

Kvalitetsutvikling i boligproduksjon



KINE MARLEN EVENSEN

Veileder:
Rein Terje Thorstensen

Universitetet i Agder 2019
Fakultet for Teknologi og realfag
Institutt for Ingeniørvitenskap

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"> - ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands. - ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt. - ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt. - har alle referansene oppgitt i litteraturlisten. - ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse. 	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å betrakte som fusk og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§ 31.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert.	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at Universitetet i Agder vil behandle alle saker hvor det foreligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk.	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider.	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven. §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage Aura og på UiA sine nettsider med forfatter(ne)s godkjenning.

Opgaver som er unntatt offentlighet eller taushetsbelagt/konfidensiell vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Universitetet i Agder en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

JA NEI

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

JA NEI

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

JA NEI

Er oppgaven unntatt offentlighet?

JA NEI

(inneholder taushetsbelagt informasjon. Jfr. Offl. §13/Fvl. §13)

1 Forord

Denne masteroppgaven er skrevet våren 2019 og utgjør totalt 30 studiepoeng. Oppgaven markerer avslutningen på min sivilingeniørutdanning i bygg ved Universitetet i Agder.

I høstsemesteret 2018 hadde jeg et forprosjekt tilsvarende 30 studiepoeng, som omhandlet industrialisering av trehusbygging i Norge. Formålet var å bygge kunnskap om trehus bygget etter tradisjonell byggemetode og ved benyttelse av prefabrikking i ulike grad. Videre var fokus å innhente informasjon om fordeler og ulemper ved metodene. Det tydeligste og mest fremtredende funnet var tidsbesparelse knyttet til bruk av prefabrikking.

I masteroppgaven min synes jeg det derfor ville være av interesse å undersøke hvorvidt kvaliteten på bygg opprettholdes uavhengig av redusert tidsbruk. Byggfeil, avvik, årsak til avvik og konsekvens ble derfor sentrale temaer.

Det overordnede teamet i masteroppgaven henger sammen med forprosjektet, men ny informasjon skulle hentes inn og jeg vil derfor si at læringskurven også dette semesteret har vært bratt. Når det gjelder den akademiske delen om å skrive oppgave, har det vært en særdeles lærerik prosess.

Det er flere personer som har veiledet, hjulpet og støttet meg underveis i min ferdigstilling av masteroppgave.

Jeg ønsker derfor å takke min veileder, Rein Terje Thorstensen for god og konstruktiv tilbakemelding.

Det rettes også stor takk til alle informanter som stilte til disposisjon og gav uvurderlige bidrag.

Videre ønsker jeg å takke venner og familie som har støttet meg i min prosess i å fullføre min mastergrad.

2 Summary

This Master's thesis is about pre-fabricated exterior wall elements and which common construction errors are reported related to this in the construction process and in hand-over.

This thesis has looked at which construction processes lay the foundation for construction errors, consequences of these deviations and opportunities to avoid these construction errors in the future.

There is a recurring theme from theory, developer and project managers and it is the importance of a precise and solid design phase.

Several of the errors that respondents reported had its basic errors in inadequate design phase. This corresponds to theory which says that nearly 50% of all construction damage is due to the design phase. Either errors in the design phase or/and design omissions. This is the phase which has the largest potential for improvement to prevent construction errors and lays the foundation for how the rest of the production proceeds and whether a project is performed successfully.

Construction errors in this case-study shows that the design phase amounts to about 47% collectively in the 3 cases and is the phase with the most reported errors. The design phase is also responsible for the most reported errors in two out of three cases alone.

To avoid this, transference of experience, learning from past mistakes, good interaction at all levels and deadlines that are observed is essential. A careful and precise design phase will reduce uncertainty, improve quality and therefore increase the collective performance in construction projects. This demands a good administration of these phases.

A better design phase will give a result with fewer deviations and in that way increase the value for the entrepreneur and the user.

3 Innholdsfortegnelse

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring.....	ii
Publiseringsavtale.....	iii
1 Forord.....	iv
2 Summary.....	v
3 Innholdsfortegnelse.....	vi
4 Tabell.....	ix
5 Figurliste.....	x
6 Innledning.....	1
7 Samfunnsperspektiv.....	2
8 Teori.....	3
8.1 Generelt om gjennomføring av bygg og anleggsarbeid i Norge.....	3
8.2 Tradisjonell plassbygging.....	3
8.3 Prefabrikasjon.....	3
8.3.1 Prefabrikkerte ytterveggselementer.....	4
8.4 Reglement av prefabrikkerte moduler og elementer.....	4
8.5 Gjennomføringsmodell.....	4
8.5.1 Kalkulasjon og tilbudsfase.....	5
8.5.2 Kontrahering.....	5
8.5.3 Prosjektering.....	5
8.5.4 Produksjon.....	6
8.5.5 Transport og montasje.....	6
8.5.6 Sluttkontroll og overlevering.....	7
8.5.7 Reklamasjon.....	7
8.6 Perspektiv.....	7
8.6.1 Menneskelig - Det utøvende perspektivet.....	7
8.6.2 Prosjektperspektiv.....	8
8.7 Styringssystem.....	8
8.8 Byggskader.....	9
8.9 Inndeling av skader etter skadested på konstruksjonsdel.....	9
8.9.1 Fukt.....	10
8.9.2 Klimaskjerm-yttervegger.....	11
8.10 Skyldspørsmål.....	12
8.11 Når oppdages feil.....	13
8.12 Reklamasjon.....	13

8.12.1	Reklamasjonsrett.....	14
8.13	Overtagelse.....	14
8.13.1	Sjekkliste ved overtagelse.....	15
8.13.2	NS8430-Overtakelse av bygg og anlegg.....	17
8.13.3	Ettårsbefaring.....	18
8.14	Informasjonsoverføring.....	18
8.15	Menneskelige barrierer.....	19
9	Forskerspørsmål.....	21
10	Case/Materialer.....	22
11	Metode.....	23
11.1	Strategi.....	23
11.2	Litteraturstudie.....	24
11.3	Casestudie.....	24
11.4	Kriterier til valg av case.....	25
11.5	Kvalitativ tilnærming som metode.....	25
11.6	Intervjuguide.....	25
11.7	Intervju og gjennomføring.....	25
11.8	Kildekritikk.....	27
11.9	Metodekritikk.....	28
12	Resultat.....	29
12.1	Presentasjon av casestudiene.....	29
12.2	Case 1-Byggherres perspektiv (utbygger).....	29
12.2.1	Prosjektet generelt.....	29
12.2.2	Gjennomføring.....	29
12.2.3	Samarbeid.....	30
12.2.4	Overtagelse.....	30
12.2.5	Oversikt over avvik.....	30
12.3	Case 2-Prosjektleders perspektiv.....	32
12.3.1	Prosjektleders bakgrunn.....	32
12.3.2	Prosjektet generelt.....	32
12.3.3	Gjennomføring.....	32
12.3.4	Samarbeid.....	32
12.3.5	Avvik og faseårsak.....	32
12.3.6	Oversikt over avvik.....	33
12.4	Case 3-Prosjektleders perspektiv.....	36
12.4.1	Prosjektleders bakgrunn.....	36

