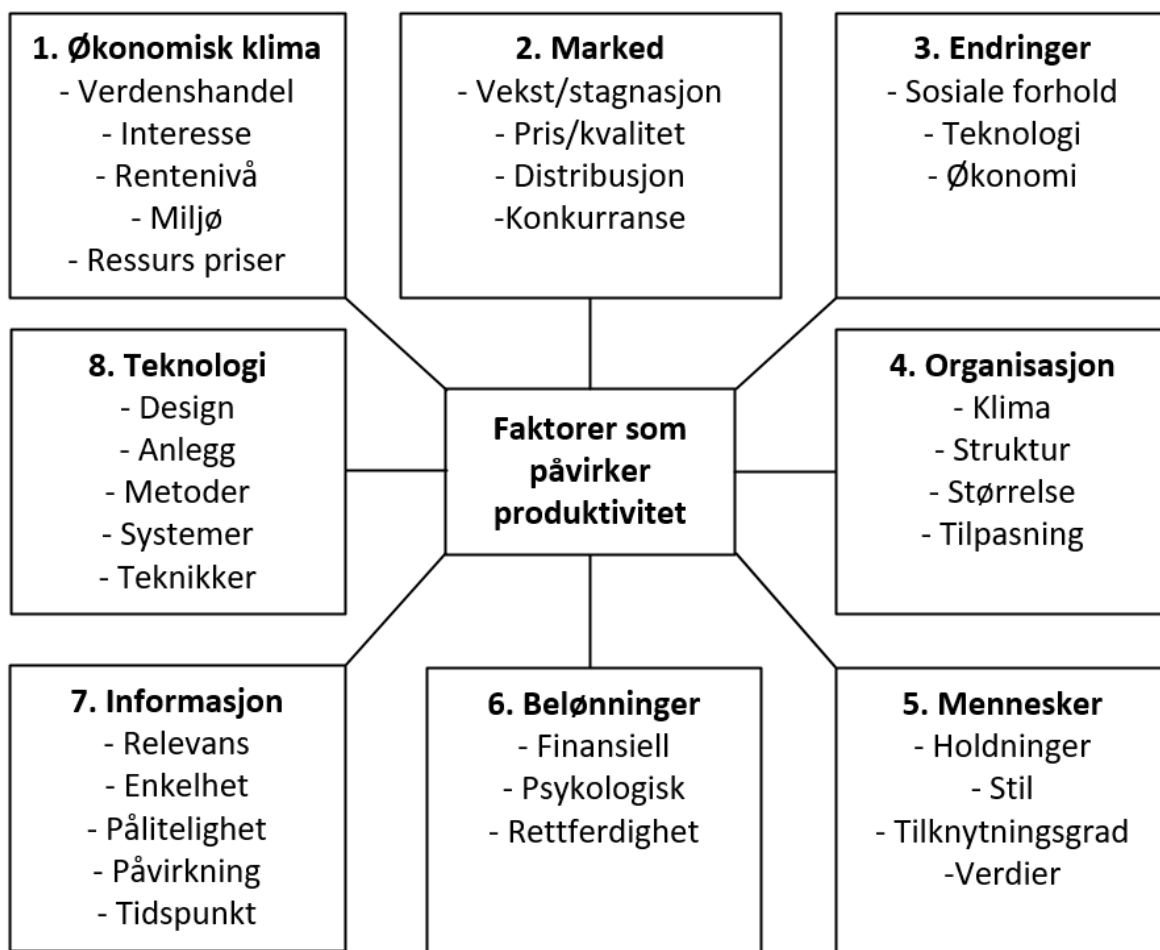
3.3.2 Faktorer som påvirker produktivitet

En relevant rapport for måling av effektivitet er «Effektivitetsanalyse av byggeprosjekter» utgitt av SINTEF. Den tar for seg måle- og analysemetoder basert på referansetesting av 122 norske boligprosjekter fra perioden 2000-2005. Målet med rapporten har vært å kunne beregne effektivitet og finne «beste praksis» i norsk byggevirksomhet. Det er verdt å merke seg at rapporten bruker begrepet effektivitet i stedet for produktivitet, men begrepet og beregningen av effektivitet er ganske lik for produktivitet, og rapporten er derfor relevant. Foruten denne er det er relativt lite offentlig, tilgjengelig litteratur for produktivitetmålinger fra norske byggeplasser.

For å forbedre produktivitet er det viktig å forstå hvilke faktorer som påvirker produktivitet, og dette kan være nøkkelen til forbedringsarbeid i en entreprenørbedrift. Michael E. Porter har skrevet en bok kalt «The Competitive Advantage of Nations» (Porter, 1990). I boken skriver han at «en nasjons konkurransevne avhenger av industriens kapasitet til å være innovativ og forbedre». Porter lagde en overordnet produktivitetsdeterminant som beskriver hvordan nasjonens konkurransevne og produktivitet påvirkes:

- Faktorbetingelser: Nasjonens posisjon med hensyn til produksjonsfaktorer, som tilgang på faglært arbeidskraft eller infrastruktur som er nødvendig for å konkurrere i en gitt bransje.
- Etterspørselsbetingelser: Den naturlige etterspørselen i hjemmemarkedet etter bransjens produkt eller tjeneste.
- Relaterte og støttende bransjer: Tilgang eller mangel i nasjonen på internasjonale leverandørindustrier og andre relaterte industrier som er konkurransedyktige.
- Bedriftsstrategi, struktur og konkurranse: Betingelsene i nasjonen som styrer hvordan selskaper skapes, organiseres og ledes, så vel som nasjonal konkurranse.

Faktorer som påvirker produktivitet, kan også presenteres fra et annet perspektiv. I boka *Productivity improvement manual* av Alan Lawlor (Lawlor, 1985) presenteres figur 9 med et relativt høyt detaljnivå som forklarer faktorene som påvirker produktiviteten. Faktor 1-3 kategoriseres som ytre faktorer og regnes som ukontrollerbare for selskapet. Faktor 4-8 som indre faktorer og regnes som kontrollerbare for selskapet. De indre faktorene vil derfor være mest aktuelle for selskapet å optimalisere.



Figur 9: Faktorer som påvirker produktivitet. Oversatt (Lawlor, 1985).

Albriktsen (Albriktsen, 1989) beskriver hvordan man i prinsippet kan påvirke produktivitet. Det er tre måter å gjøre dette på:

- I. At arbeidskraften forbedres
- II. Forbedringer innen eksisterende teknikk eller teknologi
- III. Forbedringen som skyldes at ny og bedre teknikk eller teknologi tas i bruk

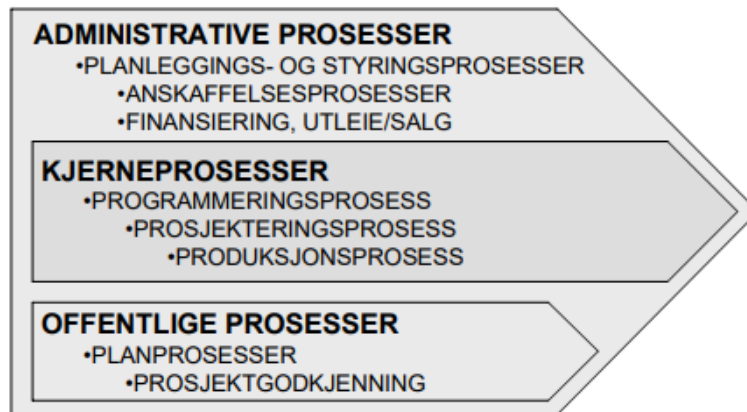
Sammenlignet med Porter og Lawlor er Albriktsen verken for overordnet eller detaljert, men kort og konsis i sin beskrivelse. En kan også se på de tre punktene i sammenheng med en substitusjonstankegang. Arbeidskraft kan byttes ut med bedre utstyr og materialer. I pkt. 2 og 3 nevnes ikke ordet «teknologi» særskilt, men det er likevel tilføyd da dette går inn under teknikk.

Gjennom å integrere eksisterende teknologi, samt forbedre og videreutvikle teknologien kan en teoretisk øke forbedring av produktivitet via Albriktsens tre måter: Forbedre arbeidskraften, ta i bruk eksisterende teknologi for å forbedre dagens teknikk, og ta i bruk ny teknikk og teknologi.

3.4 Byggeprosessen

Byggeprosessen omfatter alle prosesser som fører fram til eller er en forutsetning for det planlagte byggverk (Eikeland, 2001).

Byggeprosessen omfatter flere delprosesser, blant annet finansiering, anskaffelser, utleie, salg, søking om tillatelser, prosjektering, produksjon, overtakelse, drift osv. Disse delprosessene kan ifølge Eikeland deles inn i tre ulike deler: Administrative prosesser, kjerneprosesser og offentlige prosesser:



Figur 10: Byggeprosessens delprosesser (Eikeland, 2001).

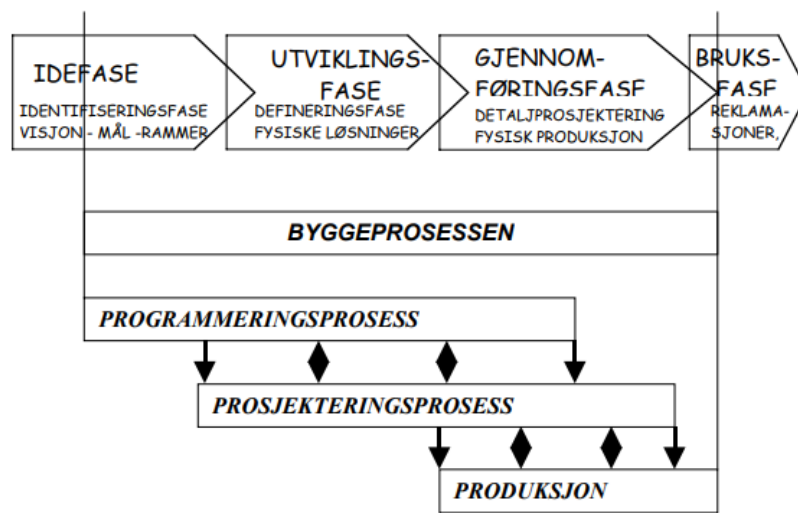
- Administrative prosesser innebærer prosesser som legger til rette for, planlegger og styrer kjerneprosessene. Disse prosessene har til hensikt å administrere, styre og kontrollere byggeprosessens ulike delprosesser som en helhet, inkludert de administrative prosessene selv.
- Kjerneprosessene er et direkte ledd i produktutviklingen og produksjon av byggverket. Definisjon for kjerneprosesser er ifølge Eikeland *de prosesser som har beskrivelse eller produksjon av det planlagte byggverk som sitt resultat*. Dette er gjerne småhusentreprenørens hovedoppgave i byggeprosessen, ansvarsoppgaver innenfor de andre delprosessene kan også forekomme.
- Offentlig prosesser er forutsetningene fra offentlige myndigheter som er forankret i Plan- og bygningsloven. Det kan være arealplaner eller reguleringsplaner som må legges til grunn for at tiltaket kan godkjennes av bygningsmyndighetene.

3. TEORETISK BAKGRUNN

Byggeprosessens kjerneprosesser vil ifølge Eikeland omfatte tre hoveddeler:

- I. Programmeringsprosessen: identifisering av krav som byggverket skal tilfredsstill
- II. Prosjekteringsprosessen: utvikling, utforming og beskrivelse av byggverkets fysiske egenskaper
- III. Produksjonsprosessen: fysisk utførelse av byggverket

Byggeprosessens kjerneprosesser kan videre deles inn i idefase, utviklingsfase, gjennomføringsfase og bruksfase.



Figur 11: Kjerneprosessens tre hoveddeler (Eikeland, 2001).

Idefasen er en fase med stort påvirkningspotensiale og legger betingelser, rammer, mål og forutsetninger for hele prosjektet.

I neste fase utvikles de fysiske løsningene som skal realiseres. Utviklingen av fysiske løsninger skjer som regel med utgangspunkt i kravspesifikasjoner som utvikles gjennom programmeringsprosessen og som konkretiseres gjennom projekteringsprosessen.

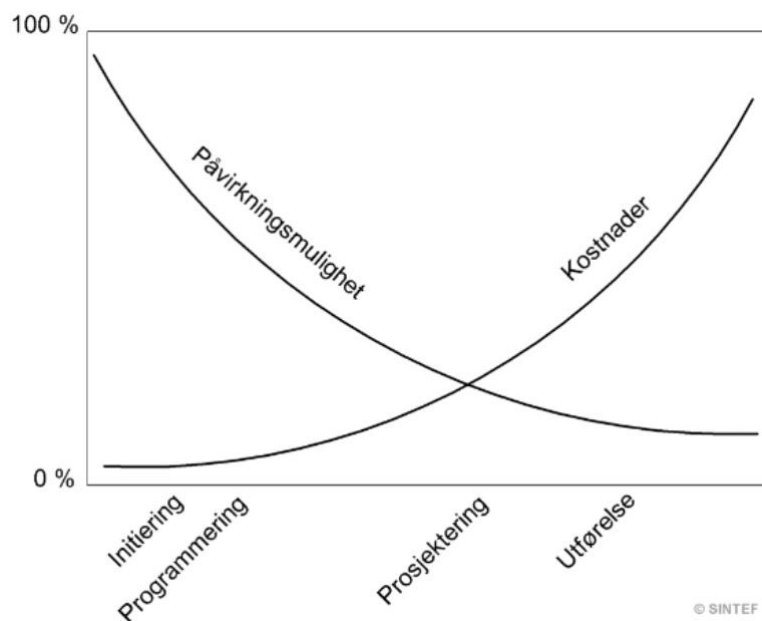
Gjennomføringsfasen betegnes ofte som byggefasen eller utførelsesfasen, men gjennomføringsfasen er for så vidt en like treffende betegnelse. I denne fasen gjennomføres planene og beslutninger som er tatt i tidligere faser, og det foregår både projekteringsarbeid og produksjonsarbeid.

Starten av bruksfasen vil omfatte avslutningen av byggeprosessens. For småhusentreprenører avsluttes prosjektet i denne fasen ved en overlevering. Ved overlevering bedømmes gjerne et prosjekt som vellykket hvis kvalitetskravene er tilfredsstillt, og prosjektet overleveres til avtalt tid og innenfor fastsatt kostnadsramme.

Denne faseinndelingen er altså deskriptiv og generisk; det vil si at den beskriver faktiske, grunnleggende fellestrekk ved forløpet av byggeprosesser. Byggeprosessens er likevel en dynamisk prosess og det hender at prosessen får et unormalt forløp, at for eksempel gjennomføringen stoppes og at man griper tilbake til idéfase eller utviklingsfasen (Eikeland, 2001).

3. TEORETISK BAKGRUNN

Det er viktig å forstå at påvirkningsmuligheter og kostnader henger sammen med byggeprosjektets ulike faser. Tidlig i prosessen har man størst påvirkningsmulighet for en relativt lav kostnad. Denne påvirkningsmuligheten «avtar» etter hvert som prosjektet skrider fremover, og dersom man ønsker å gjøre større endringer i en sen fase, for eksempel i utførelsesfasen, vil kostnadene kunne bli høye (Byggforsk, 2022).



Figur 12: Graden av påvirkningsmulighet sett i sammenheng med investeringskostnader i et byggeprosjekt (Byggforsk, 2022).

3.5 Prosjektledelse

3.5.1 Definerer av et prosjekt:

Et prosjekt er et tiltak som har et avgrenset omfang, og gjennomføres én gang for å nå et gitt mål innenfor en gitt tids- og ressursramme (Rolstadås, Prosjekt, 2020).

En måte å klassifisere prosjekter på er å dele de inn etter hvem som skal ha prosjektets resultater. Det skilles mellom prosjekter for intern virksomhet og produksjonsvirksomhet.

Innenfor småhusbransjen kan byggeprosjektene grovt deles inn i to kategorier:

- I. **Boligutvikling av et foretak** – Et foretak eier et tomteområde eller deler av det og utvikler boliger på egen regning og risiko. Gjerne omtalt som EET-prosjekt (Enebolig egen tomt) eller prosjektboliger.
- II. **Boligutvikling for privatkunder** – Privatkunder har egen tomt de ønsker å bygge en bolig på. Gjerne omtalt som EAT-prosjekt (Enebolig på annenmanns tomt).

(Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2020).

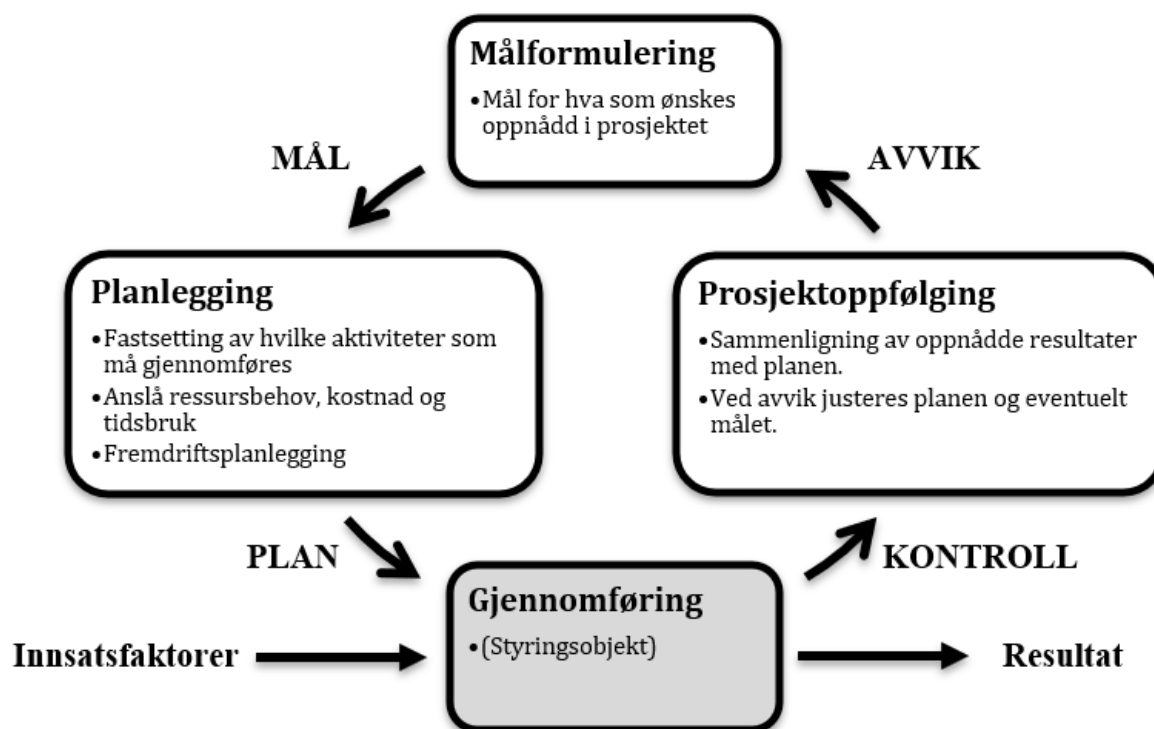
Prosjekters størrelse varierer, og store prosjekter vil som regel ha større økonomiske rammer og ressurser disponibelt enn små prosjekter. Dette er en viktig faktor som har en direkte innvirkning på valg av metode og verktøy for prosjektstyring, planlegging og oppfølging.

3.5.2 Prosjektledelse:

Prosjektledelse og prosjektarbeid er problemorientert og omfatter koordinering av innbyrdes, avhengige oppgaver. Prosjektledelse innebærer både prosjektstyring og prosjektorganisering (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2020).

Prosjektstyring innebærer planlegging av hvilke oppgaver som skal utføres, når de skal utføres og hvor mye det skal koste i tillegg til hvordan selve gjennomføringen skal følges opp. Prosjektorganisering derimot har fokus på hvordan arbeidet organiseres og ledes. (Rolstadås, Prosjektledelse, 2021).

Figur 13 illustrerer styringsoppgavene til en prosjektleder ved gjennomføringen av et prosjekt, eller deler av det.



Figur 13: Styringsløyfe for et prosjekt. Fritt etter figur av Asbjørn Rolstadås (SNL, 2022).

Gjennom lovverket fastsetter regjeringen krav til gjennomføring av byggeprosjekter. I en rapport utarbeidet av Veidekke sammen med flere samarbeidspartnere fremkommer det at bransjen utfordres på flere områder:

Kompleksiteten i prosjektene øker med nye krav til energi og bærekraft, ny teknologi skal tilpasses og bransjen utfordres stadig i forhold til produktivitet og kvalitet. For å lykkes med å svare på disse utfordringene må grepene tas tidlig i prosjektet (Prosjekt Norge, 2018).

Dette underbygger viktigheten av god prosjektledelse som et sentralt tiltak for å imøtekomme disse utfordringene. God prosjektstyring og ledelse på byggeplass kan utgjøre en forskjell, og jo bedre metodikk en har integrert i bedriften for prosjektarbeid jo større forskjell. God prosjektstyring handler også om å utnytte de verktøyene og mulighetene en har, som for eksempel et digitalt underlag og mulighetene som ligger i det.

3.5.3 Prosjektplanlegging

Prosjektplanlegging gjøres både i forkant av et prosjekt og underveis i prosjektgjennomføringen.

Prosjektplanlegging har som formål å bestemme hvilke aktiviteter som skal utføres, samt når, hvor og i hvilken rekkefølge de skal utføres, hvem som skal utføre dem og hva det antas å koste (Rolstadås, Olsson, Johansen, & Langlo, 2020).

I byggebransjen benyttes gjerne en form for prosjektnedbrytningsstruktur i prosjektplanleggingen. Det er ofte omtalt med den engelske forkortelsen WBS (work breakdown structure), og er en metode for å dele opp arbeidet som skal gjennomføres i klart avgrensede og håndterbare arbeidsmål.

Planleggingen kan gjøres i flere nivåer, og ved en hierarkisk nedbryting er det vanlig å sette arbeidsmålene som enten funksjonsorientert eller aktivitetsorienterte mål (Sander, Prosjektnedbrytning - WBS, 2020).

3.6 Byggemetoder

Tradisjonelt sett bygges et hus ved at det kjøpes inn stabler med materialer i fallende lengder som leveres på byggeplassen. Deretter bygges det etter enkle arbeidstegninger på papir som inkluderer plan-, snitt-, detalj- og fasadetegninger, og materialene må kuttes og tilpasses på byggeplassen. Alternativt kan det benyttes mer industrialiserte byggemetoder, hvor deler av arbeidet er gjennomført utenfor byggeplassen, eller på et tilrigget område.

3.6.1 Precut

Precut baserer seg på å bruke ferdigkuttete materialer. Materialene leveres ferdig merket og nummerert slik at det enkelt kan monteres ved hjelp av tegninger. Materialene kan leveres med ferdige hulltakinger og utfreste spor som gjør monteringen enklere. Precut kan i prinsippet brukes til de fleste materialer som både plater og planker. Det største bruksområdet er til reisverk, etasjeskille og takkonstruksjoner.

3.6.2 Elementer

Det å bygge med elementer innebærer at bygget er prosjektert slik at det er delt inn i flere mindre bygningsdeler. Elementene bygges som regel på egne fabrikker og størrelsene på dem er slik at de enkelt kan fraktes til byggeplassen. Elementene heises på plass og monteres ved hjelp av kranbil. Detaljgraden på elementene varierer. For eksempel kan et veggelement variere fra å kun inneholde bindingsverk, til å inkludere dampspærre, isolasjon, vindsperre, vinduer og kledning.