12.4.2	Prosjektet generelt.....	36
12.4.3	Gjennomføring.....	36
12.4.4	Samarbeid.....	37
12.4.5	Avvik og faseårsak.....	37
12.4.6	Oversikt over avvik.....	37
12.5	Forebyggende tiltak	39
12.6	Fremstilling av total årsaksfordeling av casestudien.....	42
13	Diskusjon.....	43
13.1	Meldte avvik.....	43
13.1.1	Yttervegg.....	43
13.2	Årsaker til avvik.....	44
13.2.1	Prosjektering.....	44
13.2.2	Montasje/ Utførelse	47
13.2.3	Mangelfull informasjonsflyt.....	47
13.3	Hvordan ta lærdom	49
13.3.1	Avvikshåndtering.....	49
13.3.2	Prosjektering.....	50
13.3.3	Informasjonsflyt.....	51
14	Konklusjon.....	52
15	Anbefalinger.....	53
16	Referanser.....	54
17	Vedlegg.....	57
17.1	Møtereferat.....	57
17.2	Fremdriftsplan.....	57
17.3	Intervjuguide.....	57
17.4	Avvik.....	57
17.5	A3-Poster	57

4 Tabell

Tabell 12-1 Presentasjon av Case 1	29
Tabell 12-2 Meldte avvik Case 1	30
Tabell 12-3 Presentasjon Case 2	32
Tabell 12-4 Meldte avvik Case 2	33
Tabell 2-5 Presentasjon Case 3	36
Tabell 12-6 Meldte avvik Case 3	37

5 Figurliste

Figur 8-1 Innhold i produktdokumentasjon	4
Figur 8-2 Faseinndeling ved totalentreprise	5
Figur 8-3 Oversikt over ulike perspektiver og tilhørende prosesser [19]	8
Figur 8-4 Innhold i styringssystem [15].....	8
Figur 8-5 Oversikt over aktører som har sjekklister [15].....	9
Figur 8-6 Inndeling av byggskader [2].....	9
Figur 8-7 Skadefordeling på konstruksjonsdel [2].....	10
Figur 8-8 Oversikt over skadeilder [2].....	11
Figur 8-9 Vanligste skader på yttervegg mot terreng, og under terreng [2].....	12
Figur 8-10 Oversikt over hvilken fase som er årsak til byggskader [2]	13
Figur 8-11 Ulike reklamasjonsmuligheter [28].....	14
Figur 8-12 Forbrukeren rettigheter [24]	14
Figur 8-13 8.13 Overtagelse [10]	15
Figur 8-14 De vanligste feilene på våtrom [2]	16
Figur 8-15 Sjekkliste ved overtagelse [24].....	17
Figur 8-16 Ulike overtagelsesblanketter [30].....	18
Figur 8-17 Manglende informasjonsoverføring.....	19
Figur 11-1 Intervjuprosess [33].....	26
Figur 12-1 Meldte feil og faseårsak.....	31
Figur 12-2 Årsaksfordeling Case 1.....	31
Figur 12-3 Meldte feil og faseårsak- Case 2.....	34
Figur 12-4 Årsaksfordeling Case 2.....	34
Figur 12-5 Eks på for små utsparringer	35
Figur 12-6 Eks på dårlig tettingsarbeid. Her satt for lavt	35
Figur 12-7 Meldte feil og faseårsak- Case 3.....	38
Figur 12-8 Årsaksfordeling Case 3.....	38
Figur 12-9 Feste av vinkler (tettingsarbeid) og utvendig komplementeringsarbeid.....	39
Figur 12-10 Eks på innvendig komplementeringsarbeid.....	39
Figur 12-11 Påvirkningsmulighet satt opp mot priskonsekvens [31]	40
Figur 12-12 Total årsaksfordeling- Casestudie	42
Figur 13-1 Oversikt over hvor grunnlaget for byggskade oppstår fra casestudie	45

6 Innledning

Bakgrunn for valgt tema er underlagt valgt tema i forprosjekt. Forprosjektet ble gjennomført høstsemesteret 2018 og bestod av totalt 30 studiepoeng. Forprosjektet omhandlet industrialisering av trehusbygging i Norge.

Økt etterspørselsvekst på næringsbygg og boliger har resultert i behov for effektivisering i byggeprosessene og byggeproduksjon. Målet i forprosjektet var å bygge kunnskap om hvilke fordeler en industrialisert byggeproduksjon vil kunne føre til.

Begreper som Off-site fabrikasjon, prefabrikasjon, pre-montasje og modularisering er en del av det brede spekteret av innovative moderne teknikker som er tilgjengelig for kundene, utviklere og prosjektledere som søker større kostnadseffektivitet i byggeprosjekter.

Det mest fremtredende funnet i forprosjektet var tidsbesparelsen ved benyttelse av moduler eller elementer. I masteroppgaven var derfor av interesse å undersøke hvilke kvaliteter boliger bygget prefabrikkert har ved overlevering, og hvilke avvik som melder seg underveis i byggeprosjektet.

Et annet interessant funn jfr. kap. «Industriell byggproduksjon» i forprosjekt, var at benyttelse av prefabrikering kunne føre til at prosjekteringsfasen kunne bli noe lettere. Dette på grunn av at kravspesifikasjoner og beslutninger som skulle tas av prosjekterende og sluttkunde måtte tas tidligere da produksjonsdato settes og skal fastholdes. Dette var ikke noe jeg fikk anledning til å følge opp videre i forprosjekt og er derfor av interesse i masteroppgaven.

Videre ble gjennomføringsfaser og hvilke faser som la grunnlag for flest meldte avvik i byggeprosjektet sentralt. Etter litteraturstudie viste en rapport fra 1994 at prosjekteringsfasen ligger høyest av gjennomføringsfasene med 40% av grunnlag for byggfeil [1]. Dette er en noe eldre publikasjon, men *Byggforsk* sin rapport fra 2010 hvor studien strakk seg fra 1993-2002 viser at prosjekteringsfasen fortsatt er størst med så mye som 40% [2].

Dette viser at gjennomføringsfaser, her prosjekteringsfase fortsatt er et område av stor relevans og aktualitet.

Ved å utføre casestudie av 3 prosjekter, med intervju av prosjektledere var formålet og få oversikt over hvilke avvik som er meldt relatert til ytterveggselementer, hvorfor de meldte avvikene oppstod og se om avvikene kunne plasseres til spesifikke faser i gjennomføringen. Videre var målet og undersøke hva som kan forebygge slike avvik i fremtiden.

7 Samfunnsperspektiv

I Norge ligger kostnader knyttet til utbedring av bygg på ca. 4 % (+/-2 %) av årlig investeringskostnader knyttet til nybygg [2]. Når det gjelder kostnad knyttet til reparasjon eller utbedring av feil ligger det på ca. 5 %. Dette gjelder da utbedringer i ferdigstilte og overleverte nybygg [2, 3].

Sammenlagt kan det derfor sies at byggenæringen kan potensielt spare 7-11 % av årlig netto byggproduksjon [2].

Byggskader har ikke konsekvenser bare for bruker og aktørene som har ansvar for prosjektet. Det rammer også forsikring, finans og samfunn [4].

Boliger som bygges konkurrer ofte ikke på kvalitet, men heller på pris. Eiendomsutviklere som bestiller inkludere ikke levetid- eller brukerperspektiv og dette er en svakhet i byggenæringen [5].

Kunnskap om prosessrelaterte¹ byggskader vil derfor kunne føre til samfunnsøkonomiske besparelser i milliardklassen samt øke kvalitet og produktivitet [6].

Et overordnet mål er godt beskrevet av BYGG21:

«Aktører i norsk bygg- og eiendomsnæring har en felles målsetning om å utvikle og levere bygg med best mulig kvalitet til lavest mulig kostnad. Myndigheter og næringen trenger et felles målbilde som møter morgendagens utfordringer og muligheter [4]».

¹ Skader som skyldes mangelfull bygging og feil utført utbedring
[2] S. Byggforsk. (2010, 03.03.2019). *Byggskader. Oversikt* [Online]. Available:
https://www.byggforsk.no/dokument/629/byggskader_oversikt#i826

8 Teori

I dette kapitlet presenteres relevant teori for valgt problemstilling/forskerspørsmål. Oppgaven omhandler prefabrikkerte ytterveggselementer, meldt avvik i byggeprosessen og hvilke gjennomføringsfaser som legger grunnlag for meldt avvik/byggfeil.

8.1 Generelt om gjennomføring av bygg og anleggsarbeid i Norge

Alle aktører som planlegger eller har et ønske om å utføre bygg eller anleggsarbeid i Norge må følge Norsk lov og forskrift. Dette gjelder Plan og bygningsloven, byggesaksforskriften og teknisk forskrift (TEK) [7].

Byggherre² er organet som har det overordnende ansvaret for å presisere hva som skal leveres som sluttprodukt og hvilke funksjoner dette skal ha. Dersom totalentreprenøren³ har innvending eller et annet ønske om hva som skal leveres skal det komme frem i tilbudsbrev av hva som ikke vil oppfylle byggherrens ønsker eller krav [9].

8.2 Tradisjonell plassbygging

Dette er en metode hvor materialene blir fraktet til byggeplass, hvor de på stedet kappes og sammenføres. Fordeler med denne metoden er at endringer og tilpasninger kjapt kan foretas dersom det skulle være nødvendig underveis i byggeprosjektet. Dette er en god metode dersom husformen er komplisert og/eller at løsningene ikke er så tradisjonelle.

En utfordring knyttet til denne metoden er at det krever god kompetanse i de utførene leddene, da konstruksjonsdetaljer ofte blir overlatt til entreprenør eller byggherre. Dette krever at de utførende har egenskap til å løse tekniske spørsmål som oppstår i byggeperioden. Jfr. Forprosjekt [10].

8.3 Prefabrikasjon

I byggebransjen vil prefabrikasjon innebære at ulike bygningsdeler blir dannet og produsert i fabrikk, altså "off-site". Det er ulike grader av prefabrikkering, men felles er at det produseres i forkant ved hjelp av informasjonsteknologi. Dette fører til reduksjon i arbeid på byggeplass. Prefabrikasjon kan betegne alt fra takstoler, innredning, trapper, enkeltkomponenter og selve huset. Innenfor prefabrikasjon er det både prekapp, elementer, moduler og seksjonshus [11].

Ved benyttelse av prefabrikkering kommer det frem at det er kostnadsreduksjon knyttet til design og konstruksjon ved at designdelen fjernes fra arkitekt og flyttes til produsent. På grunn av repetisjon av produksjon fører det til færre feil og defekter, avfall reduseres noe som bidrar for miljøet og siste men ikke minst reduksjon i byggetid. Jfr. Forprosjekt [12].

² Byggherre [8] M. Reusch. (2017). *tiltakshaver* [Online]. Available: <https://snl.no/tiltakshaver>

³ Entreprenøren som har ansvar både for prosjektering og utførelse. [7] C. A. o.

Entrepriserettsadvokater.no. (2018, 27.02.2019). *Viktige begreper og definisjoner i forbindelse med byggeprosjekter* [Online]. Available: <https://www.entrepriserettsadvokater.no/sameier-og-borettslag/viktige-begreper-og-definisjoner-i-forbindelse-med-byggeprosjekter/>

8.3.1 Prefabrikkerte ytterveggselementer

Åpne elementer

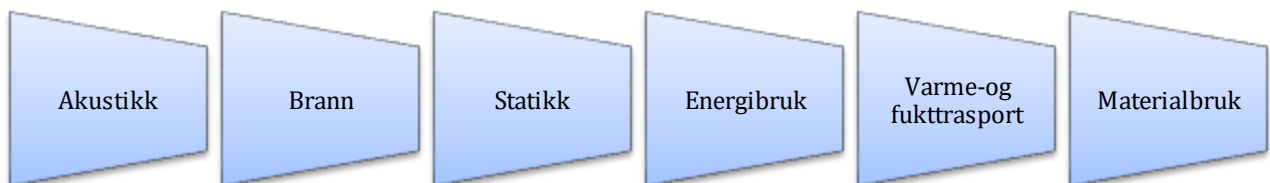
Åpne ytterveggselementer mangler innvendig kledning og innvendig isolasjon, men utvendig kledning, dører og vinduer er komplett. Dette gir rom for å legge inn føringer i f.eks. våtrom på selve byggeplassen. Ved benyttelse av denne type elementer monteres også dampsperran på etter monteringen av selve elementene. Slik unngår man skader på isolans, innvendige overflater og dampsperre i transport og i monteringsfase. Videre fører det til lettere sammenføyninger av elementene samt tettere skjøter i etasjeskille og mellom selve elementene. Jfr. Forprosjekt [10].

Lukkede elementer

Lukkede elementer leveres både med komplett utvendig kledning (med vinduer og dører) samt med komplett innvendig bekledning. Dette gir redusert byggetid, men skaper behov for nøyere detaljplanlegging. Det innebærer en mer varsom transport for å hindre transportskader, tilslutningsdetaljer og elementskjøter har behov for mer krevende løsninger samt at montasjen må foregå mer varsomt. Etter elementene er plassert suppleres det ofte med belistning og muligens overflatebehandling. Fordelene med denne metoden er at produksjonen er langt mer effektiv enn ved tradisjonell plassbygging samt at fuktskader reduseres da bygget lukkes kjappere. Jfr. Forprosjekt [10].