3.6.3 Moduler

Å bygge med moduler vil si at et hus bygges helt eller delvis ferdig i seksjoner på fabrikk. Det inkluderer tekniske installasjoner, kjøkken, gulv, vegger, vinduer og bad osv. Størrelsen på modulene er begrenset til hva som er mulig å frakte på vei. Dette er byggemetoden med kortest byggetid på byggeplassen, da mesteparten av arbeidet er utført i fabrikk. Modulene heises på plass og monteres ved hjelp av kranbil. Byggemetoden er gjerne forbeholdt enkle,

standardiserte boliger og andre prosjekter med gjentakende moduler som for eksempel leilighetsprosjekter og hoteller.

3.6.4 En kombinasjon

I realiteten er mange prosjekter en kombinasjon av flere byggemetoder. Et eksempel kan være at veggene monteres som elementer, takkonstruksjonen og etasjeskillet som precut, og bad og teknisk rom heises på plass som komplette moduler.

3.7 Logistikk

Logistikk omhandler å formidle, motta og sende gods samt planlegging, lagring og administrering av materialer og produkter i en bedrift.

Målet med logistikkplanlegging er å gjøre kostnadene så små som mulig ved en mer effektiv koordinering av de ulike aktivitetene. Dette gjøres ved å sikre riktig mengde og varetype til rett sted og rett tid etter «just-in-time» prinsippet (Spurkeland, 2021).

«Just-in-time» prinsippet er en del av Lean construction metoden som beskrives i neste kapittel. Prinsippet «just-in-time» omhandler *organisering av produksjon i bedrifter som skal sikre at alle deler som trengs kommer på plass til rett tid og rett sted på hvert trinn i produksjonsprosessen* (Pihl, 2019).

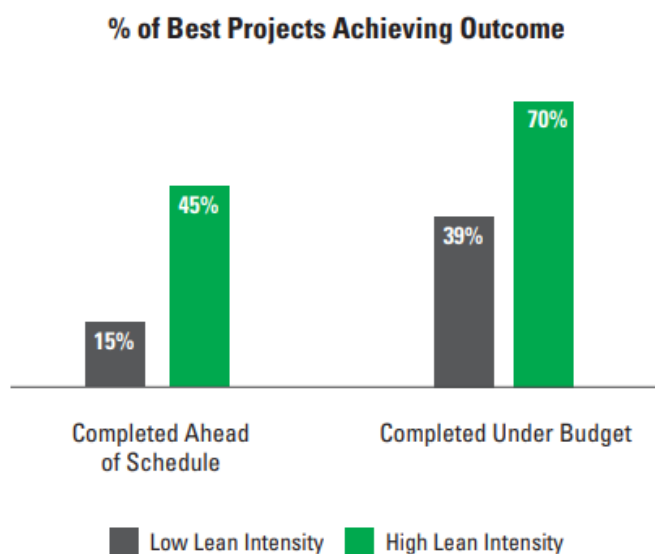
Byggeplasslogistikk hos entreprenøren skiller seg ut fra logistikken hos produsentene og grossistene. Grossistene og produsentene har gjentakende prosesser, mens byggeplasser er unike i hvert tilfelle. Ved å ha en samarbeidsløsning for logistikk mellom alle partene vil det gi en mer effektiv og kostnadsbesparende løsning enn hva entreprenøren klarer å oppnå alene. Ansvar for effektiv logistikk er delt, men grossistene og produsentene må tilrettelegge slik at de kan sørge for forutsigbare leveranser tilpasset byggeplassenes skiftende behov. Det er for eksempel stor forskjell på store leveranser som lagres på byggeplassen, og just-in-time leveranser av mange varianter i små volum (Sintef, 2007).

3.8 Lean Construction

Lean Construction (LC) er en tilpasset versjon av *Lean manufacturing* som har til hovedmål å redusere tid i produksjonssystemer, og forbedre responstiden til leverandører og kunder. LC er tilpasset byggebransjen ved at det er en prosjektbasert produksjonsprosess i motsetning til gjentakende produksjon i fabrikker.

LC kan defineres som en måte å designe produksjonssystemer for å minimere sløsing av materialer, tid og krefter for videre å generere maksimalt med verdi (Valence & Best, 2002).

Lean Construction er en anerkjent arbeidsmetode som har vist seg å ha positive effekter i byggeprosjekter ved å i større grad overlevere prosjekter under budsjett, og før planlagt tid sammenlignet vanlige prosjekter (Lean Construction Institute, 2018).



Figur 14: Sammenligning av 162 byggeprosjekter i USA (Lean Construction Institute, 2018).

Hovedprinsippene for LC kan oppsummeres med seks hovedprinsipper, hvor eliminering av sløsing vektlegges mest i denne oppgaven.

I. **Identifiser verdi fra kundens synspunkt**

Kunder kan verdsette mer enn bare kvalitet, tidsbruk og kostnader i et prosjekt. Identifiser hva kunden verdsetter, og ta hensyn til det i prosjektgjennomføringen.

II. **Identifiser prosesser som leverer verdi**

Identifiser hvilke prosesser som leverer verdi til kunden, sett fra kundens perspektiv. Prosesser som ikke gir kunden verdi bør elimineres.

III. **Eliminere sløsing**

Eliminering eller minimering av sløsing er et av hovedmålene med LC, og skal tilstrebes ved enhver anledning. Forskjellige former for sløsing er listet opp under:

3. TEORETISK BAKGRUNN

Feilproduksjon – Det gjøres ikke korrekt i førsteomgang og resulterer i unødvendig tilleggsarbeid.

Overproduksjon – En aktivitet gjennomføres raskere enn planlagt, eller at en aktivitet fullføres før det er klart til å starte med neste.

Venting – Arbeidere er klare til å jobbe, men nødvendige materialer, tegninger eller andre forutsetninger for å starte med en aktivitet er ikke på plass.

Manglende utnyttelse av evner og kompetanse – Arbeidere har forskjellige ferdigheter og erfaring, og jobben må passe til arbeiderens evner.

Transport – Transport av materialer, utstyr eller arbeidere til en arbeidsplass før det er behov for det. Inkluderer også overlevering av informasjon som ikke tilfører verdi i prosjektet, eller det er behov for.

Lagerholdning – Unødig lagerholdning. Tilstrebe just-in-time prinsippet.

Bevegelse – Unødvendige forflytninger av arbeidere som kan bli unngått. Redusere avstander for henting av utstyr, materialer osv.

Overflødige prosesser – Prosesser eller administrative oppgaver som ikke gir merverdi til kunden. Dette kan oppstå i et forsøk om å redusere sløsing i overnevnte punkter.

IV. Oppnå flyt av arbeidsprosesser

Målet i LC er å oppnå en kontinuerlig, pålitelig og forutsigbar arbeidsflyt. For å klare dette må alle involverte i prosjektet kommunisere og samarbeide. Det kreves en god fremdriftsplan, og god koordinering.

V. Bruke Pull-planlegging (LPS/Bakoverplanlegging)

Planleggingen gjøres av de som gjennomfører jobben, siden de har best oversikt over tidsbruk og ressurser. Samtidig planlegges det bakover i tid (baklengsplanlegging) hvor det tas utgangspunkt i en milepæl, og aktivitetene planlegges fra slutt til start. Planleggingsmetoden finner ut hva som må gjøres rett før siste planlagte aktivitet, og dermed kan den mest logiske gjennomføringen identifiseres på kortest mulig tid.

VI. Perfeksjonere prosessene gjennom kontinuerlig forbedring

Kontinuerlige små forbedring av prosesser over tid ved å minimere sløsing og finne metoder for å tilføre verdi i prosjektgjennomføringene.

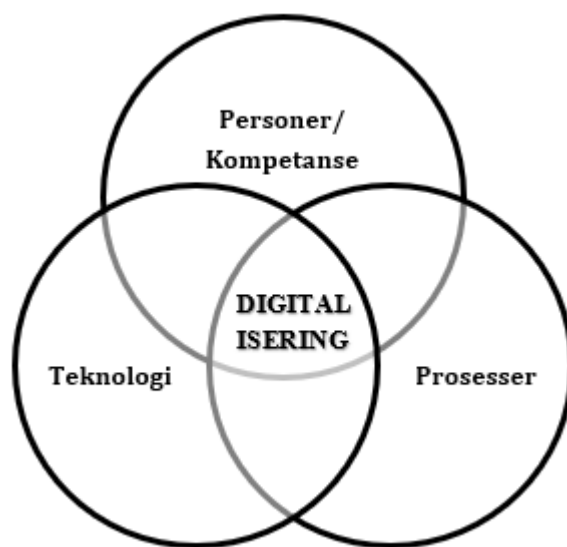
(Kristensen, 2016) og (Jones, 2021).

3.9 Digitalisering og digital transformasjon

Digitalisering er å legge til rette for generering av digital informasjon i tillegg til håndtering og utnyttelse av informasjonen ved hjelp av informasjonsteknologi (SNL, 2022).

Digitaliseringen i seg selv har ingen hensikt med mindre det fører til merverdi. Når det snakkes om digitalisering i bedrifter, er det som regel en forutsetning at innføringen av den digitale teknologien skal medvirke til å forbedre, forenkle eller erstatte eksisterende prosesser (SINTEF, 2022).

Digitalisering kan sees på som samspillet mellom teknologi, prosesser, personer og kompetanse. Det kan forstås ved at personer med kompetanse tar i bruk teknologi til å forbedre, forenkle eller fornye prosesser eller oppgaver.



Figur 15: Sammenhengen mellom digitalisering, personer, prosesser og teknologi.

Digital transformasjon er et steg videre fra digitalisering. Digitalisering kan sees på som å gjøre det man allerede gjør, bare hurtigere, til lavere kostnad og mer effektivt (Kommunett, 2022). Eksempler på dette er å sette «strøm på papir» og benytte BIM i sin enkleste form.

Digital transformasjon derimot omhandler å bruke teknologien til nye måter å arbeide på. Deltek oppsummerer digital transformasjon for bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE-næringen) med følgende punkter:

- I. Bytte ut manuelle prosesser og finne nye effektivitetsgevinster gjennom nye digitale plattformer og teknologier.
- II. Bruke disse nye teknologiene til å låse opp nye forretningsmodeller og måter å arbeide på.

(Deltek, 2022).

3.9.1 Grader av digital transformasjon

SINTEF beskriver følgende grader av digital transformasjon i byggenæringen (SINTEF, 2021):

Tabell 4. Grader av digital transformasjon.

Grad	Beskrivelse
1. Digitalisering av analoge prosesser	<p>Overføring av analoge, ofte papirbaserte prosesser til en digital versjon. For eksempel bruk av PDF-filer og regneark istedenfor papirdokumenter.</p> <p>Dette gjelder bruk av blant annet digitale sjekklister, timelister og BIM i sin enkleste form. En slik overgang kan både forenkle, effektivisere og strukturere eksisterende arbeidsprosesser. Innovasjonspotensialet er relativt lite.</p>
2. Implementering av digitale teknologier	<p>Testing og ta i bruk ny teknologi i næringen. Eksempler er bruk av droner til inspeksjonsformål eller avviksdeteksjon, kunstig intelligens eller AR/VR-teknologi for arealoptimering, eller bruk av avanserte sensorer for prediktivt vedlikehold og drift av bygninger.</p> <p>Vellykket implementering av avanserte digitale teknologier har et stort potensial for dyptgripende endringer og innovasjoner i enkelte prosesser i verdikjeden, og er ofte et resultat av tung FoU-innsats.</p> <p>Implementeringen av innovative teknologier er ofte isolert innenfor delprosesser, slik at den kun har et begrenset potensial for andre deler av verdikjeden enn de som er direkte involvert.</p>
3. Digital transformasjon	<p>Når hele eller større deler av verdikjeden endres fundamentalt ved bruk av digital teknologi som endrer både styrings- og leveransemodellene. Dette innebærer som regel at:</p> <ul style="list-style-type: none">• Digital data både utnyttes, lagres og tilfører verdi på en strukturert og standardisert måte.• Data utveksles eller deles mellom aktører.• Det er en høy grad av automatisering eller selvbetjeningsløsninger i nettskyen. <p>Eksempelvis brukes BIM her ikke bare som 3D-modell, men som et utvidet samhandlingsverktøy for konsulenter, entreprenør, underleverandører og logistikkpartnere (BIM 4D-7D) i hele byggeprosessen.</p> <p>Endringspotensialet i digitale transformasjoner er stort, og ofte et resultat av en konsentrert forsknings- og innovasjonsinnsats i regi av flere aktører i verdikjeden. Digital transformasjon kan medføre dyptgripende endringer i næringen i form av at nye aktører tar større plass, eller deler av det tradisjonelle økosystemet forsvinner.</p>

3.10 Informasjons- og kommunikasjonsteknologi

Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) er en samlebetegnelse for teknologi som benyttes til innhenting, overføring, bearbeiding, lagring og fremstilling av informasjon (SNL, 2019).

De fleste digitale verktøy på en byggeplass inngår under samlebetegnelsen IKT. En viktig del av digitalisering i bedrifter er å ta i bruk eksisterende, og relativt enkle systemer som finnes på markedet. CRM og ERP er betegnelser for en viss type IKT-teknologi for bedrifter. Digitale verktøy kan ha funksjoner innenfor både CRM og ERP i tillegg til andre funksjoner samtidig.

CRM – Customer relationship management

Et CRM-system hjelper bedriften med kommunikasjon og kundeinteraksjoner. Systemet tar informasjon om kunder, leverandører, underentreprenører og kobler den inn i en delt plattform som hjelper bedriften å drive forretninger mer sømløst og effektivt.

Informasjonen som samles er blant annet knyttet til faktura, bestilling, sakshåndtering og kommunikasjonshistorikk (Netsuite, 2022).

ERP – Enterprise resource planning

ERP er i hovedsak en applikasjon som automatiserer interne prosesser i bedriften, og samler informasjon til en sentral database. Informasjonen samles fra relevante prosesser som regnskap, salg, produksjon og menneskelige ressurser.

Mange ERP-systemer inneholder CRM-moduler eller funksjoner. Når informasjonen er samlet på ett sted er det mulig å analysere og oppdage prosessforbedringer, og dermed gjøre tiltak. I tillegg brukes det mindre tid på å finne frem til relevant og nødvendig data (Netsuite, 2022).

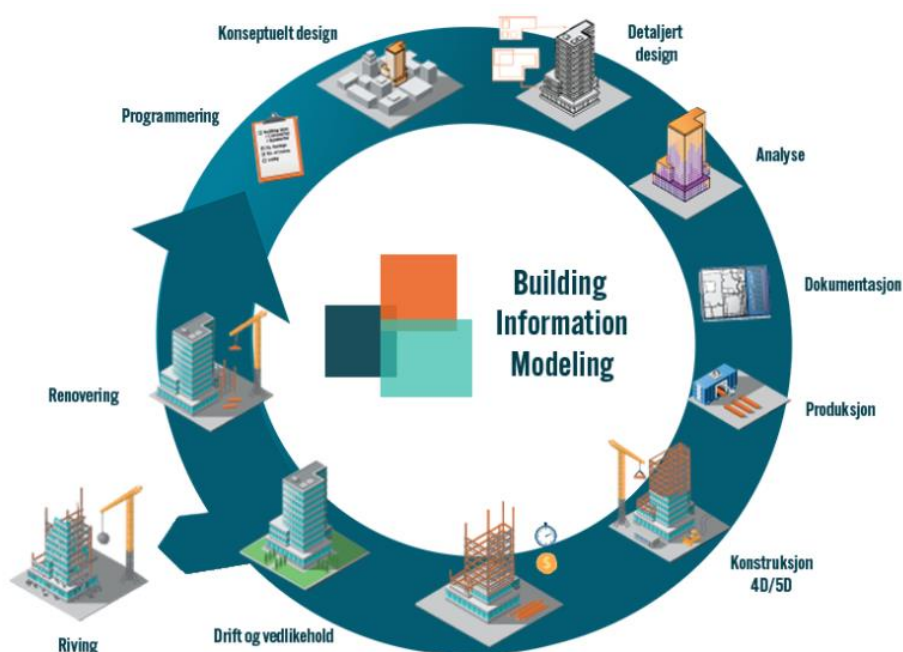
3.11 BIM

Begrepet bygningsinformasjonsmodellering, oftest omtalt som BIM, er kjent for de fleste i BAE-næringen og har vært et populært tema i mange år. Konseptet kan spores tilbake til 1970-tallet, mens begrepet BIM ble først et felles anerkjent begrep tidlig på 2000-tallet (Pandey, 2017).

BIM kan enkelt forklares som en arbeidsmetodikk for å fremstille en digital 3D-modell av en bygning, der objektene i modellen har relevant informasjon for byggeprosessen. Formålet med arbeidsmetodikken er å skape et pålitelig beslutningsgrunnlag gjennom hele byggeprosessen og frem til avhending av bygget.

Følgende definisjon av BIM brukes i ISO-standardene (International Organization for Standardization):

Bruk av en delt digital fremstilling av et byggverk for å legge til rette for prosjektering, bygging og driftsprosesser slik at det kan dannes et pålitelig grunnlag for beslutninger (Standard Norge, 2018).



Figur 16: Bruksområdene til BIM igjennom hele livssyklusen til et bygg (Nordic bim group, 2022).

Selv om BIM er et anerkjent begrep finnes det ikke en etablert definisjon. Begrepet benyttes ulikt i ulike sammenhenger, fordi det brukes til å referere til både et produkt og en prosess. Generelt når det snakkes om BIM er det arbeidsmetodikken, eller en del av den, det refereres til.

3. TEORETISK BAKGRUNN

For å forstå hva BIM er, er det hensiktsmessig å forstå grensesnitt for hva som ikke er BIM teknologi. Følgende punkter er ikke BIM teknologi:

- Modeller som kun inneholder 3D-data og ingen, eller få objektsegenskaper. Det vil si modeller som kun kan brukes for grafisk visualisering, og har liten eller ingen støtte for data integrasjoner eller design analyse.
- Modeller som definerer objekter, men ikke kan justere plassering eller proporsjoner fordi de ikke utnytter parametrisk intelligens. Det vil si modeller der endringer er ekstremt arbeidskrevende og gir ingen beskyttelse mot å skape inkonsekvente eller unøyaktige visninger av modellen.
- Modeller som er sammensatt av flere 2D CAD-referansefiler som må kombineres for å definere bygget. Det er umulig å sikre at resulterende 3D-modell vil være gjennomførbar, konsistent og tellbar. Samtidig vil det være umulig å knytte informasjon til gjenstandene i den.
- Modeller som tillater endringer i dimensjoner i én visning som ikke automatisk reflekteres i andre visninger. Dette åpner for feil i modellen som er svært vanskelig å oppdage.

(Eastman, Teicholz, Sacks, & Lee, 2018).

DAK og CAD (Dataassistert Konstruksjon og Computer Aided Design) skiller seg ut fra BIM innenfor bygningsdesign ved at DAK og CAD gjerne begrenses til geometri som representerer et bygningsdesign (Autodesk, 2022).

BIM derimot er ikke en motsetning til DAK og CAD, men tar 3D-modellen et steg videre der I'en og potensiale til å nyttiggjøre seg av informasjonen i byggeprosessen er sentral. Hvilken detaljgrad modellene har avhenger av hvor detaljert det har blitt prosjektert med BIM-verktøyene.

3.11.1 ÅpenBIM

ÅpenBIM går ut på å utveksle informasjon på et åpent filformat som kan brukes til å samarbeide effektivt på tvers av programvarer og fag gjennom hele byggeprosessen.

De forskjellige BIM-modelleringsverktøyene har ofte sine egne filformater, og kan ikke samarbeide uten en felles plattform eller filformat.

ÅpenBIM baserer seg på filformatet IFC (Industry Foundation Classes), i tillegg til to andre åpne standarder som sørger for at informasjon spesifiseres og leveres på en bestemt måte for å sikre struktur og mulighet til åpent samarbeid (Bimverdi, 2017). IFC er det filformatet som brukes av tredjepartsprogramvarer for samarbeid.

Industry Foundation Classes (IFC) + buildingSMART Data Dictionary (bSDD) + Information Delivery Manual (IDM) = åpenBIM

buildingSMART Data Dictionary er en viktig standard for utveksling og deling av data. Den gir grunnlaget for en felles terminologi i bruken av ÅpenBIM slik at alle IFC-modeller tolkes entydig av forskjellige aktører og forhandlere (Buildingsmart, 2017).

En IFC er et øyeblikksbilde av en BIM-modell, og kan i utgangspunktet ikke endres på. Det er mulig å endre beskrivelser av objekter, men ikke selve objektet.

ÅpenBIM kan sees i kontrast til «lukket BIM» hvor hver person, bedrift eller fag sitter med en egen BIM-modell hvor informasjonen i modellen ikke blir delt.

3.11.2 VDC

Virtual Design and Construction (VDC) er en gjennomføringsmodell sammensatt av BIM, ICE (Integrated Concurrent Engineering/samtidig prosjektering) og PPM (Project Production Management).

VDC har til hensikt å forbedre samspillet mellom aktører i prosjektet og skape merverdi for kunden gjennom effektiv prosjektering og bygging, og samtidig gi økt kvalitet (Norconsult, 2022).

4 DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN

Dette kapittelet fremhever innledningsvis initiativer for digital transformasjon i byggenæringen og gir et innblikk i trender og hvilken retning byggenæringen er på vei mot når det gjelder digital transformasjon. Formålet med dette er å danne et perspektiv av næringens utvikling som småhusbransjen kan sees i sammenheng med.

Deretter synliggjøres datagrunnlaget som er tilgjengelig, eller kan gjøres tilgjengelig for småhusentreprenører, og videre forklares det på et overordnet nivå hvordan datagrunnlaget kan utnyttes bedre.

4.1 Hvor er vi, og hvor er vi på vei?

Byggenæringen ligger bakpå når det gjelder bruk av IKT løsninger og det er den næringsgruppen som bruker lavest andel av inntektene på informasjonsteknologi globalt sett. Kun 1,51 prosent av inntektene brukes til dette sammenlignet med gjennomsnittet for alle næringer på 3,28 prosent (Deloitte, 2017).

Dette, kombinert med den negative produktivitetsveksten, blir stadig fremhevet. Det er flere gode initiativer i byggenæringen som bygger på å lykkes med den digitale transformasjonen. Formålet med initiativene er å snu den negative trenden, men for å ha fremskritt innen digital transformasjon trengs det gode veiledninger og råd for hvordan næringen kan omstille seg.

Under presenteres viktige initiativer tilknyttet digital transformasjon av byggenæringen.

2008 - Industrialisering og systematisering av boligbyggproduksjon

SINTEF utga i 2008 en omfattende rapport om industrialisering og systematisering av boligbyggproduksjon i samarbeid med flere av landets største boligbyggere. Skanska, Moelven byggmodul, NCC, OBOS og PEAB var noen av aktørene som deltok i rapporten.

Det trekkes frem at bruken av IKT vil stå sentralt i fremtidens byggeprosesser, og vil gi både produktivitets- og effektiviseringseffekter. Bruken av BIM får også mye fokus, og det fremheves at bruken av BIM har et stort potensial for å effektivisere byggeprosessen.