8.4 Reglement av prefabrikkerte moduler og elementer

Alle moduler og elementer som leveres i Norge, skal ha "SINTEF Teknisk Godkjenning". Dette innebærer produktdokumentasjon i henhold til Dokumentasjonsforskriften, og kontroll av selve produksjonsprosessen. Aspektene som tas i betraktning når en modul skal godkjennes og informasjonen som foreligger i dokumentene er som følger:



Figur 8-1 Innhold i produktdokumentasjon

Kravene som stilles til elementer og moduler avhenger av byggeprosjekt og bygningstype. Felles er at fabrikkproduksjonen overvåkes og er undergitt kvalitetskontroll. Reglement knyttet til byggeplass er underlagt byggesaksforskriften og byggteknisk forskrift [13].

8.5 Gjennomføringsmodell

Internt i byggeprosjekter er det ulike prosesser som gjennomføres. Hvilke faser som inkluderes avhenger av den entreprisformen som benyttes i prosjektet og av det enkelte entreprenørselskapet.

En generell faseinndeling i en totalentreprise⁴ er presentert nedenfor med hensyn på produksjon av ytterveggselementer i tre:



Figur 8-2 Faseinndeling ved totalentreprise

8.5.1 Kalkulasjon og tilbudsfase

Dette er den første fasen og det starter med en forespørsel fra kunde om å få ett tilbud på elementer til et bygg. Kunden som forespør gir ofte et grensesnitt, og det blir kalkulert deretter. Dette kan være alt fra kun yttervegger til totale leveringer med f. eks. yttervegger, innervegger, brannvegger, bjelkelag, balkonger, terrasser og tak. Dersom kunden ønsker endringer i tilbudet, blir det sendt ut et revidert tilbud eller en opsjon⁵ i eksisterende tilbud [15].

8.5.2 Kontrahering

Dersom kunden godtar tilbudet, blir det lagt opp en kontrakt basert på tilbudet og tidspunkt for levering. Her legges alt ved, inkludert tegninger, tilbud, fremdriftsplan osv. Når kontrakt er signert, blir kunde og utvalgt prosjektleder innkalt til et møte, der prosjektleder overtar prosjektet fra salg og opprettholder videre kontakt med kunde [15].

8.5.3 Prosjektering

I forkant av prosjektering er det en prosess også kalt briefing der kundene uttrykker å formulere sine ønsker og hvilke funksjoner produktet skal ha, og hvorfra prosjekteringsteamet utvikler sitt design. Briefing er et avgjørende stadium der ønsker er utforsket og verdsatt uttrykt [16].

Det skal foreligge tegninger, beskrivelser og beregninger av alt som skal utføres, det er dette som er innhold i prosjekteringen. Ingen arbeid iverksettes dokumentasjon på gjennomført prosjektering foreligger [7].

I prosjekteringsfasen har prosjektleder tatt over ledelsen for prosjektet. Prosjektleder gjør innkjøp av alt som må spesialbestilles som for eksempel vinduer, kledning, beslag, etc. Videre vil Konstruktør

⁴ Kontraktsform. Funksjonen er det sentrale. Totalentreprenør kan velge løsninger som gir lik funksjon [7] ibid.

⁵ Valgrett [14] Ø. T. U. i. Agder). (2019). *opsjon* [Online]. Available: <https://snl.no/opsjon>

tegne opp bygget i alle lag, fra reisverk og helt ut til kledning. De lager oppriss som blir levert gjennom et digitalt program til sag og til produksjonslinjene i fabrikk. Videre skal prosjektleder se til at alle tegninger og detaljer foreligger. Prosjektleder har ansvar for å få med seg endringer og avvik i prosjektperioden og har generell ledelse av prosjektet i alle faser fra prosjektering til overlevering [15].

Ifølge BYGG21:

«Forskjellen på et godt gjennomført prosjekt og et dårlig gjennomført prosjekt ligger i all hovedsak i hvordan det er planlagt og samordnet [4]».

8.5.4 Produksjon

Før produksjon vil alle parter bli innkalt til et møte for å gå gjennom bygget og tegninger sammen. Dette inkluderer leder for linjen i produksjon, monteringsleder, ansvarlig for transport og logistikk, teknisk leder, konstruktør og prosjektleder. Her vil det komme inn innspill i forbindelse med hvor elementene skal starte og slutte, i forbindelse med størrelse på ramme til transport, løsninger for overganger og detaljer.

Det første som skjer i selve produksjonene er at tegninger fra konstruktør går gjennom informasjonssystemet til sag, som deretter kapper etter tegningene. Det vil si at alt er ferdigkappet i riktige lengder og riktige dimensjoner når det skal settes sammen til f.eks. en vegg. Videre vil det som er kappet markeres med navn på vegg og hvilken del av veggen det er. Som f.eks. dersom det er en skråavstiver eller om det er utsparing for en drager, er det viktig at dette er markert slik at det ikke blir plassert feil.

Hver eneste stender og lekte er markert med riktig navn på tegningene. Videre blir dette levert til linjen som skal produsere. De har tegninger for reisverk, inndeling av fasade, vinduer osv. På linjene kan man rulle elementene til forskjellige stasjoner. Dvs. at én person starter med reisverk + gipsing og ruller deretter veggen til neste stasjon, hvor det vil foregå utlekting, innsetting av vindu og fasade osv. På noen stasjoner er det lasere, og her vil laserne vise nøyaktig fra tegningene hvor reisverk, kledning etc. skal ligge. Når elementet er ferdig, blir det plassert på en ramme, i en bestemt rekkefølge bestemt av monteringsleder [15].

8.5.5 Transport og montasje

Transport fra fabrikk til byggeplass er noe som kan by på en del utfordringer. I Norge er det fastsatte regler på kjøretøys lengde, bredde, totalvekt og hvor stor aksellast de kan ha. Dette er grunnet begrensninger på hva bruer og veier tåler av belastning

Maksimallengde for ett modulvogntog kan ikke overskride 25,5 meter og maksimal vekt er 60 tonn. Bredden er på transporten skal heller ikke overskride 2,5 meter [17].

Transport må bestilles, og ansvarlig for dette bestemmer størrelse på bil og hvilken type transport det skal være med tanke på ankomst til byggeplass [15].

Elementene heises på plass ved hjelp av heisekran, da er elementene utstyrt med heisbeslag, eller det kan heises på plass ved hjelp av nylonstroppe da er ikke beslagene nødvendige. Sammen med elementene ligger alle nødvendige detaljer som skal til for sammenkobling [18].

Elementer er utstyrt med forsterkende komponenter slik at de er egnet for både transport og løft. De forsterkende komponentene skal sikre formstabilitet. Andre elementer er utstyrt med OSB-plater eller kryssfinér bak gips på vegger for å hindre riss og sprekker. Det kan oppstå skader under løft på kledning eller vindu. Dette ansees som kosmetisk. Andre utfordringer er ofte knyttet til hvordan elementene skal ankomme tomten og plassering av løftekran. Sterk vind og kraftig nedbør forhindrer elementer i å bli kjørt ut og montert [13].

Ved monteringen av elementene skal bygget som er levert være klare for trykktesting. Når elementene er montert ferdig, går man videre over til komplettering av bygget. I kompletteringen vil bygget ferdigstilles for videre arbeid. I og med at alt er kappet og produsert i fabrikk på forhånd, vil det være lite avfall på byggeplass. Jfr. Forprosjekt. [15].

8.5.6 Sluttkontroll og overlevering

Ved sluttkontroll og overlevering sjekker prosjektleder eller annen ansvarlig at alt er som det skal. Dersom det er noen feil eller mangler, blir dette fikset opp i. Deretter er det overlevering av bygget, og prosjektleder går rundt i bygget sammen med den som er ansvarlig fra kunden og sjekker at det ikke er noen feil eller mangler. Dersom det er feil eller mangler, blir dette notert og rettet opp i fortløpende [15].

8.5.7 Reklamasjon

Den som er ansvarlig for reklamasjoner får informasjon om dette fra prosjektleder eller en annen ansvarlig person. Den ansvarlige for reklamasjoner drar deretter ut og reparerer det som er ødelagt/har mangler [15].

8.6 Perspektiv

8.6.1 Menneskelig - Det utøvende perspektivet

Som vist i figur 8-3 er det i denne modellen «neste steg», totalt 4 perspektiver. Eierperspektiv, brukerperspektiv, utøvende perspektiv og det siste er det offentlige perspektivet. I denne oppgaven vil perspektivet være hos de utøvende og er derfor dette perspektivet som det vil sees nærmere på.

Det utøvende perspektivet er de som har ansvar for utredning, prosjektering og bygging og er organisasjonen som hyres inn av byggherre (tiltakshaver). De har ansvar for prosjektgjennomføring. Videre har de et overordnet ansvar å se til at alle bærekraftsdimensjoner er ivaretatt. Dette gjelder miljø, økonomi og sosiale hensyn. For å få til dette må aktørene ha et langsiktig tidsperspektiv når det gjelder resultat. Innenfor det utøvende perspektivet er det stort fokus på å skape informasjonsflyt og sørge for et godt samarbeid mellom alle involverte parter [19].

Eierperspektivet:	Fokus: Hensikten med tiltaket – overordnede beslutninger Prosess: Fra markedspotensiale til inntjening Dokumentasjon: Forretningsplan
Brukerperspektivet:	Fokus: Effekten av tiltaket – løsnings egenskaper Prosess: Fra behov til effekt Dokumentasjon: Løsnings- og produktdokumentasjon
Utøvende perspektiv:	Fokus: Gjennomføring av prosjektet – produksjonsapparatet Prosess: Fra mobilisering til avslutning Dokumentasjon: Planer og prosessdokumentasjon
Offentlig perspektiv:	Fokus: Fellesskapets interesser i forhold til tiltaket Prosess: Rammer for tiltaket – tilsyn Dokumentasjon: Samsvarsdokumentasjon

Figur 8-3 Oversikt over ulike perspektiver og tilhørende prosesser [19]

8.6.2 Prosjektperspektiv

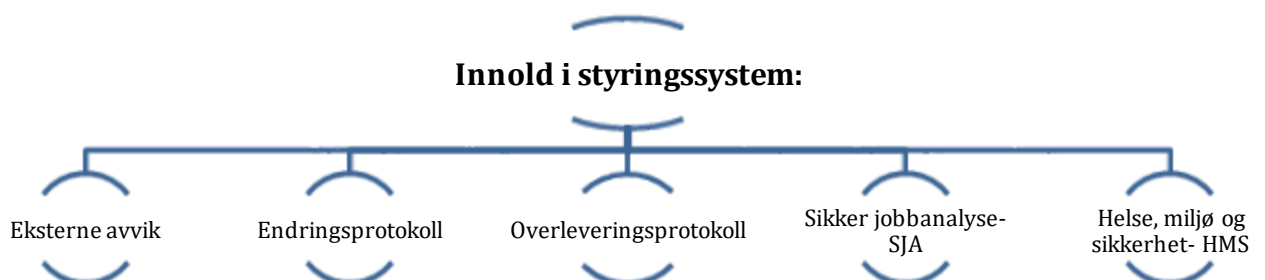
Når et prosjekt skal starte opp er et av de viktigste aspektene hvor lang tid prosjektet vil ta og estimert kostand for prosjektet. Ofte er anslagene som blir gjort for optimistiske og én av årsakene til dette har sitt grunnlag i et «inside»-perspektiv.

Prosjektet som startes opp blir sett på som unikt og isolert, ved å ha dette perspektivet tas ikke lærdom av andre like prosjekter med inn i betraktning.

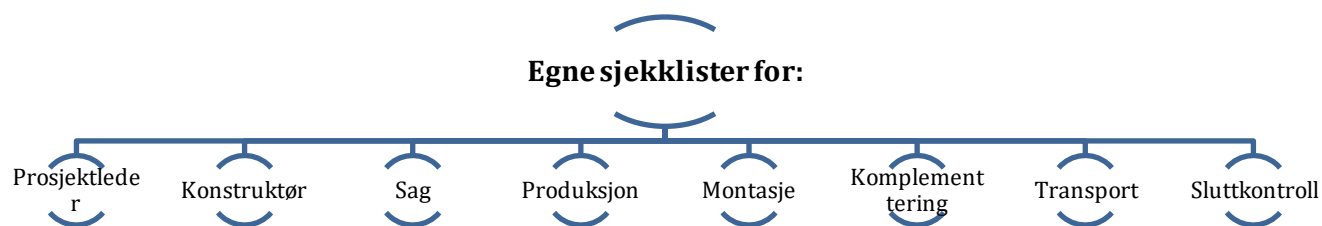
For å lykkes vil det være viktig å også ha et «utside»-perspektiv. Det vil si å se på liknende prosjekter som er gjort, og ta lærdom. Å veksle mellom disse to perspektivene kan gi gode estimater av både tid og pris [20].

8.7 Styringssystem

For å opprettholde gode rutiner benytter entreprenører seg av felles styringssystem på sine prosjekter. Hvilke styringssystem som benyttes avhenger av entreprenørselskap. Felles er at styringssystemet inneholder sjekklister, ulike skjemaer og rutiner for å opprettholde kvalitet [15].