De flinkeste i bransjen benyttet både BIM og ERP systemer på dette tidspunktet, men totalt sett ble det bruken av IKT oppsummert på følgende måte:

Bruk av IKT i bedriftene og prosjektene er stort sett fragmentarisk og lite systematisert. Få, om noen, har virkelig klart å utnytte de potensielle mulighetene som ligger i bred og integrert IKT bruk. Her ligger et potensial til stor differensiering mellom selskapene i årene som kommer (SINTEF, 2008).

Når det gjelder bruk av BIM fremkom det at BIM ble benyttet i prosjekteringen, og til å lage produksjonsmateriale i 2D, men at lite av informasjonen i modellene ble utvekslet eller utnyttet videre til for eksempel forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU).

2017 - Den digitale motorveien er etablert

Handelens Digitale Arbeidsgruppe (HDA) erklærte i årsrapporten fra 2017 at den digitale motorveien for logistikk-løsninger er etablert. HDA mener med dette at en rekke standarder for digital samhandling mellom entreprenører, byggmestre, byggevarehandlere og byggevareindustrien har kommet på plass. I tillegg er en rekke store og små initiativer for å ta i bruk løsningene i gang (Handelens Digitale Arbeidsgruppe, 2017). En nærmere beskrivelse av standardene som er på plass beskrives i kapittel 4.3.2

2017 - Digitalt Veikart

Byggenæringens Landsforening (BNL) utga første versjon av Digitalt Veikart i 2017. Veikartet er en strategi som skal ivareta digital transformasjon av bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen på et overordnet nivå.

Strategien angir hvilke mål som bør settes for næringen, og hvor fokuset bør være å nå målene. BNL satt ambisiøse mål for bransjen frem mot 2025. Noen av målene var å redusere kostnader med 33% i tillegg til å redusere tid til prosjektgjennomføringer med 50% ved å ha en heldigital byggenæring.

Rapporten tar hovedsakelig for seg digitalisering knyttet til informasjonsflyt for digital samhandling. Noen av funnene de påpeker i rapporten er at de fleste digitaliserer hver for seg, og at «spydspissene» i bransjen har kommet langt.

Til tross for de ambisiøse målene fremkommer det en viss skepsis ved at de sier at *digitalt veikart er et bra initiativ, men det er frykt for at det blir nok en fin rapport som havner i skuffen* (BNL, 2017).

2020 - Digitalt veikart 2.0

Digitalt veikart 2.0 er videreføring av utgaven som ble utgitt i 2017. Rapporten presenterer de nyeste trendene i byggenæringen og kommer med generelle og konkrete råd til næringen.

Hovedtrendene i byggenæringen er industrialisering, effektivisering på byggeplassen, digitaliserte forbedringsprosesser i hele livsløpet ved bruk av lean-prosesser, livssyklus-teknikk, og fokus på bærekraft og miljø.

Videre gir rapporten målrettede råd til ulike segmenter og bransjer i byggenæringen hvor de også belyser den digitale modenheten, utfordringer og muligheter bransjene står ovenfor.

Boligprodusentene rådes til å delta i arbeidet for et felles digitalt rammeverk, etterspørre maskinlesbar produktokumentasjon og utnytte potensialet i BIM-verktøyene fullt ut.

Byggmesterforbundet rådes til å ta i bruk standardkontrakter og bygge digital kompetanse for å ta i bruk digitale løsninger og verktøy (BNL, 2020).

2021 - Digital samhandling og datadeling i bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen

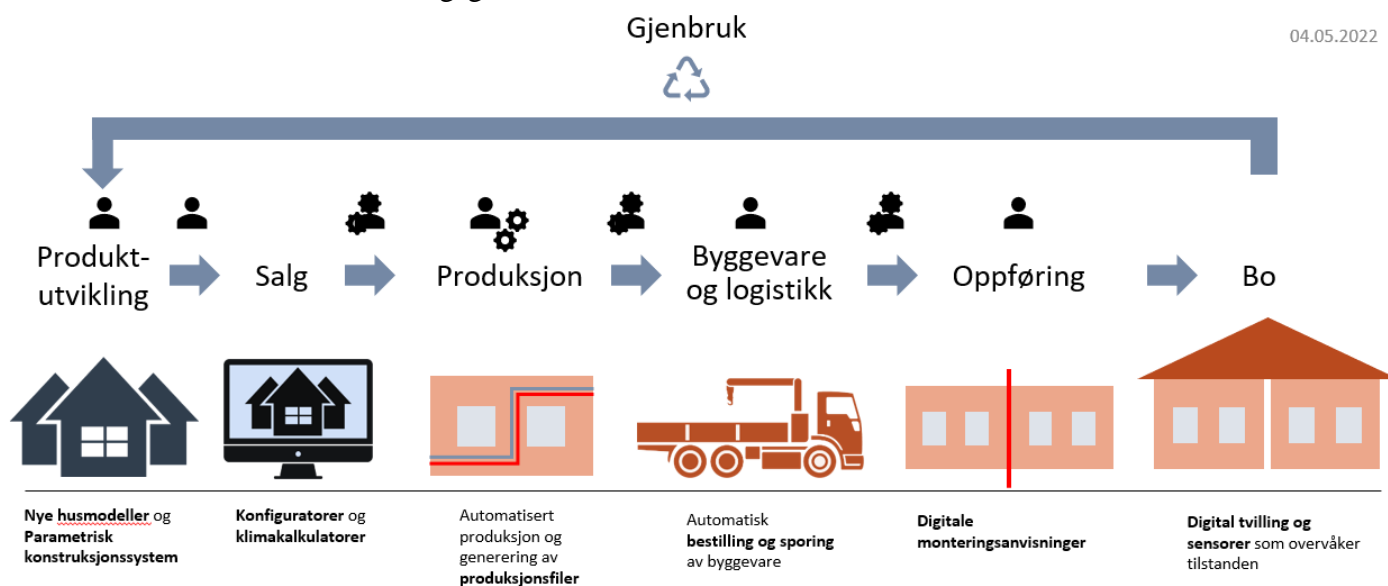
SINTEF rapporten påpeker at BAE-næringen er overmoden for et digitalt skifte og fremhever verdien av utveksling og deling av data mellom aktører langs verdikjeden. Hovedtrendene i BAE-næringen oppsummeres med at det er et «teknologi-push» hvor ny teknologi utvikles og tas i bruk, fokus på bærekraft og til slutt digitalisering og digitale verdikjeder.

Digitalisering og digitale verdikjeder omhandler økt bruk av digitale verktøy, men også bruk av nye tjenester som baserer seg på innhenting, utveksling og deling av data. Bruken av BIM fremheves som ett av de viktigste stegene mot digital samhandling i BAE-næringen. Videre forklares de tre gradene av digital transformasjon som er gjengitt tidligere i tabell 4. Avslutningsvis rådes bransjen som en helhet å etablere og bygge videre på samhandlingsarenaer som fremmer digital samhandling (SINTEF, 2021).

2022 – Mestergruppen, Industriell verdikjede

Mestergruppen utvikler heldigitale og automatiserte prosesser for den digitale verdikjeden. Målet er at manuelt arbeid, papirtegninger og –ordre, erstattes med programvare slik at kunden får større valgfrihet, og at tid og kostnader til prosjektering, produksjon og bygging reduseres.

For å nå dette målet er de avhengig av digitale produktdata og teknologiutvikling. Dagens prosesser i verdikjeden har relativt høy digitaliseringsgrad, men automatiseringsgraden er lav. Det brukes en rekke digitale verktøy, men det må utføres manuelle prosesser for å benytte data i ulike digitale verktøy som ikke snakker sammen. Det jobbes aktivt med å øke dataflyten for videre å øke automatiseringsgraden.

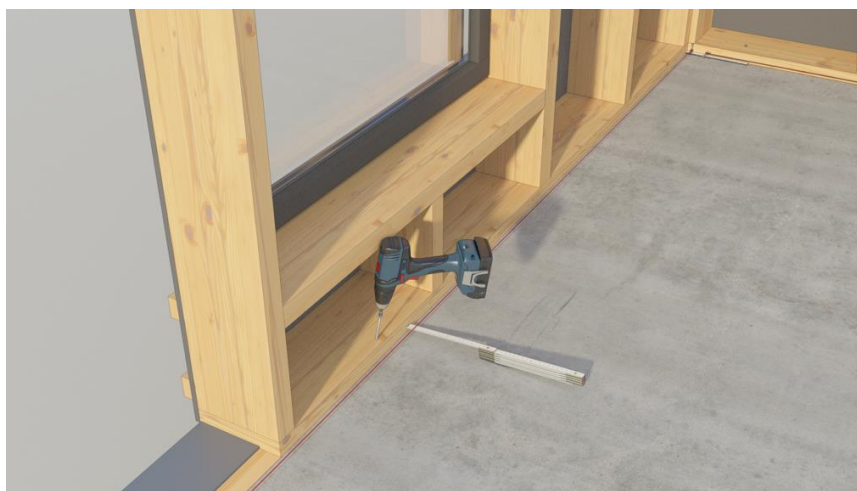


Figur 17: Mestergruppens strategi for å effektivisere den industrielle verdikjeden for boligbygging. Under utvikling (Mestergruppen, Industriell verdikjede, 2022).

4. DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN

Fra småhusentreprenørens perspektiv er det datagrunnlaget og de digitale verktøyene som kan bidra til å øke effektiviteten og produktiviteten på byggeplassen som er av størst interesse. Som det fremkommer av figur 18 er det store mengder data som kan utnyttes og komme til gode i både prosjekteringsfasen og byggefasen.

Automatisk bestilling og sporing av byggevarer, og digitale monteringsanvisninger er konkrete tiltak som det jobbes med for å blant annet øke arbeidsproduktiviteten og korte ned byggetiden på byggeplass. De digitale monteringsanvisningene har som verdimål å redusere feilbygging, forkorte byggetid og spare byggelederens tid ved å øke oppgaveforståelsen til håndverkeren.



Figur 19: Digitale monteringsanvisninger (Kilde: Mestergruppen)

4.2 Tilgjengelig datagrunnlag

Det er vesentlig å ha en klar oppfatning av hva slags data som er, eller kan gjøres tilgjengelig for å undersøke potensialet som ligger i å utnytte det. Det som menes med digital data eller datagrunnlag i denne rapporten er informasjon som er utarbeidet i forbindelse med et byggeprosjekt, og som eksisterer i et eller flere ledd i verdikjeden i et digitalt format. Det kan eksempelvis være hos arkitekter, huskjeder, grossister, leverandører eller hos entreprenørene selv. Når tilgjengelig datagrunnlag synliggjøres tas det utgangspunkt i hva en typisk medlemsbedrift i Mesterhus har tilgjengelig og det som vanligvis utarbeides selv.

4. DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN

Tabell 5. Eksempel på tilgjengelig og selvprodusert data for et småhusprosjekt.

Data	Format	Beskrivelse
Produksjonsunderlag	PDF	Utarbeides som oftest av arkitektkontor. Tilgjengelig for kataloghus igjennom huskjedene.
BIM-modeller	IFC	Ofte tilgjengelig ved forespørsel.
Kalkyle	Program/ Regneark	Entreprenørene benytter ofte programvarer som Holte Smartkalk, ISY ByggOffice eller egenproduserte regneark for kalkulasjon.
Mengdeberegninger	Regneark	Kan hentes ut av programvarer for kalkyle eller beregnes manuelt.
Fremdriftsplaner	Regneark/ Program	Entreprenører benytter gjerne egenproduserte regneark eller programvarer som MS Project.
Leveranseplaner	Regneark/ Program	Ofte en del av fremdriftsplanen som milepæler.
Bemanningsplan	Regneark	Entreprenører benytter gjerne egenproduserte regneark.
Riggplan	PDF	Lages gjerne ved større prosjekter.
Dør-/vindusskjema	PDF	En del av leveransen fra arkitekt.
Monteringsanvisning	PDF	Tilgjengelig gjennom leverandørens nettside eller tjenester som Proffnett og Nobb ByggDok. Sendes eventuelt over via e-post ved bestilling av varer.
Produktdata, FDV	PDF	Tilgjengelig gjennom leverandørens nettside eller tjenester som Proffnett og Nobb ByggDok. Sendes eventuelt over via e-post ved bestilling av varer.

Hva slags datagrunnlag og detaljgrad småhusentreprenørene får tilgang til eller har utarbeidet på forhånd, varierer i stor grad. Hensikten med å kartlegge datagrunnlaget hos entreprenørene er å kartlegge status, undersøke hvordan de kan dra nytte av informasjonen og drøfte hva som er et fornuftig datagrunnlag med tanke på dagens tilgjengelige digitale verktøy og teknologi.

4.2.1 Entreprenøren

Entreprenøren har ansvar for å innhente og utarbeide nødvendig datagrunnlag for å gjennomføre prosjektet. Hvordan dette gjøres varierer i stor grad fra bedrift til bedrift. Hvor mye som planlegges og tilrettelegges avhenger av prosjektets kompleksitet og størrelse. Det viktigste datagrunnlaget entreprenørene utarbeider i tilknytning til produksjon er:

- Kalkyle
- Fremdriftsplan
- Bemannings- og ressursplan
- Leveranseplan
- Riggplan

Planer for kvalitetssikring (KS) og helse, miljø og sikkerhet (HMS) kommer i tillegg til dette. Før byggestart vil datagrunnlaget som danner produksjonsunderlaget bli innhentet fra huskjeden, arkitekten, leverandørene og underentreprenører.

4. DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN

4.2.2 Kalkyle

En kalkyle med høyt detaljnivå inneholder store mengder data som kan utnyttes i byggefasesen. IFC-modeller kan benyttes som datagrunnlag for mengdeuttak i kalkylen. En kalkyle bygges normalt sett opp etter bygningsdelstabellen (NS 3451), hvor hver bygningsdel er delt inn etter standardiserte numre. Det viktigste datagrunnlaget fra en kalkyle er følgende:

- Pris
- Produktbeskrivelse
- Mengdebeskrivelse
- Tidsforbruk
- Materialliste

NR	KODE	NAVN	MENGDE	DIM.	ENH. TIDSF.	ENH. SELVK.	ENH. PRIS	SUM TIDSF.	SUM SELVK.	SUM PRIS	
24		Bindingsverk av tre 48x98, isolert, enkel gips	51,51	m ²	48x98	1,39	1 112,71	1 568,74	71,73	57 315,62	80 805,85
24.01.	QM5.1	Gulvløst furu, ferdig malt	0,42	lm	12x58	0,069	232,26	306,37	3,57	5 024,76	6 628,07
24.01.	QM5.4	Taklist furu, ferdig malt	0,42	lm	21x45	0,076	142,20	201,06	3,93	3 076,38	4 349,77
24.01.	QK5.31	Gipsplate innvendig kledning, enkel gips	1,00	m ²	13mm	0,330	256,94	363,66	17,00	13 234,98	18 732,13
24.01.	QB2.12	Enkelt bindingsverk heltre u/spikerslag	1,00	m ²	48x98	0,462	311,98	451,84	23,80	16 070,09	23 274,28
24.01.	SB1.11	Mineralull A-plate	1,00	m ²	100	0,132	91,75	132,23	6,80	4 726,05	6 811,17
24.01.	QK5.31	Gipsplate innvendig kledning, enkel gips	1,00	m ²	13mm	0,330	256,94	363,66	17,00	13 234,98	18 732,13
24.01.	QM5.4	Taklist furu, ferdig malt	0,42	lm	21x45	0,076	142,20	201,06	3,93	3 076,38	4 349,77
24.01.	QM5.1	Gulvløst furu, ferdig malt	0,42	lm	12x58	0,069	232,26	306,37	3,57	5 024,76	6 628,07
		NAVN	FORBRUK	DIM.	SATS	SELVKOST	ENH. PRIS	POSTFORBRUK	POSTKOSTNAD	SUM PRIS	
Listeverk	FURU 12X058X4400 GULVLV NCS S0502Y	GULVLØST RUND	1,100	STK	12x58 mm	138,01	151,81	182,17	23,798	3 284,29	3 941,10
Festemiddel	Spiker, maskindykkert EF 5000\pak		0,001	stk	1,0x40	263,20	0,26	0,31	0,022	5,62	6,71
Lønn	Tømrerarbeid		0,100	t		486,00	80,19	123,89	3,570	1 734,85	2 680,26

Figur 20: Bindingsverkvegg. Et element av en kalkyle for en enebolig. Programvare: SmartKalk.

4.2.3 Huskjeden

En medlemsbedrift i Mesterhus har tilgang til datagrunnlaget for alle husmodellene fra huskatalog gjennom Mesterhus sitt interne nettverk (intranett). Datagrunnlaget de får tilgang til er oppsummert i tabellen under, hvor det tas utgangspunkt i en populær husmodell. Datagrunnlaget varierer for husmodellene, og dette eksempelet har mer datagrunnlag tilgjengelig enn de fleste modellene. I tillegg til det som er tilgjengelig for hver hustype, har medlemsbedrifter tilgang til Mesterhus sine standard detalj- og prinsipptegninger.

Tabell 6. Tilgjengelig datagrunnlag for kataloghuset «Signatur 305» fra Mesterhus.

Kategori	Beskrivelse
1. Salgsprospekt	PDF - Generell beskrivelse av husmodellen med arealer, utvendig mål, 3D illustrasjoner, møblerte plantegninger og fasader.
2. Renderbilde	Digitalt fremstilte, og realistiske 3D-bilder av husets fasade med vegetasjon og møbler.
3. Tegninger	PDF - Anmeldelsestegninger, 1:100 plan, fasade og snitt PDF - Arbeidstegninger, 1:50 grunnmurstegning, plantegninger, snittegning. Henviser til Mesterhus sine standard detaljer.
4. Arealmålinger og tekniske data	Excel - Skjematisk oppstilling av arealer, oppvarmingsbehov, energiklasse, antall soverom og enkel beskrivelse av bygget.
5. Energiberegninger	Excel - TEK-Sjekk regneark ferdig utfylt PDF - Utskrift av energiberegning
6. Kalkyler	PDF - Generelle kalkyleforutsetninger, og anbefalte materialvalg for husserien. PDF - Diverse utskrifter fra veiledende kalkyle. Beskrivelse, budsjett, materialliste, timeverk. Prosjektfil - Byggassistenten Excel - Romliste til elektriker med arealer og rombeskrivelse.
7. Prosjektfiler	Revit - Tilgjengelig ved forespørsel til MG-Arkitekter DWG - Tilgjengelig IFC - Tilgjengelig
8. Ferdigstilte hus	Oversikt over ferdigstilte prosjekter som kan brukes som referansehus.
9. Leverandørtilbud	PDF - Ventilasjon, tilbud for budsjett PDF - Trapp, tilbud for budsjett PDF - Konstruksjonspakke og takstoler, tilbud for budsjett PDF - Vinduer, tilbud for budsjett

4.2.4 Arkitekten

Dersom det skal lages søknadstegninger tilpasset byggetomten eller det skal gjøres endringer på husmodellen, sendes det en bestilling til *Mestergruppen arkitekter* (MGA) via et ordreskjema. MGA har Norges største fagmiljø på trehus (MGarkitekter, 2022).

Et alternativ er at entreprenøren innehar kompetansen for teknisk tegning og prosjektering, og dermed kan gjøre dette selv. MGA har BIM-modeller av husmodellene tegnet i *Autodesk Revit* som kan gjøres tilgjengelig ved forespørsel.

Ordreskjemaet har ingen valgalternativer for å få oversendt produksjonsunderlag i IFC eller annet 3D-format.

DETALJPROSJEKTERING		
STANDARDPAKKE	Arbeidstegninger ⓘ	15.000,- (fastpris) (ingen endringer ift. standard katalogmodell)
	... eller etter medgått tid	
TILVALG ⓘ	<input type="checkbox"/> Ansvarsrett for statikk	25.000 – 60.000,- (fastpris) (endringer ift. standard katalogmodell)
	<input type="checkbox"/> Vindusskjema	
	<input type="checkbox"/> Dørskjema	
	<input type="checkbox"/> Bjelkelagsplan	
	<input type="checkbox"/> Bindingsverksplan	
	<input type="checkbox"/> Takplan	
	<input type="checkbox"/> Fundamentplan	
	<input type="checkbox"/> Brannkonsept	
		Tilvalg faktureres kun etter medgått tid

Figur 21: Utsnitt av bestillingsskjema fra Mestergruppen arkitekter som medlemsbedrifter i Mestergruppen har tilgang til igjennom intranettet.

Arkitektene forholder seg til en intern BIM-manual når de tegner og prosjekterer. Manualen i dette tilfellet er i utgangspunktet kun retningslinjer for hvordan de skal organisere og navngi tegninger. BIM-manualen har ingen veiledning for hvordan de kan nyttiggjøre seg BIM-modellen utover dette, eller hvordan de kan eksportere IFC-modeller som er brukbare som produksjonsunderlag.

4. DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN

Prosesskategori		Tegningskode	
0	Konseptskisser	B	Bilde
		D	Detaljer
1	Salgsskisser	F	Fasade
		H	Himlingsplan
		P	Plan
2	Byggemeldingstegning	P	Perspektiv
		S	Snitt
		T	Terrengsnitt
3	Arbeidstegning	B	Bjelkelagsplan
		D	Detaljer
		F	Fundamentplan
		G	Grunnmursplan
		H	Himlingsplan
		P	Plan
		P	Perspektiv
		R	Reisverk
		S	Snitt
		T	Takplan
V	Våtromsplan		
4	Brann/rømning	F	Fasade
		P	Plan
		S	Snitt
5	Møbleringsplaner	F	Fasade
		P	Plan
		S	Snitt

Figur 22: Tegningskoder, og prosesskategori for systematisering av tegninger. Utsnitt fra MGA sin interne BIM-manual datert 17.12.2021.

4. DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN

Selv om BIM-manualen er av enkel form benyttes åpenBIM ved prosjekteringen i stor grad. Nordic Prosjektboliger er en serie av ferdigprosjekterte boliger som er tilpasset masseproduksjon, og som er prosjektert med et høyt detaljnivå.



Figur 23: Nordic Prosjektbolig N4. Prospekt og IFC-modell av ARK, RIB og RIV.

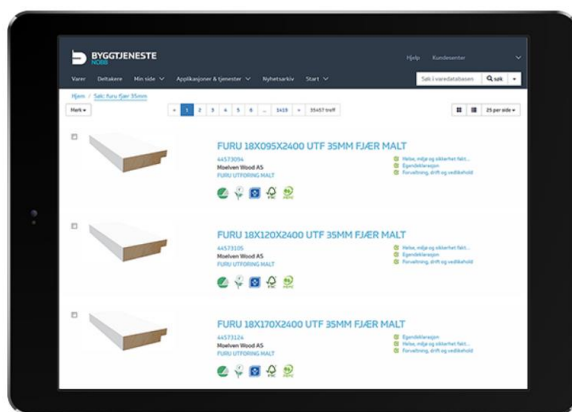


Figur 24: IFC-modell av RIB og IFC-modell sammensatt av RIB og RIV.