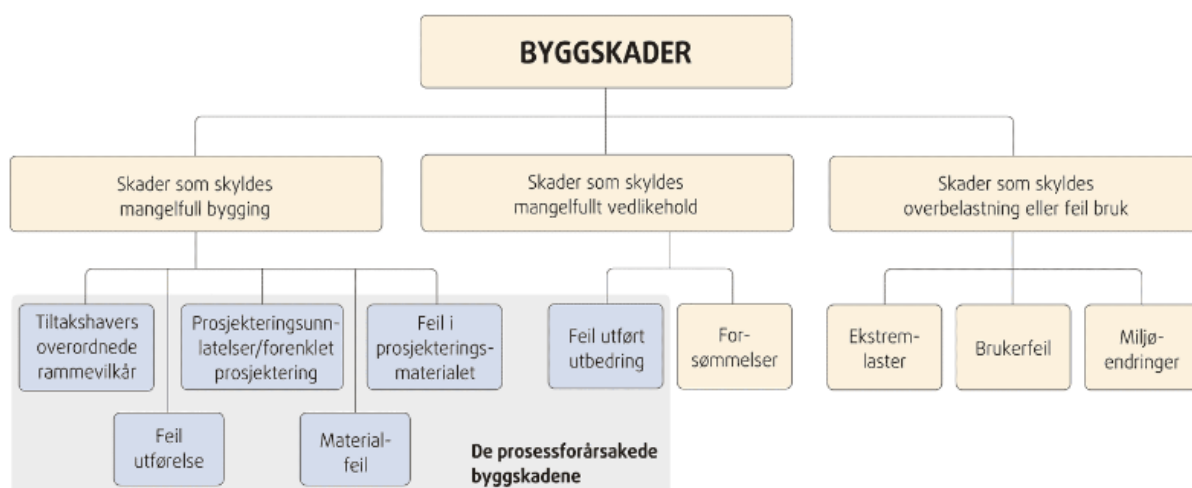
Figur 8-4 Innhold i styringssystem [15]



Figur 8-5 Oversikt over aktører som har sjekklister [15]

8.8 Byggskader

Byggskader kan kategoriseres som prosessforårsakede byggskader og skader som skyldes feil bruk eller overbelastning. Nedenfor presenteres en oversikt over de ulike skadegrupperingene:



Figur 8-6 Inndeling av byggskader [2]

I dette teorikapitlet og videre i oppgaven vil det være byggskader knyttet til de prosessforårsakede skader som undersøkes videre.

8.9 Inndeling av skader etter skadested på konstruksjonsdel

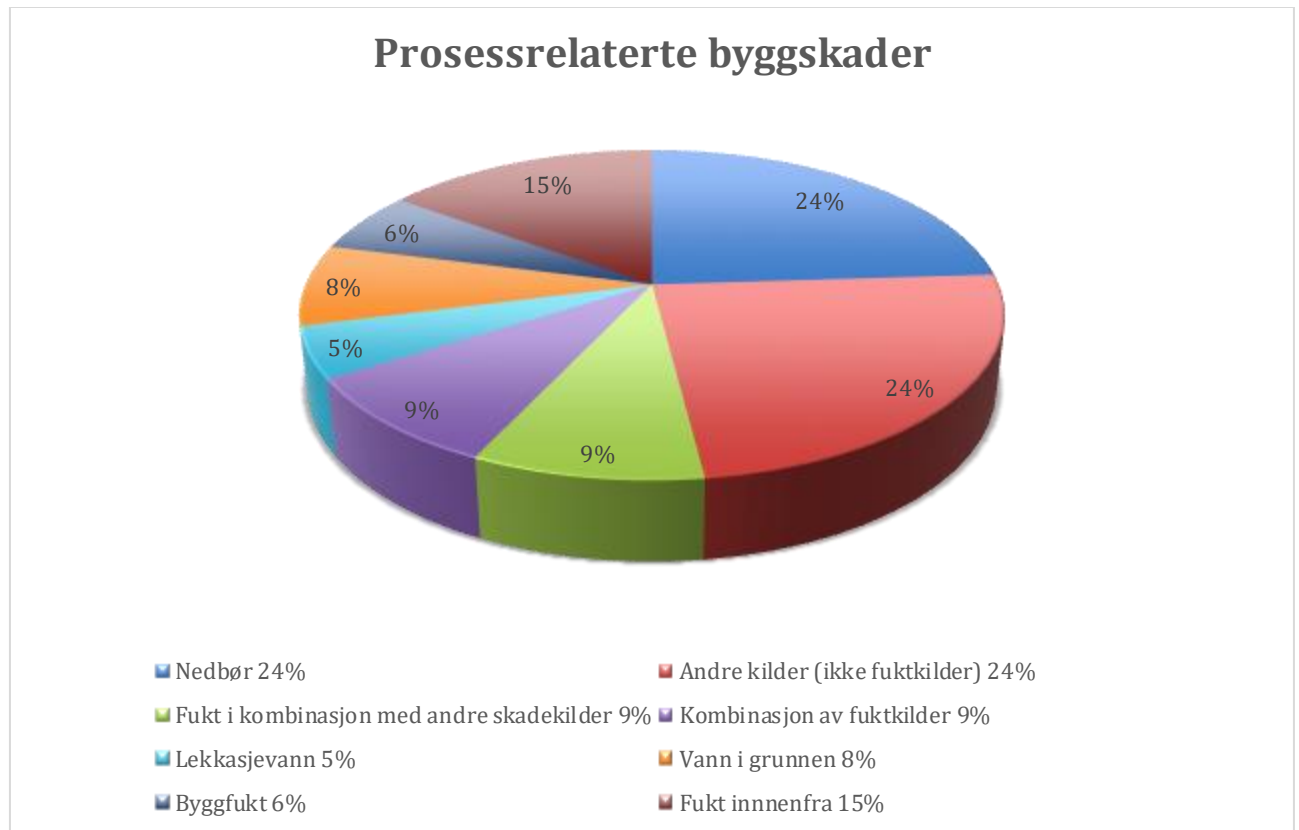
Bygningsdelen som er mest utsatt for skader er klimaskjerm, så mye som 66 %. Klimaskjerm innebærer yttervegger over terreng, tak, terrasse og andre konstruksjonsdeler mot terreng. Denne dataen er hentet fra *byggskadearkivet* og går fra 1993-2002. Nedenfor presenteres en oversikt [2].



Figur 8-7 Skadefordeling på konstruksjonsdel [2]

8.9.1 Fukt

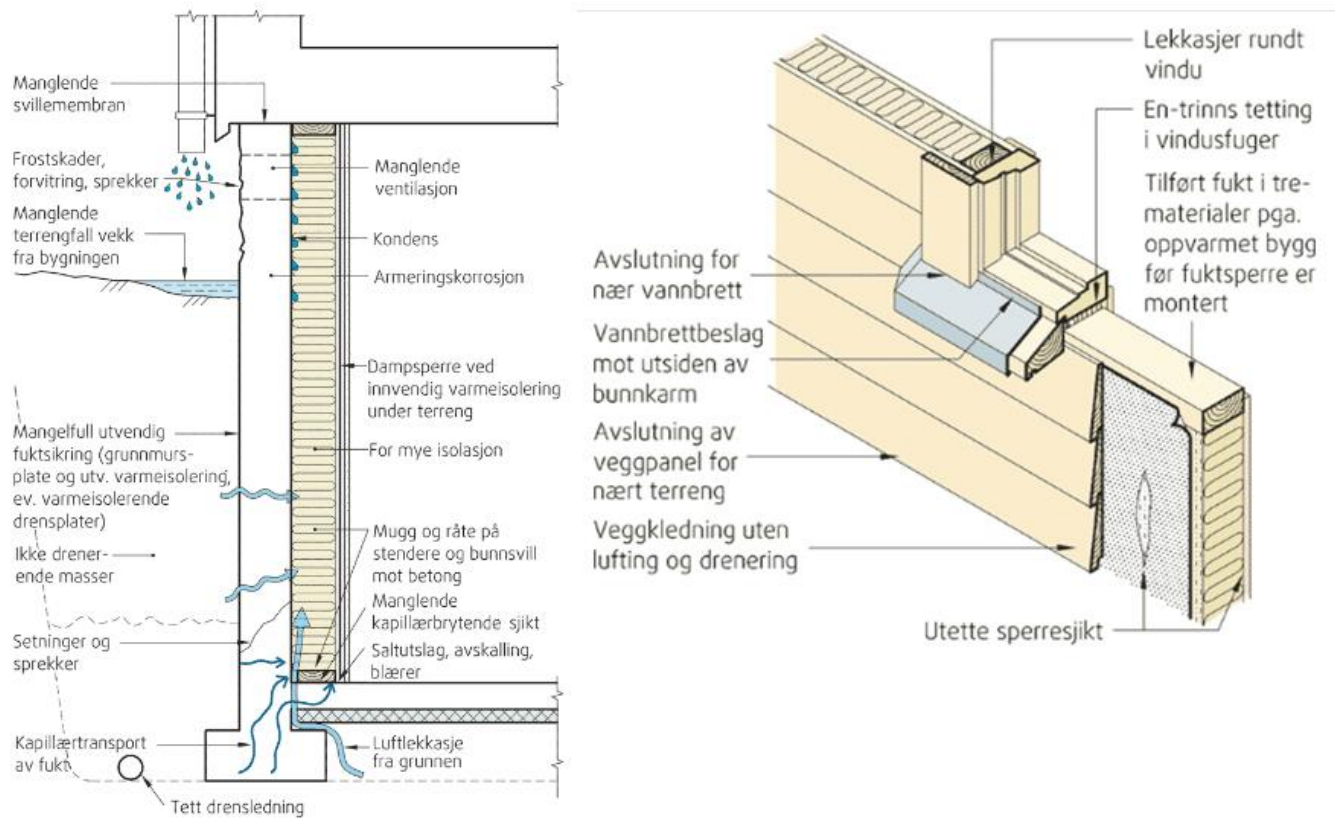
Innenfor de prosessrelaterte byggskadene er den største skadekilden fukt. Nedenfor presenteres de ulike fuktårsakene til byggskader relatert til prosess [2].



Figur 8-8 Oversikt over skadeilder [2]

8.9.2 Klimaskjerm-yttervegger

Årsaken til byggskade i yttervegg er blant annet at luftesjiktet bak panel blir blåst med isolasjon, som senere blir skadet av slagregn. Det kan være maling som flasser av enkelte steder pga. vann har trengt inn bak panel videre kan kledning av metall (vannbrett etc.) utsettes for korrosjon. Andre skadekilder kan være kuldebro og fukt i kledning, elementfuger som ikke er tette nok og mangelfull varmeisolering.



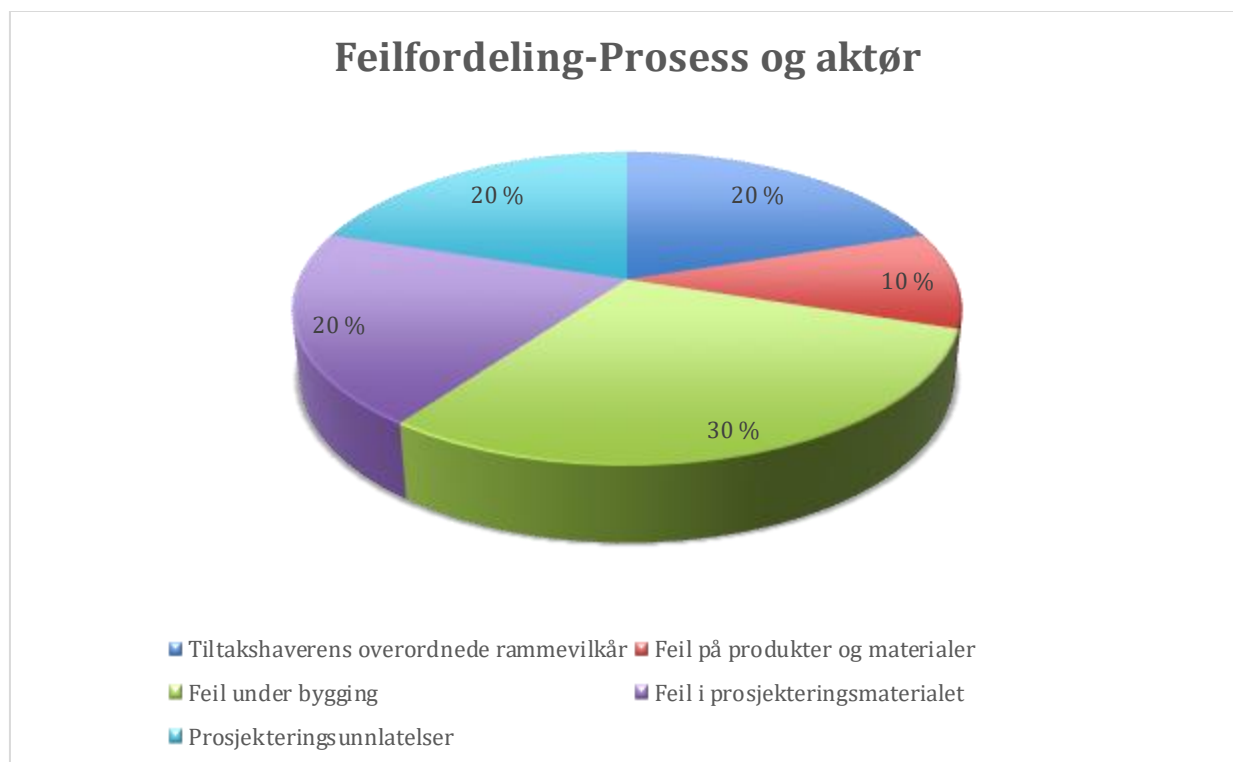
Figur 8-9 Vanligste skader på yttervegg mot terreng, og under terreng [2]

8.10 Skyldspørsmål

Aktørene som tydeligst kan redusere faren for prosessrelaterte byggskader er prosjektorganisasjonen og tiltakshaveren⁶ [2] [21].

Årsaker til disse feilene kan være flere, men dårlig eller lite prosjektering kommer tydelig frem. En av årsakene er at spørsmål som oppstår underveis i byggeprosessen ofte tas muntlig, noe som igjen fører til problemer med ansvarsfordeling. Andre faktorer som spiller inn kan være kommunikasjonssvikt som kan føre til at de utførende jobber utenfor sitt kompetanseområde. Lite tid og trangt budsjett kan påvirke materialvalg og løsninger i en negativ retning og sist men ikke minst kan en årsak være dårlige rammebetingelser⁷ [2]. I figur 8-10 presenteres oversikt over hvilke gjennomføringsfase som legger grunnlag for prosessrelaterte byggskader.