4.2.5 Leverandørene og underentreprenørene

Byggevarer og Norsk byggevarebase (NOBB):

Byggevareleverandørene har som oftest god kontroll på datagrunnlaget, og benytter seg av NOBB. NOBB er byggenæringens felles informasjons- og produktportal, hvor produktdata og dokumentasjon for over 900 000 varer er samlet, strukturert og standardisert. Det fins produktdata for blant annet trelast, byggevarer, VVS, maling, interiør, verktøy og jernvarer med mer. Produktdata som er tilgjengelig er blant annet produktdokumentasjon, monteringsanvisninger, grunndata, pris og miljø- og produkttegenskaper (NOBB, 2022). Gjennom NOBB kan det enkelt hentes fram nødvendig dokumentasjon på byggeplassen ved bruk av telefon, nettbrett eller PC.



Figur 25: NOBB for utførende. Søkbar database hvor nødvendig dokumentasjon kan hentes frem (NOBB, 2022).

Konstruksjon:

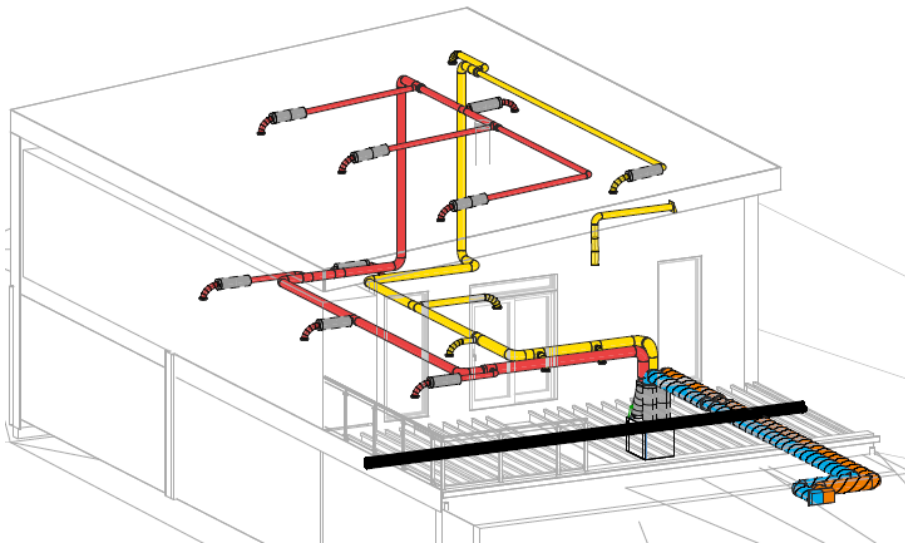
De fleste småhusprosjekter benytter precut i en eller annen form hvor deler av konstruksjonene blir prosjektert. Dette gjelder for eksempel takstoler, takverk, bjelkelag, elementer eller precut av reisverk. Som oftest prosjekteres dette i BIM-verktøy hvor det er vanlig å sende med IFC-modell av leveransen. Datagrunnlaget fra leverandøren inneholder ofte:

- Monteringstegninger i PDF
- Plantegninger, snitt-tegninger, elementtegninger og 3D-tegninger
- IFC-modell av konstruksjonen
- FDV/Produktdata
- Evt. detaljtegninger i PDF

Ventilasjon:

Vanligvis prosjekteres boligventilasjon med BIM-verktøy av leverandørene. Datagrunnlaget fra leverandøren inneholder:

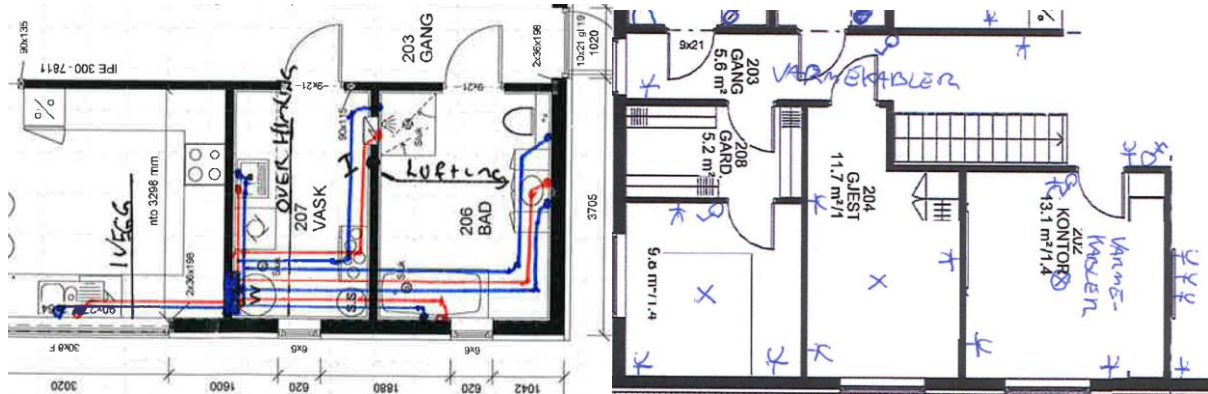
- Monteringstegninger i PDF
- Plantegninger og 3D-tegning
- IFC-modell av ventilasjonsanlegget
- FDV/Produktdata



Figur 26: Utsnitt av 3D-monteringstegninger for ventilasjon til enebolig. Enebolig 2022.

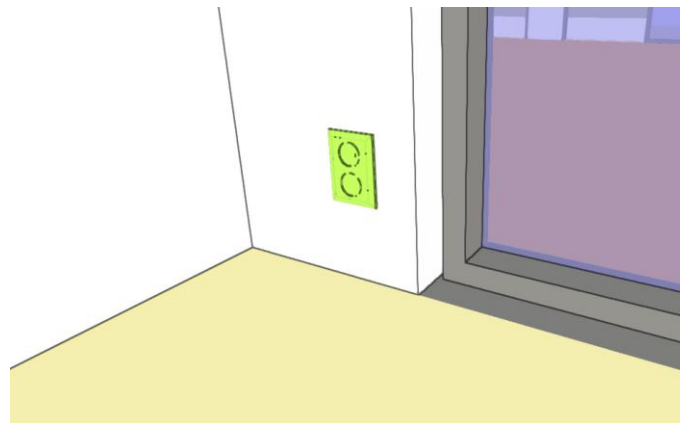
Sanitær og Elektro:

Sanitetsinstallasjoner og elektroinstallasjoner til småhus prosjekteres normalt sett ikke i BIM-verktøy, og det er begrenset med hva slags datagrunnlag som er tilgjengelig i forkant av et prosjekt. Dersom det prosjekteres med BIM-verktøy kan man i teorien få tilgang til IFC-modeller og detaljerte monterings tegninger, men dette er ikke vanlig for småhusprosjekter. Se figur 23 og 24 for BIM-modell av sanitærinstallasjoner.



Figur 27: Arbeidstegninger til rørlegger og elektriker tegnet for hånd på plantegninger. Enebolig 2020.

Av intervjuobjektene kom det frem at elektrikere til tider etterspurte DWG-tegninger, og at de lager mer detaljerte digitale arbeidstegninger (2D). Når det gjelder el-installasjoner er gjerne detaljgraden på BIM-modellene begrenset til å inneholde el-komponenter, hvor trekkerør ikke medtas. Dersom modellen skal brukes til elementproduksjon, kan det være fordelaktig å modellere med trekkerør.



Figur 28: IFC-modell hvor plassering av el-komponenter er medtatt i prosjekteringen. Skolebygning 2021.

4.3 Digitale verktøy og potensialet

For å utnytte datagrunnlaget på en god måte trengs det digitale verktøy, og det er en forutsetning at det effektiviserer, forbedrer, forenkler eller erstatter eksisterende prosesser (SINTEF, 2022). Det er mulig å utnytte datagrunnlaget bedre i alle faser av byggeprosessen, men for småhusentreprenører er det spesielt byggefasen som er av interesse.

Potensiale ved bruk av digitale verktøy i denne oppgaven sees i sammenheng med å redusere ikke-verdiskapende tid på byggeplassen og dermed øke arbeidsproduktiviteten.

Det er tidligere redegjort for at en betydelig andel av tidsbruken på byggeplass går til venting, materialhåndtering og logistikk, tapt tid eller annen ikke-verdiskapende tidsbruk. Bruken av digitale verktøy kan brukes som et hjelpemiddel til å skape flyt på byggeplassen og effektivisere administrative prosesser og dermed øke arbeidsproduktiviteten.

Det kan gjøres ved å benytte digitale verktøy til:

- I. Planlegging og tilrettelegging
 - a. Fremdriftsplanlegging
 - b. Riggplanlegging
 - c. Leveranseplanlegging
 - d. Ressursplanlegging
 - e. Informasjonstilgang
- II. Forbedring av oppgaveforståelsen
 - a. Korrekt og forståelig produksjonsunderlag
 - b. 3D-Visualisering
 - c. Kommunikasjon og informasjonsflyt
- III. Digitalisering og digital transformasjon
 - a. forbedre, forenkle, eller erstatte administrative prosesser

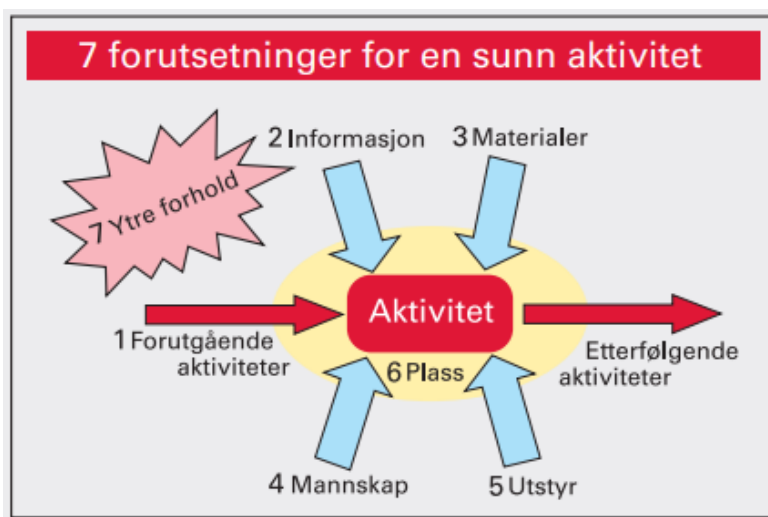


Figur 29: Potensielt bruksområdet for BIM-modeller igjennom hele byggeprosessen for småhus. Grønn farge representerer hvor stor grad Norgeshus har klart å ta i bruk BIM-modellen i 2019 (Norgeshus, 2019).

4.3.1 Flyt i produksjon

Involverende planlegging (IP) er en metodikk utviklet av Veidekke med formål å redusere ikke-verdiskapende tid og skape flyt i produksjon på byggeplassen. IP baserer seg på prinsippet Last Planner System (LPS) fra Lean Construction (LC), og ble først utprøvd i Veidekke i 2006 (Veidekke, 2014). Det brukes nå i de fleste prosjekter hos Veidekke.

IP definerer «7 forutsetninger for en sunn aktivitet». Dersom alle forutsetningene er på plass, vil det være flyt i produksjon og følgelig en effektiv byggeplass.



Figur 30: De 7 forutsetningene for en sunn aktivitet etter Veidekkes IP (Veidekke, 2013).

For å ha forutsetningene på plass, vil utnyttelse av tilgjengelig datagrunnlag og bruken av digitale verktøy være et betydelig hjelpemiddel.

Forutsetningene er logisk oppbygd, og ved at de blir synliggjort, og brutt ned i håndterlige punkter, kan det gjøres konkrete vurdering og tiltak for å sikre at aktiviteter får god flyt.

Tabell 7 viser en mer detaljert beskrivelse av forutsetningene som må være på plass for å ha flyt på byggeplassen (Veidekke, 2013).

Tabell 7. Forutsetninger for en sunn aktivitet etter Veidekkes IP.

Kapittel	Beskrivelse
1. Forutgående aktiviteter	Forutgående aktiviteter er helt avsluttet og har riktig kvalitet.
2. Informasjon	Tegninger og annen informasjon er tilgjengelig og ivaretar kvalitet, helse og sikkerhet.
3. Materialer	Materialer av riktig kvalitet og mengde er tilgjengelig på arbeidsstedet.
4. Mannskap	Mannskapet har riktig kompetanse og kapasitet. Behov for variasjon i arbeidsoppgaver er ivaretatt.
5. Utstyr	Sikkerhetsutstyr og utstyr for å utføre aktiviteten er tilgjengelig. Utstyret er effektivt, sikkert og lite belastende.
6. Plass	Arbeidsstedet og området rundt er ryddet og klargjort. Sikkerhetstiltak er på plass.
7. Ytre forhold	Godkjenninger og tillatelser er gitt. Forutsetningen omfatter også for eksempel værforhold.

4.3.2 Logistikk

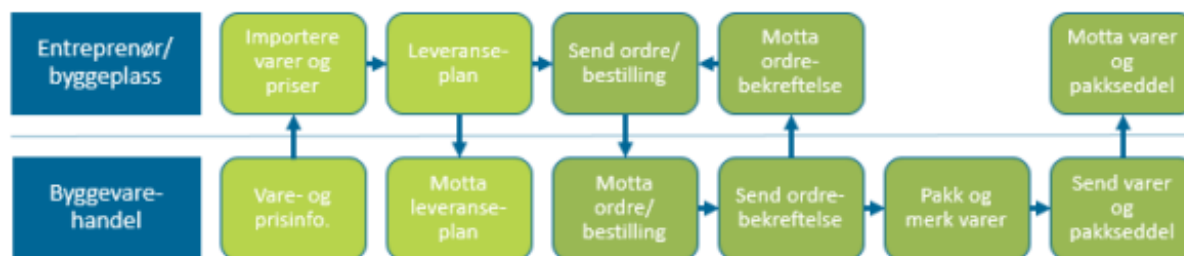
Materialhåndtering og logistikk opptar en stor del av tidsbruken på byggeplassen og har stort potensial for forbedringer. For å gjennomføre en aktivitet må «materialer av riktig kvalitet og mengde være tilgjengelig på arbeidsstedet», og god logistikk er dermed en kritisk forutsetning for flyt på byggeplassen. Sentrale oppgaver innenfor byggeplasslogistikk er (NRS Norge, 2022):

- Planlegging av leveranser
- Bestilling av varer
- Mottakskontroll og koordinering av vareflyt
- Lossing med truck eller teleskoptruck og innlastning med byggekran
- Intern transport av byggevarer
- Oppdeling av pakker og fordeling av riktig antall eller mengde til det enkelte rom eller areal
- Mellomlagring og nødvendig tildekning
- Koordinering og kontroll av den totale avfallshåndteringen
- Kontroll og utførelse av kildesortering
- Uttransport og tømning av avfallsvogner med returtransport
- Koordinering og tømning av avfallscontainere

Byggeplasslogistikk omhandler mer enn effektivitet og besparelser. Det innebærer også sikkerhet, miljø og ergonomi.

- Sikkerhet – Godt planlagte leveranser ved å ha planlagt sikring av område, sikker lossing, plassering og lagring.
- Miljø – Bedre utnyttelse av kapasitet til transportbiler ved forutsigbare leveranser. Utelukke tilleggsleveranser eller henting av materialer i siste øyeblikk. Dette fører til redusert utslipp i forbindelse med frakt.
- Ergonomi – Bedre koordinering av leveranser for å få materialer levert på riktig sted, for eksempel ved å benytte kran. Dette reduserer unødig bæring av materialer som medfører mindre belastning på arbeiderne.

Det er mye data som utveksles mellom byggevarehandelen og entreprenøren, og den digitale infrastrukturen er på plass for at bestillingsprosessen kan være heldigital.



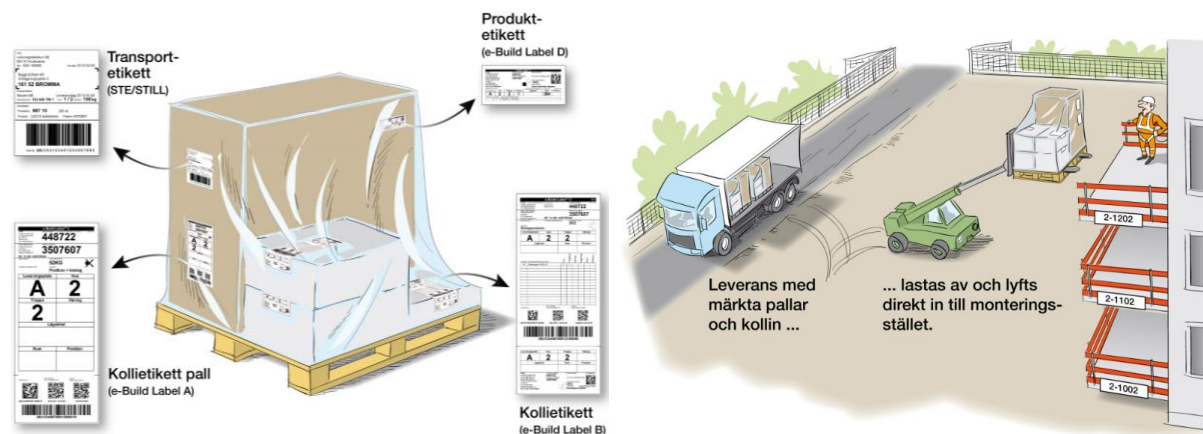
Figur 31: Eksempel på prosessen hvor varer bestilles fra entreprenøren og leveres sampakket til byggeplassen (Handelens Digitale Arbeidsgruppe, 2017).

NeB Supply Material

NeB Supply Material er utviklet for digital samhandling mellom entreprenører og byggevarehandlere for å oppnå at varer blir levert til rett tid, sted og mengde etter «just-in-time» prinsippet. Den tilrettelegger for at varer kan bestilles basert på produkttegnegenskaper istedenfor varenummer, og baserer seg på åpne standarder som bsDD. Dette åpner blant annet opp for at krav til produkttegnegenskaper i en BIM-modell kan være grunnlaget i en bestilling og videre kunne oppdatere BIM-modellen med varene som faktisk blir levert (Handelens Digitale Arbeidsgruppe, 2017).

BEAst Label

BEAst er en standard for kollietiketter for leveranser til byggeplasser og har som formål å effektivisere den interne logistikken på byggeplassen. Etiketten inneholder nødvendig informasjon slik at leveransen kan leveres til riktig plass eller posisjon direkte. Det vil si riktig bygning, etasje, rom og plassering. En forutsetning er at alle parter benytter seg av BEAst standarden for merking og har tilgang til informasjonen (BEAst, 2022).

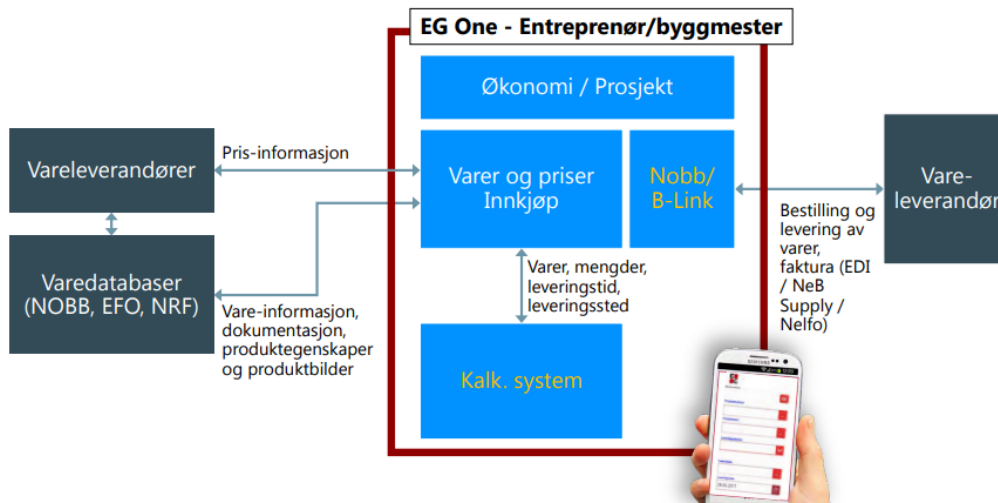


Figur 32: BEAst Label, illustrert prosess (BEAst, 2022).

Digital varebestilling:

Med dagens løsninger er det mulig å gjennomføre varebestillinger rett fra kalkyleverktøyene eller med applikasjoner på telefonen. Illustrasjonen under viser sammenhengen mellom bruken av EG One som var en totalløsning for byggmestre. Funksjonene fra EG One inngår nå i Holte sitt system, da Holte ble oppkjøpt av EG i 2020 (Holte, 2020).

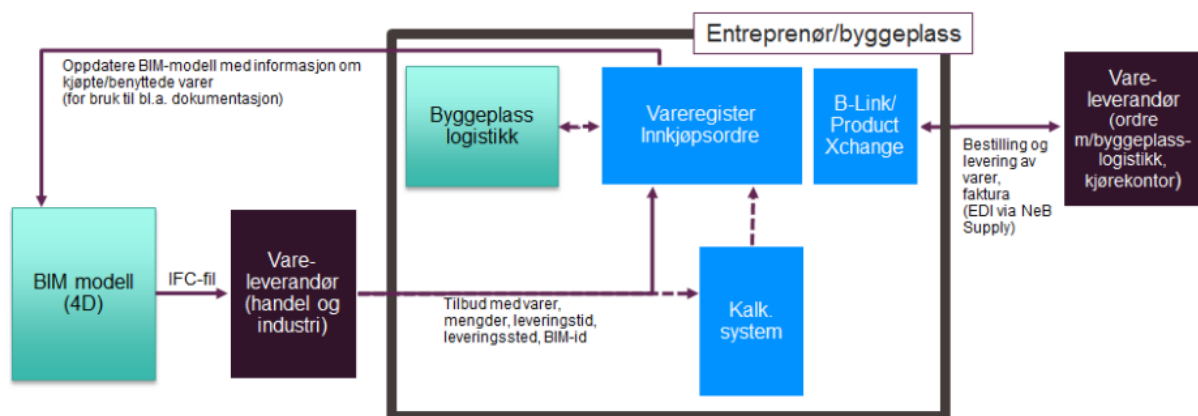
4. DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN



Figur 33: EG One Prosessflyt (EG Norge, 2018).

Flere store norske entreprenører utforsker mulighetene for å knytte innkjøp og bestilling av materialer til BIM-modellen, og samtidig få dokumentasjon om materialene inn i BIM-modellen som videre kan brukes til forvaltning, drift og vedlikehold (FDV). Den digitale infrastrukturen begynner å komme på plass, men det er fortsatt en del utviklingsarbeid som må gjøres før dette blir vanlig praksis (Handelens Digitale Arbeidsgruppe, 2017).

Illustrasjonen under viser et eksempel på varebestillinger via en BIM-modell. Deler av BIM-modellen sendes til vareleverandør som unike varer, konstruksjoner eller som produkttegniskaper. Vareleverandøren sender tilbud på unike varer tilbake til entreprenøren. Deretter kan varene bestilles fra entreprenørens innkjøpssystem via NeB Supply Material. Vareleverandør sender NeB Supply Material ordrebekreftelse, pakkseddel og faktura til entreprenøren, og BIM-modellen oppdateres med GTIN (Global Trade Item Number) på benyttede varer. BIM-modellen blir dermed en «som bygget»-modell som kan benyttes videre til forvaltning, drift og vedlikehold (Handelens Digitale Arbeidsgruppe, 2017).



Figur 34: Varebestilling fra BIM-modellen (kilde: EG Norge).

4.3.3 Informasjonsflyt

En nøkkelfaktor for en vellykket digitaliseringsprosess er god, ryddig og effektiv kommunikasjon og informasjonsflyt. Dette gjelder hovedsakelig internt, men også ut til kunder og samarbeidspartnere (Stoyanova, 2020).

Det første digitale veikartet til BAE-næringen som ble utgitt i 2017 tok for seg digitaliseringen knyttet til informasjonsflyt som hovedtema. I rapporten (BNL, 2017) påpekes det at *«informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) muliggjør raskere informasjonsbehandling og raskere kommunikasjon. Det gjør at beslutningsprosessene kan gå mye raskere i en heldigital hverdag.»* Slik BNL fremstiller saken er sømløs informasjonsutveksling et viktig mål for å effektivisere beslutningsprosessen og dermed ha en mer effektiv byggefase. Dette er fordi det er mange beslutninger som må tas i et byggeprosjekt og ved at informasjonsutveksling går raskt, kan beslutningene tas raskere, og ventetiden på informasjon (tapt tid) reduseres. Videre står det at *«en beslutningstaker har spørsmål som krever svar, svar som informasjon i en eller annen form. Når svarene foreligger kan beslutninger tas, og prosjektet drives videre til nye beslutninger. Informasjon driver beslutninger gjennom å besvare spørsmål.»*

En studie som undersøkte informasjonsflyten under byggefasesen, påpekte fire hovedutfordringer med informasjonsflyten (Swensson & Vågshaug, 2018):

- I. Informasjonstap
 - a. Nødvendig informasjon går tapt mellom kommunikasjonsledd.
- II. Misforståelser
 - a. Ikke tilstrekkelig tydelighet av beskjeder.
- III. Utilgjengelig informasjon
 - a. Nødvendig informasjon er ikke tilgjengelig når det er behov for det.
- IV. Bruk av forskjellige kommunikasjonskanaler
 - a. Kommunikasjon skjer på mange forskjellige måter og det er vanskelig å ha oversikt over beskjeder, for eksempel beskjeder over epost, SMS, telefonsamtale eller ansikt til ansikt.

Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) kan være en medvirkende løsning for å forbedre informasjonsflyten. Swensson & Vågshaug forslag for å motvirke utfordringene var å bruke en felles plattform for blant annet kommunikasjon og fildeling, både internt og eksternt mot underentreprenør. Det finnes mange gode kommunikasjonsverktøy og prosjekthotell-løsninger på markedet som kan benyttes til dette.

4.3.4 Effektivisering av administrative prosesser

Effektivisering av administrative ressurser innebærer å forbedre, forenkle, eller erstatte eksisterende prosesser, som er kjerneverdiene i digitalisering. For å gjøre dette brukes ofte digitale verktøy. Tilnærmingen til effektiviseringen sees fra håndverkerens og byggeplasslederens perspektiv. Typiske administrative oppgaver til byggeplassleder er:

- I. Dokumentering.
 - a. Timelister.
 - b. KS/sjekklistor.
 - c. SJA (sikker-jobb-analyse)/HMS.
- II. Planlegging/tilrettelegging.
 - a. Fremdriftsplanlegging.
 - i. Dags- og ukeplan.
 - b. Ressursplanlegging.
 - i. Bemanning.
 - ii. Utstyr.
 - c. Logistikk og materialhåndtering.
 - i. Bestilling.
 - ii. Leveranseplanlegging.
 - iii. Riggplanlegging.
- III. Koordinering og kommunikasjon.
 - a. Koordinering og kommunikasjon med underentreprenører.
 - b. Rapportering til prosjektleder.

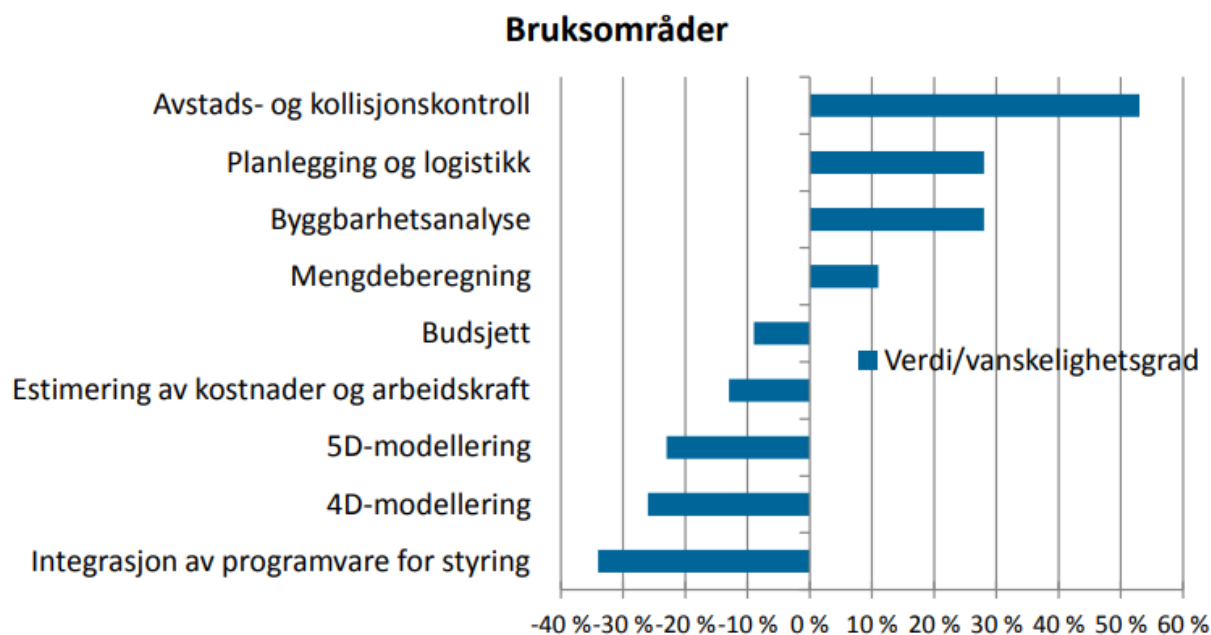
Oppgavene kan effektiviseres ved å bruke digitale verktøy og følgelig øke digitaliseringsgraden og automatiseringsgraden.

4.3.5 BIM i produksjon

Bygningsinformasjonsmodellering er et av de sentrale tiltakene i digitaliseringen av byggenæringen og beskrives som et nav i informasjonsutvekslingen i en digital fremtid (Standard Norge, 2020). BIM er mest utbredt i prosjekteringsfasen, og har vist seg å være en nyttig metodikk i prosjektering og planlegging av bygninger. Det hevdes at BIM også har et stort potensial i produksjonsfasen, og at det i noen tilfeller kan være enklere å oversende det prosjekterte materiale til utførende entreprenør gjennom BIM sammenlignet med 2D-tegninger.

Det å benytte BIM som gjeldende produksjonsunderlag kan være problematisk. Standard Norges komite påpeker at feil kan forekomme uansett om produksjonsgrunnlaget er tegnings- eller BIM-basert. En BIM-modell kan mangle målsettinger som normalt sett finnes på 2D-tegninger. Når entreprenøren benytter BIM-modellen til å ta ut produksjonsgrunnlag påtar han seg en form for prosjekteringsansvar, og de anbefaler at dette ansvaret reguleres og avklares (Standard Norge, 2020).

BIM i byggefasen kan brukes til mer enn å være produksjonsunderlag. Det eksisterer smarte og avanserte verktøy på markedet, men som ikke nødvendigvis gir merverdi for brukeren. Figur 35 viser bruksområdet for BIM i produksjon, hvor nytteverdien blir sammenlignet med vanskelighetsgraden.



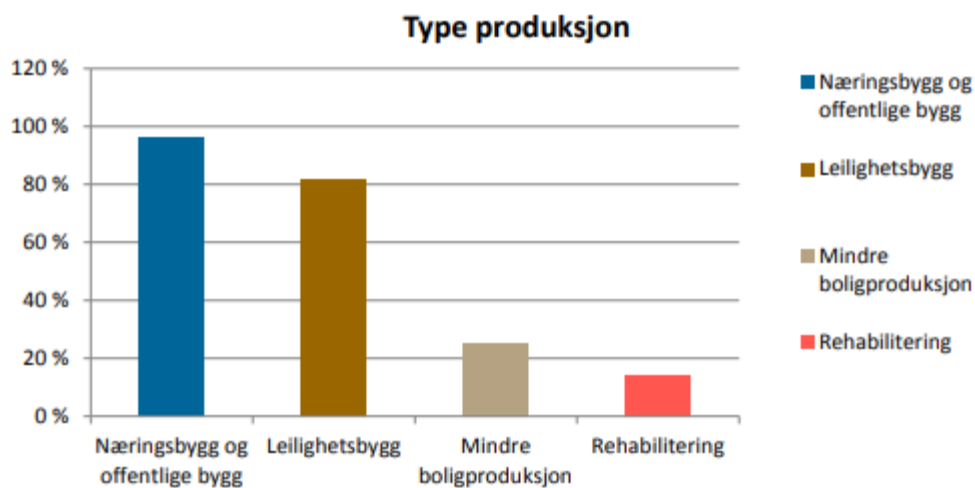
Figur 35: Forholdet mellom nytteverdi og vanskelighetsgrad for de ulike bruksområdene til BIM i produksjon. Gjengitt av (Grong, 2013) fra (McGraw Hill Construction, 2012).

Potensialet for BIM i produksjon kan kort oppsummeres med at det kan forbedre oppgaveforståelsen for håndverkerne, og forbedre planleggingen av fremdrift, logistikk og rigg for prosjektlederen.

Når det kommer til utførelse av aktiviteter på byggeplassen er det begrenset hvordan BIM kan bidra til at en aktivitet gjennomføres raskere, men det kan bidra til at uproduktiv arbeidstid reduseres ved at oppgaveforståelsen øker. Det kan videre føre til bedre kvalitet og mindre feilbygging, som igjen reduserer ombygging.

4. DIGITAL TRANSFORMASJON I BYGGENÆRINGEN

Størrelsen på prosjekter og type prosjekt vil ha innvirkning på hvor mye det kan investeres i prosjektering og utarbeidelse av BIM-modeller. Det er en bred enighet om at BIM har nytteverdi i store prosjekter, men når det kommer til småhus er det en generell skepsis til at det har noen hensikt.



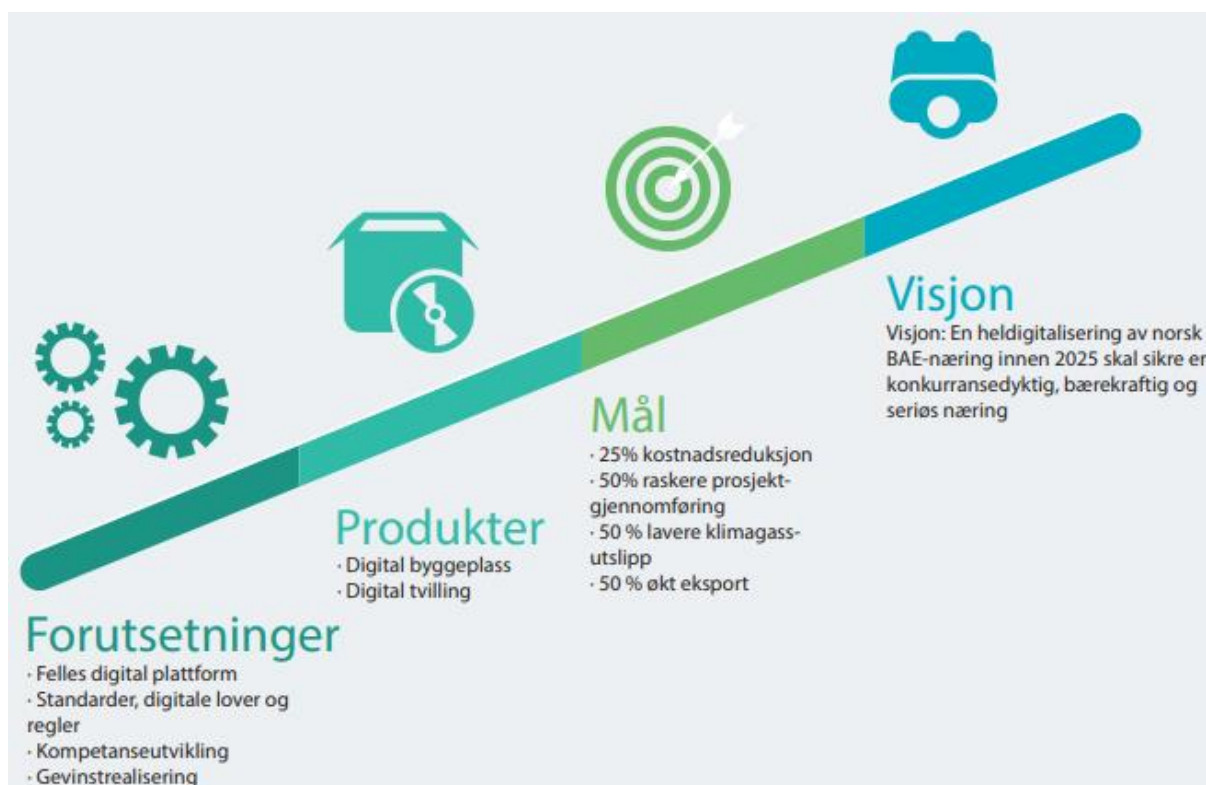
Figur 36: Spørreundersøkelse om nytteverdien til BIM i produksjon for forskjellige prosjektkategorier (Grong, 2013).

5 RESULTATER OG DISKUSJON

I dette kapittelet presenteres og drøftes resultater og funn for hvert forskningsspørsmål.

5.1 Utnyttelse av digitalt datagrunnlag og arbeidsproduktivitet

BNL påpeker «behovet for et digitalt løft» og hevder at digitalisering er en stor del av løsningen for å øke produktiviteten i BAE-næringen. Videre anslås det at næringen i sin helhet har et gevinstpotensial opp mot 100 milliarder kroner årlig dersom næringen blir heldigital. Dette anslaget baserer seg på investeringer for totalt 422 milliarder kroner (2016) i omløp og en tidligere beregning gjort i Storbritannia (BNL, 2017).



Figur 37: Digitalt Veikart 1.0 sin målsetting om å bli heldigitalisert innen 2025 (BNL, 2017).

Til tross for at det stadig hevdes at digitalisering er løsningen på utfordringen knyttet til redusert arbeidsproduktivitet og overskridelse av budsjetter, påpeker Professor Ragnhild Kvålshaugen at man foreløpig kun har *anekdotiske bevis knyttet til forretningsverdi av digitalisering* (Prosjekt Norge, 2020). Kvålshaugen var en av deltakerne i prosjektgruppen for «Måle effekter av digitalisering i den norske byggenæringen», hvor det ble gjennomført en omfattende litteraturstudie for å undersøke forretningsverdien av digitalisering i byggenæringen. Målet om enorme kostnadsreduksjoner ved en heldigitalisert BAE-næring kan anses som urealistisk innenfor tidsperspektivet til det digitale veikartet.

På nåværende tidspunkt er det ikke tilstrekkelig tilgjengelig informasjon for å fastslå om digitalisering, eller utnyttelse av digitalt datagrunnlag er med på å øke arbeidsproduktiviteten på byggeplassen. Det er ikke utarbeidet en standardisert eller anerkjent metode for å måle effekten av digitalisering, og samtidig er det svært utfordrende å skille effekten av digitalisering fra arbeidsmetodikker og arbeidskultur (Prosjekt Norge, 2020).

5. RESULTATER OG DISKUSJON

Når det kommer til digitalisering på byggeplassen, er det bruken av BIM i byggeprosjekter som er best dokumentert, men det er fortsatt få kvantitative studier hvor data fra mange prosjekter sammenlignes. Målemetoder og resultater fra studier varierer, og som oftest er det den totale kostnadsrammen, inkludert prosjektering, som analyseres. Det er lite tilgjengelig data om hvordan arbeidsproduktiviteten påvirkes isolert sett, men det kan gjøres antagelser basert på resultatene.

BIM og arbeidsproduktivitet

Til tross for at metodene som benyttes for å måle effektene av BIM i prosjekter varierer og har sine svakheter, er resultatene interessante. De viser at bruken av BIM kan være med på å blant annet redusere byggetid, redusere omgjøringsarbeid, og øke sannsynligheten for å fullføre prosjektet til planlagt tid. Når det kommer til den totale kostnadsrammen, har bruken av BIM vært med på å øke kostanden i mange prosjekter (Prosjektnorge, 2020) (Barlish & Sullivan, 2012).

Tabell 8. Resultater fra studier som sammenligner bruken av BIM i prosjekter opp mot tradisjonell prosjektgjennomføring.

Resultater ved bruk av VDC/BIM hos NCC Danmark hvor opp mot 254 prosjekter ble sammenlignet (antall prosjekter varier for sammenligningen av resultater).

Positivt	Negativt
Økt sannsynlighet for å levere prosjektet til tiden	Redusert fortjeneste
Økt sannsynlighet for å levere forventet kvalitet	Redusert sannsynlighet for å levere til budsjett
Økt kundetilfredshet ved hyppig bruk av BIM	

Ref: Resultater gjengitt av (Prosjektnorge, 2020).

Resultater ved bruk av BIM i USA hvor 204 byggeprosjekter ble sammenlignet.

Positivt	Negativt
Kortere leveringstid for prosjektet	Høyere totale prosjektkostnader
Bedre kvalitet	
Bedre samarbeid og samhandling	

Ref: (Franz & Messner, 2019).

Resultater ved bruk av BIM i USA hvor 93 byggeprosjekter ble sammenlignet.

Positivt	Negativt
Ingen signifikante effekter for verken prosjektering eller bygging	

Ref: (Kelly & Ilozor, 2016).

Resultatene har sine begrensninger, og det er ikke tydelig i hvilken grad BIM ble brukt på selve byggeplassen. Resultatene baserer seg på historiske data, og det kan antas at fordelene ved bruk av BIM er høyere i fremtidige prosjekter. Dette begrunnes med at arbeidsmetodikk for bruken av BIM er innarbeidet, og at verktøyene blir bedre med tiden.

5. RESULTATER OG DISKUSJON

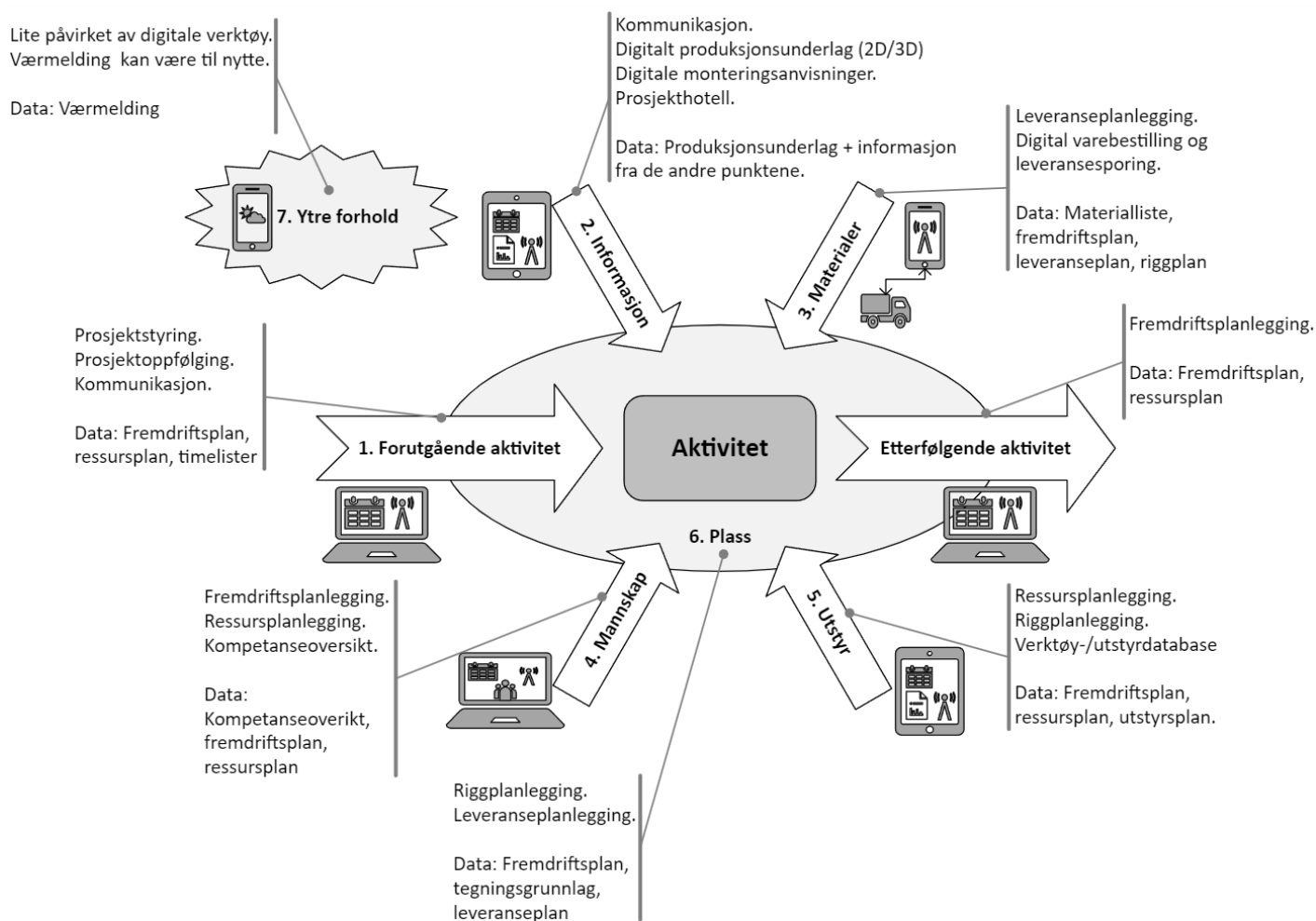
Til tross for at det ikke kan fastslås om digitalisering har direkte positiv påvirkning på arbeidsproduktivitet, eller forbedret forretningsverdi, er det stor optimisme i litteraturen og bransjen om at samspillet mellom mennesker, teknologi og prosess kan føre til økt arbeidsproduktivitet på en byggeplass.

Når det kommer til de økte prosjektkostnadene kan en naturlig årsak være at det fortsatt er nytt for mange entreprenører, og at det fortsatt er en innkjøringsfase, hvor valg av programvarer, innarbeidelse av rutiner, og opplæring av ansatte må komme på plass.

Flyt i produksjon

Involverende planlegging, med begrepet «flyt», er en anerkjent metode som har som mål å redusere sløsing og ikke-verdiskapende tid på byggeplassen. Dersom forutsetningene for flyt på byggeplass blir ivaretatt vil arbeidsproduktiviteten øke ved at tidsbruken på byggeplass blir mer verdiskapende.

Bruken av digitale verktøy og utnyttelse av tilgjengelig datagrunnlag kan være medvirkende til å ivareta forutsetningene for flyt på byggeplass. Overordnet benyttes det digitale datagrunnlaget i kombinasjon med digitale verktøy til å forbedre oppgaveforståelsen, og for å tilrettelegge for god planlegging. Ved å gjøre dette reduseres ikke-verdiskapende tidsbruk på byggeplassen, og følgelig økes arbeidsproduktiviteten. Dette kan gjøres ved å blant annet ta i bruk IKT-verktøy, prosjektstyringsverktøy, logistikksystemer og BIM i byggefasen.

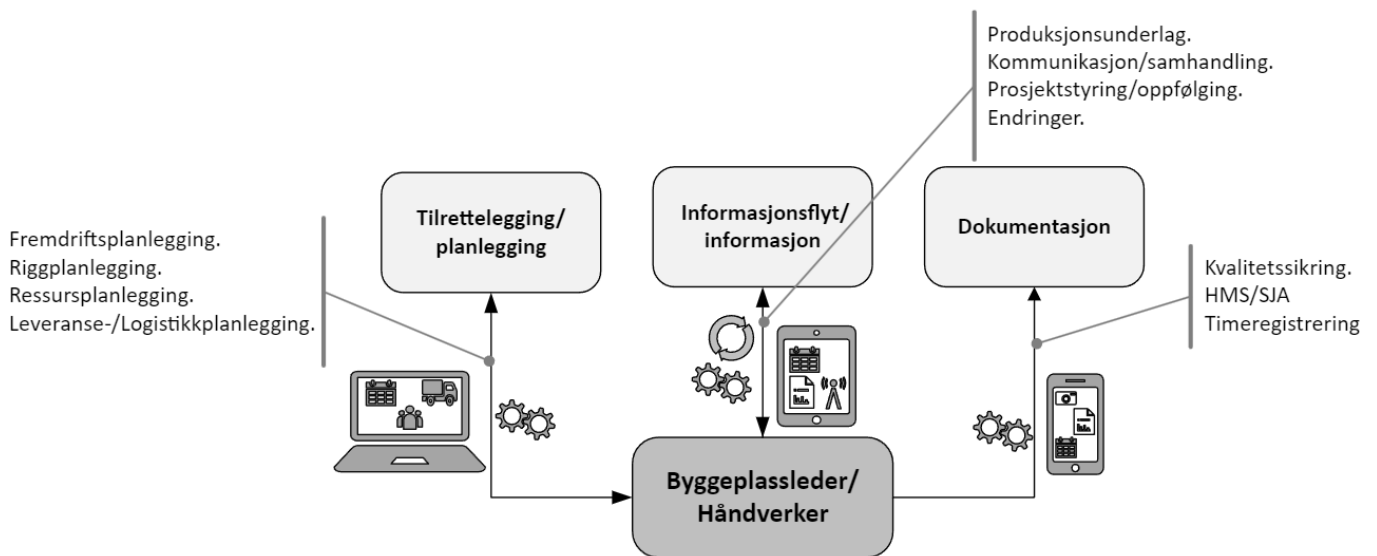


Figur 38: Oversikt over hva digitale verktøy kan brukes til for å skape flyt av aktiviteter på byggeplassen. Basert på Veidekkes IP.

5. RESULTATER OG DISKUSJON

Det er viktig å huske på at formålet med å bruke digitale verktøy er at den totale produktiviteten skal øke. Et forsøk på å effektivisere prosesser kan medføre nye overflødige prosesser. Dersom bruken av verktøyene krever mer arbeidsinnsats enn det som oppnås i verdi, sammenlignet med tradisjonelle metoder, vil produktiviteten reduseres. Det vil dermed bli en overflødig prosess og en form for sløsing i henhold til Lean Construction, hvilket verken gir merverdi til kunden eller bedriften.

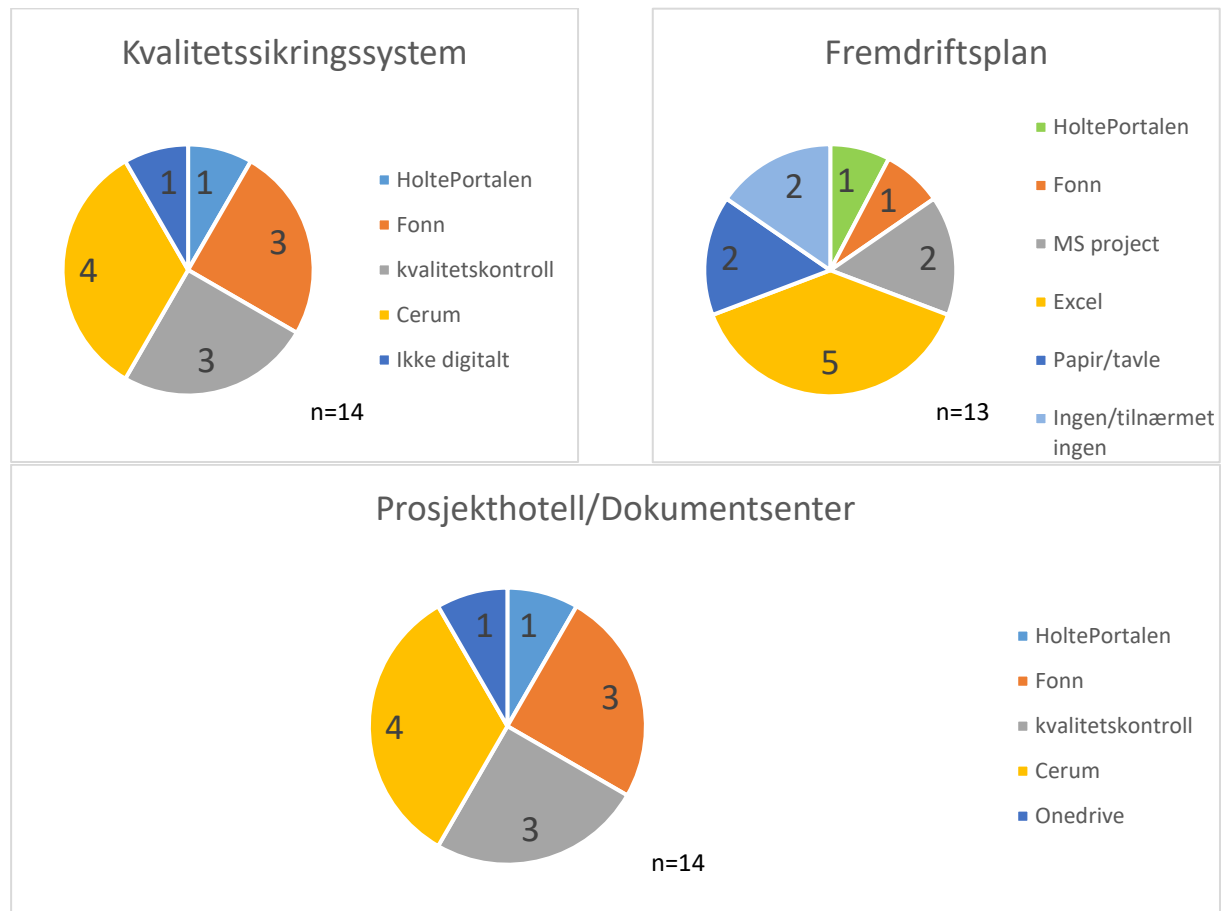
Skjæringspunktet for når bruk av digitale verktøy gir merverdi eller er en overflødig prosess er vanskelig å måle og fastslå. Ved endringsprosesser vil det gå tid til opplæring, og innarbeiding av rutiner. Det vil dermed kreve mer arbeidsinnsats i innføringsfasen. Hvilke innvirkninger endringen får, kan strekke seg langt ut i tid. Et eksempel på dette er reklamasjonsarbeid, hvor det kun er målbart i ettertid.



Figur 39: Bruk av digitale verktøy på byggeplassen for byggeplassleder og håndverker.

5.2 Småhusentreprenører og digitale verktøy

Fra intervjuene av de 14 småhusentreprenørene fremkom det at det er utstrakt bruk av digitale verktøy blant småhusentreprenører. Det benyttes digitale verktøy fra forskjellige leverandører, og til forskjellige formål. Omfanget og bruken varierer i stor grad fra bedrift til bedrift.



Figur 40: Oversikt over bruk av digitale verktøy i bedriftene.

Verktøyene som brukes er stort sett av lav kompleksitet og benyttes til å effektivisere enkle og eksisterende prosesser. Mye går ut på å sette «strøm på papir» ved å ha digitale timelister, KS-systemer eller bruk av regneark. Digitaliseringen blant alle intervjuobjektene kan plasseres i grad 1 av digital transformasjon.

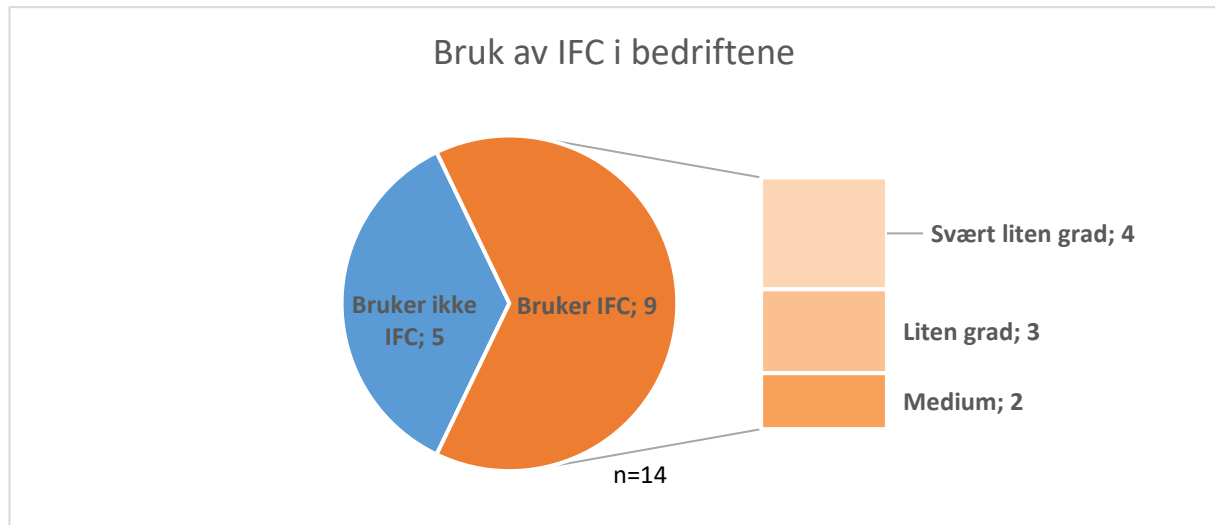
Som hovedregel benyttes ikke digitale verktøy slik at data fra prosjekteringsfasen eller andre ledd i verdikjeden blir utnyttet. Unntakene er de få bedriftene som bruker data fra BIM-modellene til mengdeuttak under kalkulasjon. Når det kommer til dokumentsenter er det slik at alle hadde verktøy med funksjonen, men det ble ikke alltid benyttet.

De mest digitale småhusentreprenørene tar i bruk digitale verktøy til blant annet kommunikasjon, informasjonsflyt og fildeling med underentreprenører, kunder og ansatte. De kalkulerer med kalkulasjonsverktøy hvor de benytter IFC-modeller for mengdeuttak, og de bruker nettbrett på byggeplassen med produksjonsunderlag i 2D og har tilgang på IFC-modeller for 3D-visualisering.

Bruken av IFC i bedriftene gir et godt innblikk i den digitale modenheten for bransjen. Det synliggjør kompetansen som bedriftene innehar dersom BIM skal benyttes i større grad.

5. RESULTATER OG DISKUSJON

Fra intervjuobjektene kom det frem at 8 av 14 bruker IFC i mer eller mindre grad i løpet av et byggeprosjekt. De bedriftene som bruker det mest, benytter fortsatt bare en liten del av potensialet som ligger i filformatet.



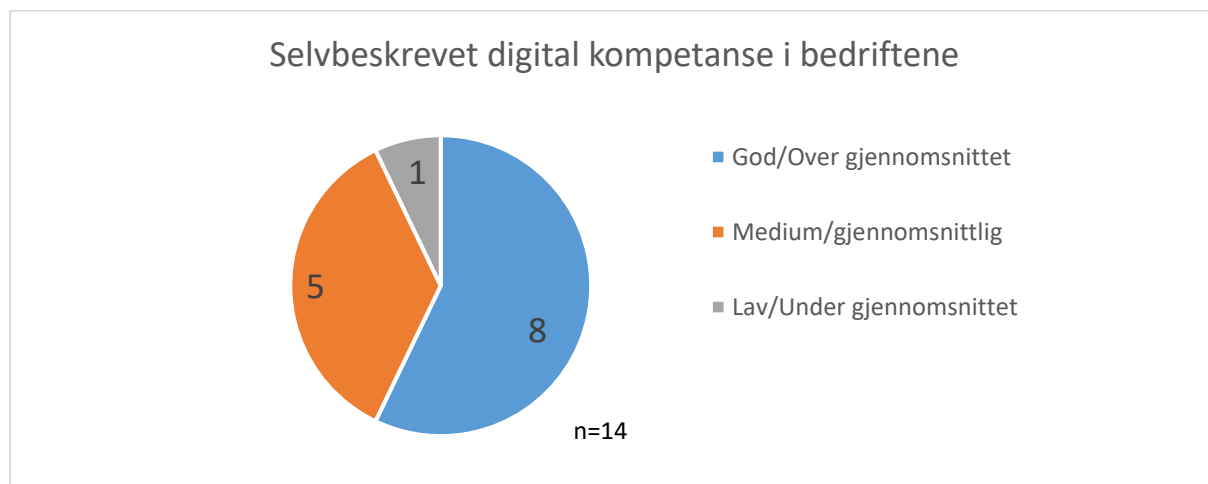
Figur 41: Bruk av IFC i bedriftene.

Tabell 9. Oversikt over hvordan IFC brukes i de forskjellige bedriftene.

Beskrivelse	
Svært liten grad	<ol style="list-style-type: none">Deltaker 1: Får enkle IFC tegninger fra ARK. Åpnes på PC og brukes for enkel visualisering i 3D. Ikke i bruk på byggeplassDeltaker 6: Får IFC fra ARK og ventilasjonsleverandør. Benytter IFC modellene for enkel visualisering i en prosjektgjennomgang før oppstart på byggeplass.Deltaker 8: Får IFC av precut fra sagbruk som legges på prosjekthotell hvor håndverkerne har tilgang på telefon. Benyttes i liten grad. Får også IFC fra ARK, men det benyttes ikke.Deltaker 13: Får IFC fra ARK dersom de etterspør det. Bruker dette for å koordinere opp mot ventilasjon og takstoler, som de videre får ut i IFC. Brukes i liten grad, men de har tilgang til det på byggeplass dersom de legger det inn i prosjekthotellet.
Liten grad	<ol style="list-style-type: none">Deltaker 3: Får detaljert IFC for precut av reisverk og takverk. Legges inn i prosjekthotell som håndverkerne har tilgang til. Brukes på telefon eller nettbrett på byggeplass ved behov.Deltaker 10: Tegner selv i Revit, og får ut IFC dersom de ønsker det. Benytter IFC for koordinering av precut av bjelkelag og takstoler. Benytter ikke IFC på byggeplassen, da de ikke ser nytten av det.Deltaker 14: Tegner, og får ut IFC som de benytter for koordinering av precut for bjelkelag og takstoler. Benytter ikke IFC på byggeplassen.
Medium	<ol style="list-style-type: none">Deltaker 4: Tegner selv i DDS-CAD. Får IFC for takstoler, rør og ventilasjon fra underentreprenører. Benytter IFC for samarbeid og kollisjonstest. Før oppstart på byggeplassen har de en grundig prosjektgjennomgang hvor BIM-modellen blir brukt. Har også tilgang til modellene på byggeplass igjennom Holteportalen.Deltaker 7: Får IFC fra ARK som benyttes ved mengdeberegning. De får også IFC fra takstolleverandør og ventilasjonsleverandør. De har ikke kompetansen til å sammenstille IFC modellene for krasjkontroll. BAS har nettbrett på byggeplassen, og kan åpne IFC-modellene med Solibri. De har benyttet BIM-kiosker og StreamBIM i et tidligere prosjekt hvor de bygde omsorgsboliger.

5. RESULTATER OG DISKUSJON

Byggenæringen i sin helhet, og spesielt de mindre entreprenørene har i lengre tid blitt kritisert for å være konservative og bakpå når det gjelder digitalisering. Bedriftene som ble intervjuet kan antas å ha større interesse for digitalisering enn snittet i bransjen, og representerer ikke nødvendigvis småhusbransjen i sin helhet. Interessen for digitalisering er en mulig årsak til at de valgte å delta i intervjuene. Fremstillingen av selvbeskrevet digital kompetanse, og bruken av digitale verktøy i bedriften kan antyde til dette. Figuren representerer en forenkling uten nyanser og har en metodesvakhet ved at ingen kjenner til hva gjennomsnittet er.



Figur 42: Selvbeskrevet digital kompetanse i bedriftene.

5.3 utfordringer ved bruk av digitale verktøy

Utfordringene til småhusentreprenørene varierer, og har ofte en sammenheng med digitaliseringsnivået i bedriften. Den største utfordringen de står ovenfor er at det koster tid og penger å ta i bruk nye digitale verktøy, og at kostnadene må forsvares igjennom nytteverdien verktøyene tilfører. Utfordringene og begrensningene som ble fremhevet i intervjuene er sammenstilt og oppsummert i tabell 10.

Tabell 10. Bedriftenes utfordringer og begrensninger med digitalisering.

Manglende informasjon og kunnskap om hva som finnes på markedet
Bruker terskel på programvaren er for høy
Manglende kompetanse
Utfordrende å finne tid til opplæring og innføring av digitale verktøy
Utfordrende å få underentreprenører til å ta i bruk verktøyene de ønsker
Utfordrende å forholde seg til mange plattformer og verktøy. Programvarer som ikke "snakker" sammen
Det går lang tid mellom hver gang de har behov for funksjonene til verktøyene
Forholdet mellom kostnader og nytteverdi gjør det ikke lønnsomt
Ikke villige til å betale for ekstra prosjektering av BIM-modeller
Manglende eller utilstrekkelig datagrunnlag fra huskjede eller arkitekt (IFC-modeller)

Det ble ofte fremhevet at det er utfordrende å finne tid til opplæring og implementering av digitale verktøy i en hektisk hverdag. Denne utfordringen har ringvirkninger i grensesnittet mot underentreprenørene, hvor det er utfordrende å få de til å bruke samme plattform til kvalitetssikring, kommunikasjon og informasjonsflyt.

Det er svært tidkrevende å integrere digitale verktøy i arbeidsprosessene og deltaker 3 beskrev at de hadde brukt to år på å innarbeide bruken av et digitalt verktøy (Fonn) for blant annet fildeling, kommunikasjon og kvalitetssikring med ansatte og underentreprenører. Det er spesielt samhandlingen med underentreprenører som kan være tidkrevende å få på plass, og det er tilnærmet en forutsetning at det brukes faste underentreprenører for at det skal fungere. De mener likevel at dette uten tvil har bidratt til bedre kommunikasjon og informasjonsflyt, og en mer effektiv hverdag i ettertid. Deltakeren mener at verktøyene har blitt veldig brukervennlige med tiden og klarer ikke å se så mye negativt med å bruke verktøyet bortsett fra at man kanskje tar det for gitt at personene har fått med seg informasjonen eller endringer i applikasjonen. Med andre ord kan det ikke erstatte fysisk oppfølging.

Bedrifter med lavere digitaliseringsnivå har manglende kunnskap om muligheter som finnes og manglende kompetanse for å ta i bruk digitale verktøy. Et gjentakende argument er at brukerterskelen på programvaren er for høy. Et annet moment som ikke ble nevnt i intervjuene, men som er verdt å trekke frem, er kulturdimensjonen. Kulturdimensjonen i seg selv byr på utfordringer, som for eksempel frykt for å gjøre feil, motvilje, interesse m.m. For de bedriftene som var digitalisert, og som har interne ressurser, er situasjonsbildet et annet. Her er utfordringer knyttet opp mot at funksjonene i de digitale verktøyene ikke møter deres ønsker og behov, og samhandling mellom forskjellige verktøy er en utfordring.

5. RESULTATER OG DISKUSJON

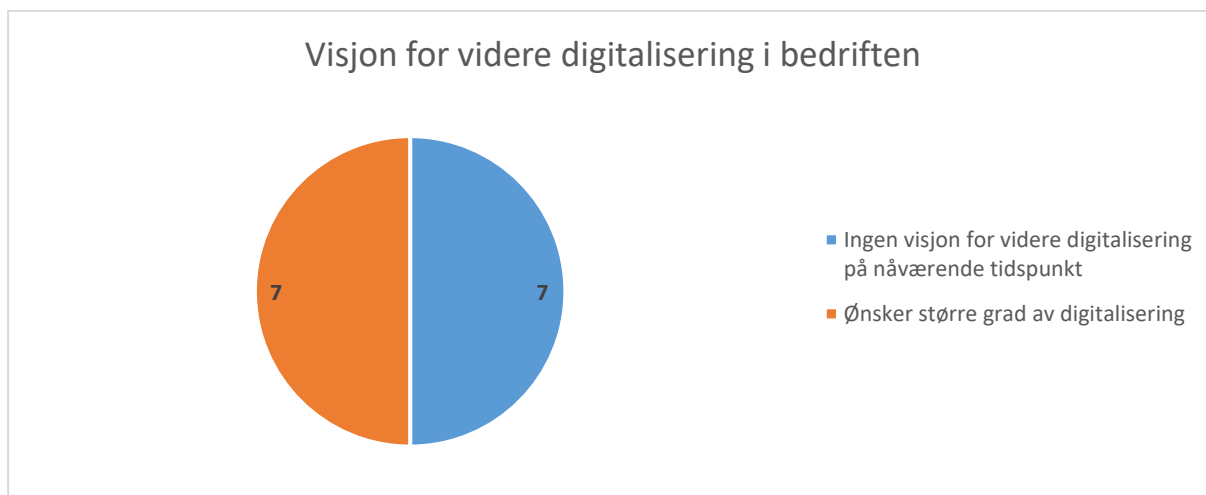
Hvilke utfordringer entreprenører i småhusbransjen møter ved å ta i bruk digitale verktøy og digitalisering er varierende. Hvorfor bedriftene har disse utfordringene forklares av Byggenæringens Landsforbund (BNL, 2020):

- Digitalisering av bransjen har av naturlige årsaker blitt overlatt til IT-ansvarlige og spesialister i bedriften.
- Digitalisering har vært igangsatt for å løse enkeltoppgaver, hvor man har sett på deler av produksjonslinjen og ofte har man ikke sett på sammenhengene.
- Byggenæringen er stor, kompleks og fragmentert, og det har vært liten kultur for samarbeid på tvers. Bedriftene digitaliserer på hver sin tue. Siden byggenæringen er gjensidig avhengig av ulike ledd i kjeden kreves et samarbeid. Samarbeid kan også medføre erfaringsutveksling, et viktig element for videreutvikling og for å høste lærdom av andres feil.
- Andre momenter som er viktig å fremheve er manglende forståelse for helhetsbildet, manglende kunnskap og satsing på området.

En nøkkel for å løse disse utfordringene kan ligge hos huskjedene som innehar kompetanse og ressurser til å iverksette en digitaliseringsprosess for medlemsbedriftene. Den huskjeden som kan tilby den beste og komplette løsningen i forhold til digitalisering, og følgelig øke produktivitet og lønnsomhet, vil kunne få et konkurransefortrinn i markedet. Dette vil kunne skape en fordelaktig vinn-vinn situasjon både for huskjeden og medlemsbedriften. Huskjeden kan ha fokus på utvikling og leveranse av løsninger, mens medlemsbedriften kan konsentrere seg om å implementere og bruke de verktøy og data som leveres fra huskjeden for å oppnå en lønnsom og effektiv produksjon.

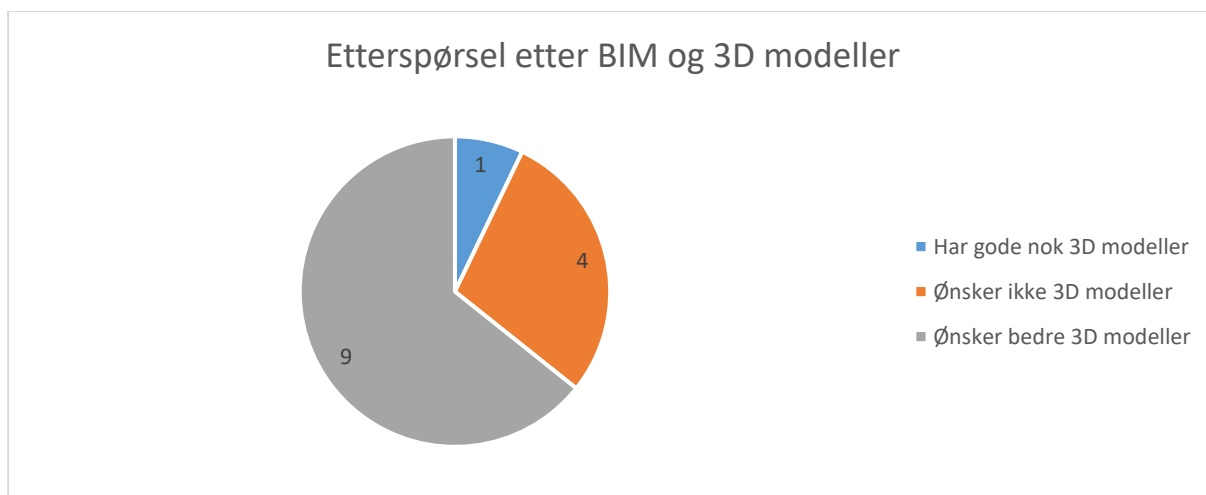
5.4 Anbefalinger til digital transformasjon i småhusbransjen

Halvparten av småhusentreprenørene har en visjon for å ta i bruk digitale verktøy i større grad. Visjonen har ofte en sammenheng med å ta i bruk digitale verktøy som huskjedene deres anbefalte. Til tross for ønsket, har de som regel ikke konkrete planer eller strategier for hvordan dette skulle gjennomføres. Dette gir en indikasjon for at en andel av bedriftene tror det er et urealisert potensial for en mer effektiv byggefase ved å benytte digitale verktøy, og at de er villige til å prøve det ut.



Figur 43: Visjon for videre digitalisering i bedriften. Resultatet fra intervjuer.

I intervjuene kommer det fram at de fleste småhusentreprenørene kunne tenkt seg å få bedre BIM og 3D-modeller fra huskjedene eller arkitektene, men de er ikke nødvendigvis villig til å betale noe ekstra for dette. Bruken av 3D-modeller på byggeplass er lav i dag, og årsaken til dette kan være manglende kunnskap om hva som kan gjøres tilgjengelig, hvordan dette skal etterspørres og fra hvem. Som redegjort i kapittel 4.2 er det mulighet til å få mer detaljerte modeller til bruk i produksjon.

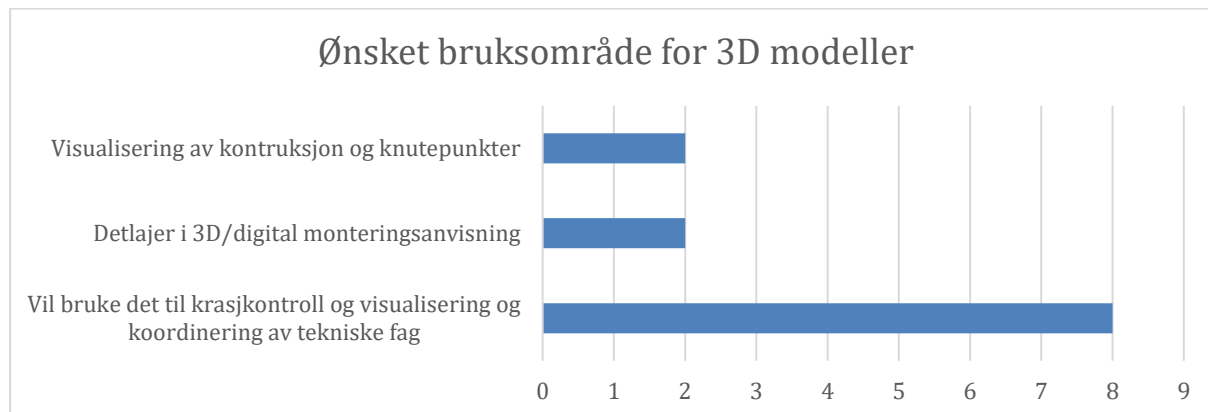


Figur 44: Etterspørsel etter BIM og 3D-modeller. Resultat fra intervjuer.

Videre fremgår det av figur 45 at ønsket bruksområde for 3D-modellene er å bruke det til krasjkontroll, visualisering og koordinering av tekniske fag. I tillegg kunne noen tenkt seg å bruke modellene for visualisering av konstruksjonsdetaljer og knutepunkter, og å ha detaljer eller monteringsanvisninger i 3D. Svarene fra intervjuene tyder på at flere er villige til å ta i

5. RESULTATER OG DISKUSJON

bruk BIM og 3D-modeller i større grad i byggefasen, men at det behov for å få mer kunnskap om mulighetene og hvordan det skal benyttes.



Figur 45: Ønsket bruksområde for 3D-modeller. Resultatet fra intervjuer.

Byggenæringens paradoks er at mange aktører venter på løsninger som allerede eksisterer (Skanke, 2021). Utsagnet oppsummerer statusen i småhusbransjen på en god måte. Det eksisterer mange løsninger og verktøy for å kunne ta i bruk det eksisterende datagrunnlaget. En kombinasjon av manglende kunnskap, kompetanse og ressurser til å satse kan være årsaken til dagens resultat. Det ventes på løsninger som allerede finnes, men det gjelder rett og slett å se mulighetene og ta i bruk det som er på markedet.

Resultatene fra intervjuene viser at deler av småhusbransjen er modne for videre digitalisering, og for å ta i bruk BIM i større grad i byggefasen. På et generelt grunnlag er det utarbeidet en metodikk for hvordan småhusentreprenører kan oppnå en vellykket omstilling, slik at man i større grad kan utnytte potensialet som ligger i en mer digitalisering av byggefasen. Se tabell 11.

Tabell 11. Anbefalt metodikk for vellykket digital transformasjon i byggebransjen.

	Beskrivelse
1. Kartlegge ineffektive prosesser, metodikker og arbeidsoppgaver	Ved å identifisere ineffektive prosesser, metodikker og arbeidsoppgaver kan man finne ut hvor det er mest behov for digital transformasjon i bedriften.
2. Tenke nytt - Revurdere arbeidsmetodikken i bedriften	Bedriften må være i stand til å endre seg og ta i bruk ny teknologi og metoder. Bedriften bør vurdere hvordan digitalisering påvirker bedriften på kort og lang sikt. Hvilken kompetanse vil de ha behov for i fremtiden og hvilke ferdigheter bør de se etter ved nyansettelser.
3. Utvikle en digitaliseringsstrategi	Lage en overordnet strategi som tydeliggjør visjonen og målet til bedriften. Strategien bør besvare følgende spørsmål: <ul style="list-style-type: none"> • Hvordan kan det effektiviseres? • Hva gir økt lønnsomhet? • Hvilke verktøy skal tas i bruk for å bli bedre? • Hvordan skal jeg gripe den an?
4. Begynne enkelt, og skalere over tid	Endring skaper muligheter, men byr på utfordringer. Som en start anbefales det å digitalisere enkle individuelle prosesser, og deretter skalere opp digitaliseringen over tid. Dersom hele kjernesystemet erstattes samtidig, kan det medføre ustabilitet i bedriften og virke mot sin hensikt.
5. Transformere personer og prosesser, og ikke bare teknologien	Valg av systemer er viktig, men bruken av dem er like viktig. Som en del av digitaliseringen og innføring av digitale verktøy er det behov for en endret og forbedret arbeidsmetodikk og kultur i bedriften. For at bruken av digitale verktøy skal ha noen hensikt, er det forutsatt at arbeidsmetodikken tilknyttet verktøyet tas i bruk. Opplæring og kompetanseheving hos ansatte er vesentlig for effektiv bruk av verktøyene som innføres. Dette gjelder også for kunder, samarbeidspartnere og underentreprenører, i den grad de påvirkes av digitaliseringen.
6. Forbedre kommunikasjon	En nøkkelfaktor for en vellykket digitaliseringsprosess er god, ryddig og effektiv kommunikasjon og informasjonsflyt. Dette gjelder hovedsakelig internt, men også ut til kunder og samarbeidspartnere. Det finnes mange gode digitale plattformer for kommunikasjon som åpner opp for mer interaktiv dialog innenfor organisasjon og kan medvirke positivt til den digitale transformasjonen.
7. Digitalisering av kundeopplevelse	Kundeopplevelse er vesentlig for ryktet til bedriften og nye kundeforhold. Det er flere muligheter for digitalisering av kundeopplevelsen som automatiserer prosesser, sørger for ryddig kommunikasjon og er tidsbesparende for bedriften og kunden.
8. Valg av digitale plattformer og verktøy	Når man implementerer digitale løsninger, er det utfordrende å dekke alle behovene ved å kun bruke ett digitalt verktøy. Det bør vektlegges å bruke verktøy og tjenester som kan kommunisere på tvers (gjennom åpen API). Det er mulig å utvikle en egen plattform hvor alle tredjeparts tjenester er oppkoblet, men dette er svært kostbart. Små bedrifter bør man satse på ferdige plattformer tilpasset bransjen som byr på muligheter for kommunikasjon med tredjeparts tjenester.
9. Vurdering, optimalisering og revurdering	<ul style="list-style-type: none"> • Oppfølging for å vurdere om og når endringer skjer som påvirker den digitale ambisjonen. • Evaluere effekten den digitale transformasjonen har for bedriften, samarbeidspartnere og kunder. • Sørge for at bedriften har ressurser til å tilpasse og foreta nødvendige endringer for å nå målene i digitaliseringsstrategien.

Kilder: (Stoyanova, 2020) (BNL, 2020) (Deltek, 2022) (Gartner, 2021).

Fra den anbefalte metodikken er det tre generelle hovedpunkter det er ønskelig å utdype nærmere:

I. Etablering av strategi:

Strategien bør hensynta hvilken retning byggenæringen er på vei slik at man kan forberede seg på fremtidens digitale byggenæring. Bruken, og utnyttelsen av BIM-modeller ser ut til å være en sentral del fremtidens byggenæring, også for småhus. Den digitale infrastrukturen begynner å komme på plass, og det bør lages en langsiktig plan for hvordan denne kan utnyttes.

II. Anskaffelse av ressurser:

Når strategien etablert må bedriften anskaffe ressurser som digitale verktøy, personell og kompetanse. Det kan i hovedsak gjøres på to måter:

- Bedriften kan bli en medlemsbedrift i en huskjede. På et generelt grunnlag kan løsningen ligge i huskjedene. En del større huskjeder har alle nødvendige ressurser samlet på et sted som de kan tilby sine medlemsbedrifter. I tillegg kan og bør de også stå i frontlinjen for å utvikle ny teknologi for å tilby dette til sine medlemsbedrifter. For småhusentreprenører fremkommer det at ressurser er et av hovedproblemområdene for hvorfor datagrunnlaget ikke utnyttes bedre enn det gjøres i dag. Huskjedene kan derfor spille en aktiv og avgjørende rolle. Den huskjeden som er først ute med å tilby en helhetlig, komplett pakke med de beste verktøyene, teknologien og kompetansen til sine medlemsbedrifter vil trolig kunne få et konkurransefortrinn i markedet. Det vil kunne skape en vinn-vinn-situasjon hvor huskjedene utvikler ny, lønnsom og moderne teknologi som kan implementeres og tas i bruk av medlemsbedriftene for å gjøre virksomheten mer produktiv. Dette vil kunne medføre at huskjeden blir mer attraktiv, får flere medlemsbedrifter og følgelig øker omsetningen, mens medlemsbedriften øker sin produktivitet og følgelig lønnsomhet.
- Et alternativ er at bedriften kan enten inneha alle eller deler av ressursene internt. Dette må vurderes særskilt ut ifra bedriftens strategi og forutsetninger. Generelt vil denne løsningen trolig ikke passe eller være praktisk mulig for alle småhusentreprenører.

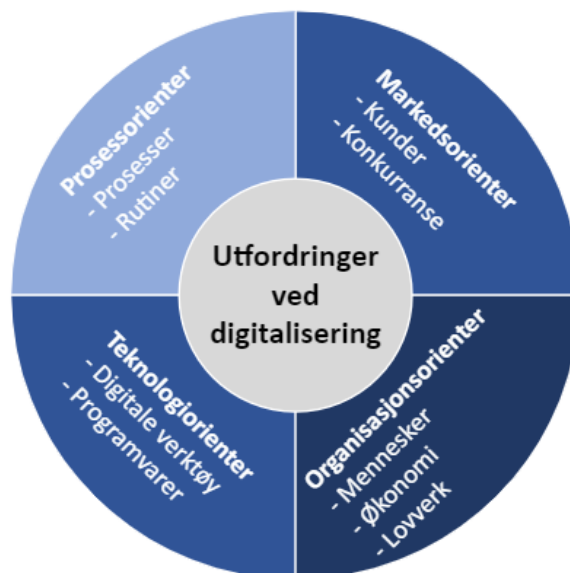
III. Ta i bruk eksisterende digitale verktøy og løsninger:

Valg av digitale verktøy bør vurderes nøye opp imot digitaliseringsstrategien og strategien for bedriften generelt sett. Småhusentreprenørene rådes til å velge digitale verktøy med muligheter til å utnytte potensiale som ligger i BIM-modeller. Det rådes til å ta i bruk BIM i sin enkleste form, og som gir mest nytteverdi i forhold til vanskelighetsgraden (se figur 35):

- Avstands- og kollisjonskontroll
- Planlegging og logistikk
- Byggbarhetsanalyse
- Mengdeberegning

5. RESULTATER OG DISKUSJON

Med endringer følger det utfordringer og muligheter, og det er viktig at alle i bedriften er klar dette i en endringsprosess. Hvilke utfordringer bedrifter møter varier i stor grad, og det bør gis oppmerksomhet til dette i bedriftens digitaliseringsstrategi. Utfordringer ved digitalisering kan deles inn i 4 hovedkategorier:



Figur 46: Utfordringer ved digitalisering inndelt i 4 kategorier. Basert på (Nilsen, 2017).

Formålet med anbefalingene er at småhusentreprenører i større grad kan utnytte potensialet som ligger i digitalisering. Dette kan gi småhusentreprenørene det nødvendige grunnlaget for å øke produktiviteten. Hvordan byggenæringen blir i fremtiden vet ingen. I det digitale veikartet fremheves det at *de lederne som ser mulighetene i de nye digitale teknologiene blir vinnerne* (BNL, 2020). Anbefalingen kan derfor være med på å styrke småhusentreprenørens posisjon for å gjøre dem bedre rustet for fremtidens utfordringer.

6 OPPSUMMERING

6.1 Gjennomføring

Gjennomføringen av oppgaven kan beskrives som en iterativ prosess, hvor nye funn underveis fra både intervjuer og litteraturstudie har påvirket rapportens problemstilling, forskningsspørsmål, oppbygging og vektning. Dette er illustrert i figur 2 i kapittel 2.1 og gjenspeiles ved at forskningsspørsmålene som ble brukt i intervjufasen skiller seg fra de endelige.

Bransjeforeninger, nettaviser, leverandører av digitale verktøy og ledende bedrifter som Mestergruppen deler visjonen om at digital transformasjon og BIM er en viktig løsning på produktivitet utfordringene i bransjen. Det er begrenset forskningsdata som underbygger dette, til dels fordi det er svært utfordrende å måle. Det er forøkt å ha en objektiv tilnærming til problemstillingen til tross for optimismen i bransjen.

Selve gjennomføringen av forberedelsene og rapportskrivningen har vært omfattende ved at tematikken kan beskrives som «dynamisk». Det er flere begreper innenfor digital transformasjon og BIM som ikke har en klar definisjon eller betydning, og som har utviklet seg med tiden. I tillegg dukker det stadig opp nye begreper, standarder og digitale løsninger som gjør det krevende å ha et fullstendig og oppdatert oversiktsbilde av utviklingen. Det er forsøkt å holde ryddighet i begrepsbruk og definisjoner underveis i rapporten for å hensynta dette.

Rapportens oppgavetekst legger opp til at dybdeintervjuene skal utgjøre hoveddelen av rapporten, og at teori og litteratur opptar en mindre del. Underveis i oppgaven har dette endret seg ved at omfanget av litteraturstudie har økt. Årsaken til dette er at funnene fra intervjuene samsvarer med tidligere påstander fra Mestergruppen og Digitalt Veikart 2.0 om at byggefasen er lite digitalisert hos småhusentreprenører. Dermed ble det mer relevant å vektlegge mulighetene for å utnytte potensiale som ligger i en mer digitalisert byggefase.

Det har vært utfordrende å belyse oppgavetekstens effektmål om å redusere kostnader og byggetiden på en ryddig måte. Den alternative innfallsvinkelen som ble benyttet for å belyse dette var «arbeidsproduktivitet på byggeplassen» som tar for seg begge effektmålene implisitt. På den måten har det vært mulig å være mer presis underveis i rapporten.

Innhenting av intervjuobjekter og selve gjennomføringen av intervjuene har vært en tidkrevende prosess. Det har vært utfordrende å få avtalt intervjuer, og ved flere tilfeller ble avtalene avlyst rett før, eller så møtte ikke intervjuobjektet opp. Til tross for dette har det blitt gjennomført et solid antall intervjuer som har gitt et bredt innblikk i bransjen og som styrker oppgaven.

Utformingen av intervjuguiden og gjennomføringen av intervjuene ble gjort tidlig i prosjektet. Dette har hatt sine ulemper og fordeler. Fordelene var at det var med på å øke problemforståelsen tidlig i prosessen slik at litteratursøket og studiet ble mer målrettet. Ulempen var at intervjuguiden ble utformet på et tidspunkt med dårligere problemforståelse, og spørsmålene kunne derfor vært mer tilspissede og relevante for problemstillingen. Dette sees på som «etterpåklokskap» som muligens er uunngåelig i et hvert prosjekt.

Gjennomføringen av oppgaven har vært en spennende og lærerik reise med gode interaksjoner med mennesker, utviklingsarbeid og lange dager med skriving. Rapporten anses for å være et positivt bidrag i en næring i transformasjon.

6.2 Konklusjon

Rapporten kartlegger dagens bruk av digitale verktøy blant småhusentreprenører og belyser muligheten for bedre utnyttelse av digitale verktøy og data i byggefasen. Dette sees i sammenheng med mulighetene for å øke arbeidsproduktiviteten på byggeplassen. I tillegg gis det råd for hvordan småhusentreprenørene kan gjennomføre omstillingen og i større grad utnytte potensialet som ligger i en mer digitalisert byggefase. Konklusjonen for oppgaven baserer seg på forskningsspørsmålene.

Kan utnyttelse av digitalt datagrunnlag øke arbeidsproduktiviteten på byggeplassen?

Digital transformasjon i BAE-næringen sees på som en løsning for å motvirke produktivitetstredningen i bransjen. Utveksling av data mellom aktører, høy automatiseringsgrad og utnyttelse av data trekkes frem som hovedpunkter i den digitale transformasjonen. BIM har en sentral rolle i dette og beskrives som et nav i informasjonsutvekslingen i en digital fremtid.

Det er et urealisert potensial for å utnytte data og digitale verktøy bedre i byggefasen, men det er ikke dokumentert at det har noen forretningsmessig verdi. En utfordring er at det ikke finnes noen anerkjent eller standardisert metode for å måle effektene som bruken av digitale verktøy medfører. Hovedårsaken er at det er svært utfordrende å skille effekten av digitalisering fra arbeidsmetodikk og arbeidskultur. På nåværende tidspunkt er det ikke nok dokumentasjon til å fastslå om bruken av digitale verktøy har noen påvirkning på arbeidsproduktiviteten, men teorien tilsier at det kan ha en positiv påvirkning. Bruken av BIM har en sentral rolle i denne løsningen.

Digitale verktøy har isolert sett liten eller ingen innvirkning i byggefasen, og bruken av dem må sees i sammenheng med mennesker, arbeidsmetodikk eller prosesser. Prinsippene i Lean Construction om å eliminere sløsing og skape flyt på byggeplassen er med på å øke arbeidsproduktiviteten. Utnyttelsen av digitale data og verktøy kan være et medvirkende hjelpemiddel til at forutsetningene for flyt på byggeplassen blir ivaretatt. Datagrunnlaget og verktøyene kan benyttes til planlegging, tilrettelegging og øke problemforståelsen til håndverkerne.

En stor andel av tidsbruken på byggeplass brukes til logistikk- og materialhåndtering. De siste fem årene har en rekke standarder for digital samhandling mellom entreprenører, byggmestre, byggevarehandlere og byggevareindustrien kommet på plass. Det er nå muligheter for blant annet digital varebestilling fra kalkyler, ERP-systemer og applikasjoner på telefon. Et paradoks innenfor digitalisering er at det i et forsøk på å digitalisere og effektivisere prosesser kan oppstå nye, overflødig prosesser som virker imot sin hensikt.

I hvilken grad benyttes digitale verktøy og data i byggefasen blant småhusentreprenører i dag?

Fra intervjuene av småhusentreprenørene fremkom det at det er utbredt bruk av digitale verktøy i byggefasen, men bruken varierer fra bedrift til bedrift. Verktøyene som brukes er stort sett av lav kompleksitet og benyttes til å effektivisere enkle og eksisterende prosesser. Digitaliseringen blant alle intervjuobjektene kan plasseres i grad 1 av digital transformasjon. De mest digitale småhusentreprenørene tar i bruk digitale verktøy for blant annet kommunikasjon, informasjonsflyt og fildeling med underentreprenører, kunder og ansatte. De kalkulerer med kalkulasjonsverktøy hvor de benytter IFC-modeller for mengdeuttak, og de bruker nettbrett på

6. OPPSUMMERING

byggeplassen med produksjonsunderlag i 2D og har tilgang på IFC-modeller for 3D-visualisering.

Hvilke utfordringer står småhusentreprenørene ovenfor hvis eller når de tar i bruk digitale verktøy i byggefasen?

Utfordringene til småhusentreprenørene varierer, og har ofte en sammenheng med digitaliseringsnivået i bedriften. Den største utfordringen de står ovenfor er at det koster tid og penger å ta i bruk nye digitale verktøy, og at kostnadene må forsvares igjennom nytteverdien verktøyene tilfører.

Det er svært tidkrevende å integrere digitale verktøy i arbeidsprosessene og en deltaker beskrev at de hadde brukt to år på å innarbeide bruken av et digitalt verktøy for blant annet fildeling, kommunikasjon og kvalitetssikring med ansatte og underentreprenører. De mener likevel at dette uten tvil har bidratt til bedre kommunikasjon og informasjonsflyt, samt en mer effektiv hverdag i ettertid.

Kunnskapen om data som kan gjøres tilgjengelig og hvordan dette kan utnyttes er generelt lav, og kan sees på som en flaskehals for videre utvikling på den digitale fronten. Å be underentreprenører om å ta i bruk de verktøyene en ønsker har også vært en utfordring for flere. Et paradoks var at det ofte ble trukket frem at brukerterskelen til de digitale verktøyene var for høy, mens de mer digitaliserte bedriftene mente at verktøyene har blitt veldig intuitive og enkle å bruke.

En nøkkel for å løse disse utfordringene kan ligge hos huskjedene som innehar kompetanse og ressurser til å iverksette en større digitaliseringsprosess i småhusbransjen. Det er først og fremst de store huskjedene som har et forsprang på området allerede, og som kan bane veien videre. Den huskjeden som kan tilby den beste og komplette løsningen til sine medlemsbedrifter som følgelig kan øke produktivitet og lønnsomhet, vil kunne få et konkurransefortrinn i markedet. Det vil potensielt kunne skape en vinn-vinn situasjon for alle aktører i bransjen, inkludert sluttkunden.

Hvordan kan småhusentreprenører i større grad utnytte potensialet som ligger i en mer digitalisert byggefase?

Det å øke digitaliseringsgraden i en bedrift er en kompleks og unik prosess. På et generelt nivå rådes det til å kartlegge ineffektive prosesser og arbeidsoppgaver for deretter å utvikle en digitaliseringsstrategi med bakgrunn i kartleggingen, samt bedriftens mål og strategier for øvrig. Digitaliseringsstrategien bør besvare hvordan bedriften kan effektiviseres, hva som gir økt lønnsomhet, hvilke verktøy som skal tas i bruk og hvordan dette skal gjennomføres.

Det er krevende å finne et verktøy som dekker alle bedriftens behov, og det bør vektlegges verktøy og tjenester som «snakker sammen» og som er skalerbare. Det er viktig å begynne enkelt og skalere over tid, og samtidig transformere personene og prosessene igjennom kompetanseheving.

Tiltakene som settes i verk må følges opp og det må vurderes om tiltakene påvirker den digitale ambisjonen positivt. Ved behov må tiltakene endres og optimaliseres for å oppnå målene i strategien.

Småhusentreprenørene bør i større grad etterspørre BIM-modeller fra arkitektene, huskjedene og leverandørene slik at de kan utnytte modellene og datainnholdet i byggefase. I første omgang bør BIM-modellene benyttes i sin enkleste form til mengdeuttak, visualisering og krasjkontroll. Huskjedene kan spille en sentral og avgjørende rolle for at småhusentreprenørene skal lykkes med den digitale transformasjonen ved at de utvikler eksisterende og nye løsninger, samt legger til rette for at dette kan implementeres og nyttiggjøres av medlemsbedriftene.

6.3 Oppgavens faglige og samfunnsmessige relevans

Tematikken om digital transformasjon berører flere fagfelt og er høyst relevant i dagens teknologiske utvikling. Statistikk viser en nedadgående trend for produktivitet i bransjen. Ved å iverksette anbefalingene for bedre utnyttelse av det digitale underlaget, samt jobbe for videre utvikling og digitalisering av bransjen, kan det gi norsk byggenæring forretningsmessige konkurransefortrinn til det beste for samfunn og bedrifter i hele verdikjeden.

Opgavens samfunnsmessige relevans er knyttet til de daglige utfordringene innbyggere i Norge står ovenfor. Boligprisens vekst har vært et aktuelt og jevnlig tema i Norge de siste årene, og det er gjort en del grep for å forsøke å stagnere den sterke prisveksten. For å holde prisnivået på et akseptabelt nivå, samt stimulere til videre insitamenter i bransjen, kan et viktig element være å legge press på digitaliseringsfronten for videre utvikling, deriblant å utnytte digitale verktøy og underlag bedre enn det som gjøres nå. Dette kan bidra til effektivisering i form og av økt produktivitet og følgelig redusere kostnader. BNL har uttalt at med vårt kostnadsnivå er digitalisering vår eneste reelle mulighet. Generelt er gjeldsgraden i Norge historisk høy, og rentene er historisk lave. Dette gjør boligeiere sårbare for eventuelle renteøkninger. Norges Bank har varslet en betydelig renteoppgang i 2022 for blant annet å stagnere inflasjon. Dette vil medføre ringvirkninger inn i småhusbransjen, noe som kan medføre lavere aktivitet i årene som kommer dersom det ikke iverksettes kostnadsreduserende tiltak. Det hviler et felles ansvar hos både småhusbransjen og offentlig forvaltning som begge parter må ta på alvor.

På et generelt grunnlag kan det sies at samfunnet er avhengig av en velfungerende småhusbransje for å understøtte verdiskapning og samfunnsutvikling. Verden står foran en større klimakrise forårsaket av menneskeskapt aktivitet i form av klimagassutslipp. Ved digitalisering og bedre utnyttelse av datagrunnlag kan man antagelig sammen oppnå en sømløs dataflyt som gir gevinster for miljø og økonomi. En konsekvens av digitalisering kan være økt produktivitet som vil generere et overskudd i samfunnet som kan omdisponeres til andre formål. Det er også viktig at det stilles strengere krav til bærekraft, miljø og seriøsitet i bransjen. Dette bør først og fremst forankres i overordnet lovverk, også kan det bygges inn i standarder, veiledere og entreprisekontrakter.

6.4 Videre arbeid

Underveis i litteraturstudie er det avdekket en generell liten mengde data for produktivitetmålinger i småhusbransjen. Til det videre arbeidet bør produktivitet avdekkes gjennom hyppigere og detaljerte undersøkelser for å opparbeide statistikk og få en bredere forståelse av produktivitetstrenden på nasjonalt plan. Dette kan gjøre det enklere å forstå trender, og angripe problemområder. Bedrifter som har mulighet til det bør ha jevnlig produktivitetmålinger i sine selskap som en del av digitalisering- og utviklingsstrategien. Som et ledd i dette bør det utvikles verktøy som er godt egnet og tilgjengelig for formålet. Ved å gjennomføre flere målinger vil beslutningstakere i bedriften ha et bedre grunnlag for å iverksette nødvendige tiltak.

6. OPPSUMMERING

Å standardisere gode målemetoder vil være en viktig del av det videre arbeidet. Bransjen trenger kvalifiserte og standardiserte målemetoder for arbeidsproduktivitet og effekter av digitalisering. Data fra målingene bør gjøres tilgjengelig for offentligheten, og ikke holdes konfidensielt. Bransjen som en helhet er tjent med å dele erfaringer og utfordringer slik at det kan tas lærdom av det.

I et videre arbeidet kan innhold fra litteraturstudiet utvides. Byggebransjen er dynamisk og er i stadig utvikling. Arbeidet kan basere seg på å studere ny teknologi i markedet, muligheter for industrialisering og dens innvirkning på produktiviteten. Dette bør sees i sammenheng med mulighetene for å implementere det i småhusbransjen.

Det vil være interessant å gjennomføre et eller flere pilotprosjekter ved at bedrifter implementerer den anbefalte metodikken for digital transformasjon. En ville da kunne sammenligne og måle effekten før og etter implementeringen.

Tidligere er det poengtert at teknologi, i oppgavens sammenheng, først gir verdi når den tas i bruk av personer. Mennesker har en tendens til å gjøre motstand mot endring, og innenfor en konservativ bransje som byggebransjen er dette noe som bør hensyntas i et videre arbeid. Når bedrifter skal gjøre større endringer eller omstille seg vil det kunne forventes å være behov for kompetente ledere til å takle ledelsesutfordringer tilknyttet arbeidskultur og brukerksept. Dette bør gis mer oppmerksomhet i et videre arbeid dersom det gis råd for digitalisering.

Et videre arbeid bør også omfatte et større perspektiv hvor utnyttelsen av data sees i sammenheng med hele byggets livssyklus, og eventuelt hvilke økonomiske og bærekraftige fordeler dette kan ha for alle faser. Byggefasen er kun en del av livssyklusen til en bygning.

7 REFERANSER

- Albriksen, R. O. (1989). *Produktivitet i byggebransjon. Forskjeller i produktivitet: teori, metode, analyser, forklaringer*. Hentet Mars 06, 2022 fra [sintef.brage.unit.no: https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2413643](https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2413643)
- Autodesk. (2022). *Understanding the Difference Between BIM and CAD*. Hentet April 23, 2022 fra [Autodesk.com: https://knowledge.autodesk.com/support/revit/learn-explore/caas/video/youtube/lesson/143344-courseId-100332.html](https://knowledge.autodesk.com/support/revit/learn-explore/caas/video/youtube/lesson/143344-courseId-100332.html)
- Barlish, K., & Sullivan, K. (2012, Juli). How to measure the benefits of BIM — A case study approach. *Automation in Construction*, ss. 149-159.
- Bartolomei, R. T. (2019, Desember 19). *Byggebransjen kan kutte kostnader med 20 prosent innen 2021*. Hentet Mai 02, 2022 fra [Fremtidensbygg.no: https://www.fremtidensbygg.no/byggebransjen-kan-kutte-kostnader-med-20-prosent-innen-2021/](https://www.fremtidensbygg.no/byggebransjen-kan-kutte-kostnader-med-20-prosent-innen-2021/)
- BEAst. (2022). *BEAst Label*. Hentet April 21, 2022 fra [beast.se: https://beast.se/standarder/beast-label/](https://beast.se/standarder/beast-label/)
- Bimverdi. (2017, Juli 31). *Bimverdi.no*. Hentet fra [ÅpenBim: https://bimverdi.no/explandict/apenbim](https://bimverdi.no/explandict/apenbim)
- BNL. (2017). *Digitalt Veikart*.
- BNL. (2020, Oktober 13). *Digitalt veikart 2.0*. Hentet Mars 15, 2022 fra [bnl.no: https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/digitalt-veikart-bae.pdf](https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/digitalt-veikart-bae.pdf)
- Boligprodusentene. (2022, Januar 20). *Oppsummering av nyboligmarkedet i 2021*. Hentet fra [Boligprodusentene.no: https://www.boligprodusentene.no/artikkelarkiv/oppsummering-av-nyboligmarkedet-i-2021/](https://www.boligprodusentene.no/artikkelarkiv/oppsummering-av-nyboligmarkedet-i-2021/)
- Buildingsmart. (2017, April 19). *buildingSMART Dataordbok*. Hentet fra [arkiv.buildingsmart.no: https://arkiv.buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-dataordbok](https://arkiv.buildingsmart.no/hva-er-apenbim/bs-dataordbok)
- Byggforsk, S. (2022, Januar). *Programmering av byggeprosjekter*. Hentet April 19, 2022 fra [byggforsk.no: https://www.byggforsk.no/dokument/2766/programmering_av_byggeprosjekter](https://www.byggforsk.no/dokument/2766/programmering_av_byggeprosjekter)
- Deloitte. (2017). *Technology budgets: From value preservation to value creation*. Deloitte Insights.
- Deltek. (2022, April 14). *Digital Transformation in Architecture, Engineering and Construction: 5 Steps to Success*. Hentet fra [Deltek.com: https://info.deltek.com/Digital-Transformation-AEC](https://info.deltek.com/Digital-Transformation-AEC)
- DIBK. (2022, April 14). *TEK17 § 1-3. Definisjoner*. Hentet fra <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-3/>

7. REFERANSER

- Dokka, Å. G. (2018, April 23). *Mindre vanlig å eie bolig blant økonomisk utsatte grupper*. Hentet Mars 13, 2022 fra ssb.no: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/mindre-vanlig-a-eie-bolig-blant-okonomisk-utsatte-grupper>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Lee, G. (2018). *BIM Handbook. I A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. John Wiley & Sons Inc.
- EG Norge. (2018). *NeB Supply Material - elektronisk samhandling i praksis*. EG Norge. Hentet fra https://byggjeneste.no/wp-content/uploads/Elektronisk-samhandling-i-praksis-NeB-Supply-Material-Helge-Kokslien-dag_2.pdf
- Eikeland, P. T. (2001, August 20). *Teoretisk analyse av byggeprosesser*. Hentet Februar 20, 2022 fra prosjektnorge.no: <http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/362/samspillet-i-byggeprosessen-eikeland.pdf>
- Finansleksikon. (2022, April 14). *Arbeidsproduktiviteten*. Hentet fra finansleksikon.no: <https://finansleksikon.no/formelsamling/a/arbeidsproduktiviteten>
- Franz, B., & Messner, J. (2019, Mai). Evaluating the Impact of Building Information Modeling on Project Performance. *Journal of Computing in Civil Engineering*.
- Gartner. (2021). *The IT Roadmap for Digital Business Transformation*.
- Grong, L. K. (2013). *BIM i produksjon*. NTNU.
- Handelens Digitale Arbeidsgruppe. (2017). *Den digitale motorveien er etablert!*
- Holte. (2020, Mars 18). *Holte har fått EG som ny sterk eier*. Hentet April 21, 2022 fra holte.no: <https://holte.no/holte-har-fatt-eg-som-ny-sterk-eier/>
- Jacobsen, D. I. (2005). *Kvalitative intervjuer og observasjon*. Hentet Mars 20, 2022 fra uio.no: https://www.uio.no/studier/emner/jus/afin/FINF4002/v09/undervisningsmateriale/metodeforelesning2_tranvik.pdf
- Jones, K. (2021, Mars 4). *Breaking Down the Principles of Lean Construction*. Hentet fra constructconnect.com: <https://www.constructconnect.com/blog/breaking-principles-lean-construction>
- Kelly, D., & Ilozor, D. B. (2016, Juli). A Quantitative Study of the Relationship between Project Performance and BIM Use on Commercial Construction Projects in the USA. *International Journal of Construction Education and Research*, ss. 3-18.
- Kommunal- og Moderniseringsdepartementet. (2014). *Grad av utnytting*. Oslo.
- Kommunett. (2022, April 14). *Digital modenhet*. Hentet fra Kommunett.no: <https://www.kommunett.no/strategi/digital-modenhet>
- Kristensen, K. H. (2016). *Veileder – LEAN I BYGGEPROSJEKT*. WSP.

7. REFERANSER

- Lawlor, A. (1985). *Productivity Improvement Manual*. Hentet Mars 06, 2022 fra archive.org: <https://archive.org/details/productivityimpr0000lawl/page/20/mode/2up?q=factors&view=theater>
- Lean Construction Institute. (2018, Juni 18). THE BUSINESS CASE FOR LEAN CONSTRUCTION...THERE IS A BETTER WAY! Lean Construction Institute.
- McGraw Hill Construction. (2012). *The business value og BIM for construction in North America*.
- Mestergruppen. (2022). Industriell verdikjede. Mestergruppen.
- Mestergruppen. (2022). *Om oss*. Hentet Februar 19, 2022 fra mestergruppen.no: <https://mestergruppen.no/om-mestergruppen/>
- Mestergruppen. (2022). *Våre verdier*. Hentet Februar 19, 2022 fra mestergruppen.no: <https://mestergruppen.no/om-mestergruppen/vaare-verdier/>
- MGarkitekter. (2022, April 17). *Om oss*. Hentet fra mgarkitekter.no: <https://mgarkitekter.no/>
- Netsuite. (2022). *What is CRM?* Hentet April 14, 2022 fra Netsuite.com: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/crm/what-is-crm.shtml>
- Netsuite. (2022). *What is ERP*. Hentet April 14, 2022 fra Netsuite.com: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/what-is-erp.shtml>
- Nilsen, P. Å. (2017). *Digitalisering*. Universitetet i Agder. Hentet Mars 23, 2022 fra <https://uia.brage.unit.no/uia-xmlui/bitstream/handle/11250/2455388/Nilsen%20Patricia%20c3%85sb%c3%b8.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NOBB. (2022, April 17). *NOBB for utførende*. Hentet fra Nobb.no: <https://www.nobb.no/Innhold/NOBB%20for%20utf%C3%B8rende>
- Norconsult. (2022). *Norconsult.no*. Hentet April 23, 2022 fra VDC: <https://www.norconsult.no/kompetanse/fag-og-tjenester/vdc/>
- Nordic bim group. (2022). *Building information modeling*. Hentet April 18, 2022 fra nordicbim.com: <https://www.nordicbim.com/no/alt-om-bim-bygningsinformasjonsmodellering-fra-vugge-til-grav>
- Norgeshus. (2019). *NORGESHUS - LEDENDE PÅ DIGITALISERING AV BYGGEPROSESSEN*. Hentet fra bygg21magasin.no: https://bygg21magasin.no/?page_id=1362
- Normann, T. M. (2010, Juni 21). *Inntekter og boligutgifter vokser i takt*. Hentet Mars 13, 2022 fra ssb.no: <https://www.ssb.no/inntekt-og-forbruk/artikler-og-publikasjoner/inntekter-og-boligutgifter-vokser-i-takt--31134>
- NRS Norge. (2022). *Logistikk*. Hentet April 21, 2022 fra nrsas.no: <https://nrsas.no/logistikk/>

7. REFERANSER

- Pandey, B. (2017, Mai 04). *History of BIM*. Hentet fra [onlinebimeducation.com](https://onlinebimeducation.com/2017/05/04/history-of-bim/): <https://onlinebimeducation.com/2017/05/04/history-of-bim/>
- Pedersen, R. (2022, Januar 13). *Slik gikk det med boligprisene i 2021*. Hentet Mars 13, 2022 fra [smartepenger.no](https://www.smartepenger.no): <https://www.smartepenger.no/105-kalkulator/96-bolig/3686-boligprisene-i-2021>
- Pihl, R. (2019, Desember 17). *Just-in-time*. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/Just-in-time>
- Porter, M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. Hentet Mars 06, 2022 fra hbr.org: <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>
- Produktivitetskommisjonen. (2015). *Produktivitet – grunnlag for vekst og velferd*. Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/ef2418d9076e4423ab5908689da67700/no/pdfs/nou201520150001000dddpdfs.pdf>
- Prosjektnorge. (2018, Mars 22). *Forskningsrapport: INPRO - Økt kompleksitet, nye krav til energi og bærekraft, samt ny teknologi er en utfordring for produktivitet og kvalitet*. Hentet April 20, 2022 fra [prosjektnorge.no](https://www.prosjektnorge.no): <https://www.prosjektnorge.no/okt-kompleksitet-nye-krav-til-energi-og-baerekraft-samt-ny-teknologi-er-en-utfordring-for-produktivitet-og-kvalitet-se-forskningsrapport/>
- Prosjektnorge. (2020, Desember). *Måle effekter av digitalisering i den norske byggenæringen - Presentasjon*. Hentet fra <https://www.prosjektnorge.no>: <https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2020/12/Presentation-Male-effekter-av-digitalisering-i-BAE-naeringa-2.pdf>
- Rolstadås, A. (2020, April 12). *Prosjekt*. Hentet April 19, 2022 fra snl.no: <https://snl.no/prosjekt>
- Rolstadås, A. (2021, November 8). *Prosjektledelse*. Hentet April 20, 2022 fra snl.no: <https://snl.no/prosjektledelse>
- Rolstadås, A., Olsson, N., Johansen, A., & Langlo, A. (2020). *Praktisk prosjektledelse*. Fagbokforlaget.
- Sander, K. (2020, Februar 06). *Prosjektnedbrytning - WBS*. Hentet fra estudie.no: <https://estudie.no/prosjektnedbrytning/>
- Sander, K. (2022, Mars 03). *Forskningsdesign*. Hentet Mars 20, 2022 fra estudie.no: <https://estudie.no/hva-er-forskningsdesign/>
- Sintef. (2007, August 15). *OPTILOG 2*. Hentet April 24, 2022 fra [sintef.no](https://www.sintef.no): <https://www.sintef.no/projectweb/optilog-2/om-prosjektet/>
- SINTEF. (2008). *Industrialisering og systematisering av boligbyggproduksjon*. SINTEF Byggforsk.
- SINTEF. (2021). *Digital samhandling og datadeling i bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen*. Oslo.

7. REFERANSER

- SINTEF. (2022, April 14). *Digitalisering*. Hentet April 14, 2022 fra Sintef.no: <https://www.sintef.no/felles-fagomrade/digitalisering/>
- SINTEF Byggeforsk. (2007). *Effektivitetsanalyse av byggeprosjekter*. SINTEF.
- Skanke, H. (2021). *Hvordan øke bruken av eksisterende?* NTNU. Hentet 04 01, 2022 fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2831551/no.ntnu%3Ainspera%3A80598430%3A15701347.pdf?sequence=1>
- SNL. (2019, November 11). *Informasjons og kommunikasjonsteknologi*. Hentet April 23, 2022 fra snl.no: https://snl.no/informasjons-_og_kommunikasjonsteknologi
- SNL. (2022, April 14). *Digitalisering*. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/digitalisering>
- SNL. (2022, April 14). *Produktivitet*. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/produktivitet>
- SNL. (2022, April 16). *Prosjektstyring*. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/prosjektstyring>
- Spurkeland, E. (2021, November 7). *Logistikk*. Hentet fra snl.no: <https://snl.no/logistikk>
- Standard Norge. (2018). *NS-EN ISO 19650-1:2018: Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) - Informasjonsforvaltning med BIM*. Standard Norge.
- Standard Norge. (2020). *BIM: Behov for kontraktsreguleringer og generell standardisering*.
- Stave, T. K. (2021, Februar 10). *Sanners løsning på boligprisveksten: – Det må bygges flere boliger*. Hentet Mars 13, 2022 fra e24.no: <https://e24.no/privatoekonomi/i/Blb07w/sanners-loesning-paa-boligprisveksten-det-maa-bygges-flere-boliger>
- Stoyanova, M. (2020, Februar). Good Practices and Recommendations for Success in Construction Digitalization. *TEM Journal. Volume 9, Issue 1*, ss. 42-47.
- Swensson, S. C., & Vågshaug, M. (2018). *Informasjonsflyt på byggeplassen*. NTNU.
- Todsén, S. (2018, Januar 18). *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. Hentet Mars 05, 2022 fra ssb.no: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>
- Turk, Ž. (2021, Mai 17). Structured analysis of ICT adoption in the European construction industry. *International Journal of Construction Management*.
- Valence, G. D., & Best, R. (2002). *Design and Construction: Building in Value*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Veidekke. (2013, September 13). *Lean Construction og Innvolverende planlegging. Lean Construction og Innvolverende planlegging - Hva er det og hva gjør vi?* Oslo: IGLC 2014.

7. REFERANSER

Veidekke. (2014, Mars 21). Management of the Construction Process, from the perspective of Veidekke.

VEDLEGG

Vedlegg A - Oppgavetekst, 3 sider

Vedlegg B - Intervjuguide småhusentreprenører, 3 sider

Vedlegg C - Intervjuguide huskjeder, 3 sider

Vedlegg D - Referater småhusentreprenører, 54 sider

Vedlegg E - Referater huskjeder, 12 sider

Vedlegg F - Referater større aktører, 12 sider