⁷ Krav til hvordan en aktivitet eller virksomhet skal operere [22] G. S. B. (UiS). (2014). *rammebetingelser* [Online]. Available: <https://sml.snl.no/rammebetingelser>



Figur 8-10 Oversikt over hvilken fase som er årsak til byggskade [2]

8.11 Når oppdages feil

Det viser seg at innen 5 år er omtrent 50 % av prosessforårsakede skader rapportert inn, av disse er ca. 20 % rapportert inn det første året etter overlevering [2].

8.12 Reklamasjon

Ifølge Bustadoppføringslova er en mangel dersom kravene som foreligger i avtalen ikke samsvarer med resultatet eller dersom resultatet ikke stiller i forhold til offentlige krav [23].

Mangel kan også være dersom informasjon som er essensielt for forbruker uteblir [24].

Ifølge forbrukerkjøpsloven er en reklamasjon når forbruker mener det eksisterer mangel fra det som var avtalt levert. Denne meldingen rettes fra forbruker til selger og dreier seg da om uoverensstemmelse fra det forventede eller det avtalte [25].

Videre kommer det frem at klage eller reklameringsen skal skje så fort som mulig etter brukeren oppdager dette [26].

Reklamasjonsrett følger norsk lov, og det er en erklæring om innsigelse⁸ på en kontrakt. Dette kan være forbrukerkjøpsloven, håndverkertjenesteloven, kjøpsloven etc. En reklamasjon er fremmelse av et krav grunnet feil og/eller mangler av en tjeneste eller vare [28].

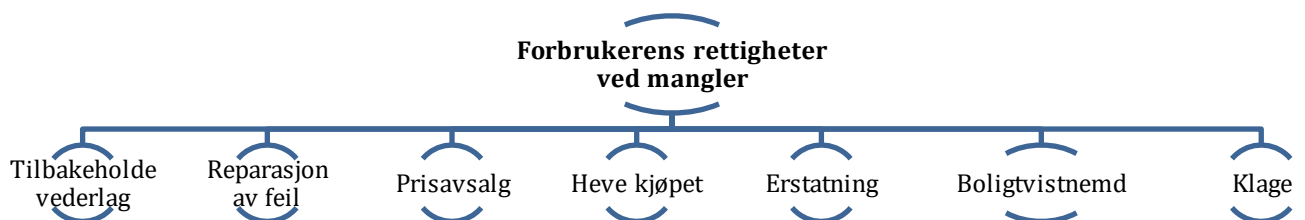
⁸ Protest eller innvending [27] Regjeringen. (2010). *Bokmål-nynorsk ordliste for plan- og bygningsloven* [Online]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og->

8.12.1 Reklamasjonsrett

Reklamasjonsrett er sikret gjennom Norsk lovgivning, og gir muligheter for å rette krav dersom du mener varen eller tjenesten som er levert ikke er i henhold til avtalen som er gjort. Kravet kan dreie seg om heving av et kjøp, omlevering, utbedring og/eller prisavslag. Når motparten er blitt bevisst over reklamasjonen er de pliktige til å undersøke og utbedre. Reklamasjonsretten er gyldig i 2-5 år, men reklamasjonen bør rettes så snart som mulig etter feilen/mangelen er oppdaget [28]. For at en mangel skal være gjeldene må den være innenfor tidsfristen som er 5 år, og den skal ha vært rapportert om til entreprenøren innen rimelig tid, som vil si når mangelen er oppdaget eller når det er naturlig at mangelen skulle vært oppdaget [23].



Figur 8-11 Ulike reklamasjonsmuligheter [28]



Figur 8-12 Forbrukeren rettigheter [24]

8.13 Overtagelse

Overtagelsen av boligen skjer ved en overtagelsesforretning, men, overtagelsen trer også i kraft dersom forbrukeren flytter inn i boligen uavhengig av om overtagelsesforretningen er gjennomført. Juridisk sett markerer overtagelsen et viktig skille [24, 29].

Når entreprenøren melder boligen ferdigstilt kan både entreprenør og kjøper melde om en befaring av boligen for å se på entreprenørens arbeid. Dette kan begge parter melde om med et minimumsvarsel på 7 dager [29].

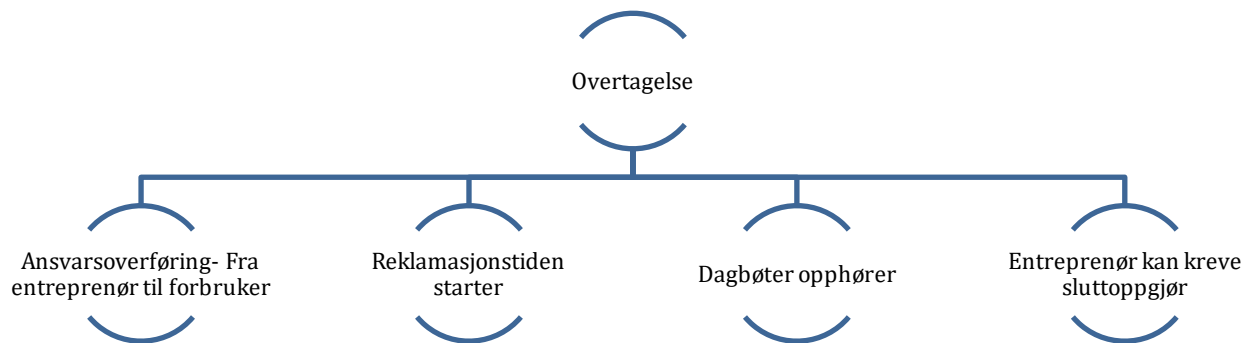
Når forbrukeren overtar boligen, overføres all risiko fra entreprenør. Det er på dette tidspunktet reklamasjonsfristen starter, dagbøter opphører og er et viktig tidspunkt for forbrukeren å gå til

eiendom/plan--og-bygningsloven/plan/veiledning-om-planlegging/Bokmal-nynorsk-ordliste/Ordliste-bokmal-nynorsk---plan--og-bygningsloven/id612981/, [27] *ibid.*

anskaffelse av nødvendige forsikringer. Videre har entreprenøren også rettigheter til å kreve sluttoppgjør [24].

Forbruker kan nekte å ta over boligen, dersom manglene er i en vesentlig grad.

I overtagesforretningen går kunde og ansvarlig gjennom boligen for er at eventuelle feil eller mangler skal påpekes og noteres i en protokoll som begge skriver under på. Fra forbrukerens perspektiv vil det være rekommandert å ha med seg fagkyndig som kan utpeke eventuelle feil eller mangler [24].



Figur 8-13 8.13 Overtagelse [10]

8.13.1 Sjekkliste ved overtagelse

En velkjent bakgrunn for bygningskader er fukt, så dette vil være det fremste forbruker og eventuelt en sakkyndig bør bære.

En sjekkliste som kan være behjelpelig å avdekke feil presenteres i Figur 8-14.

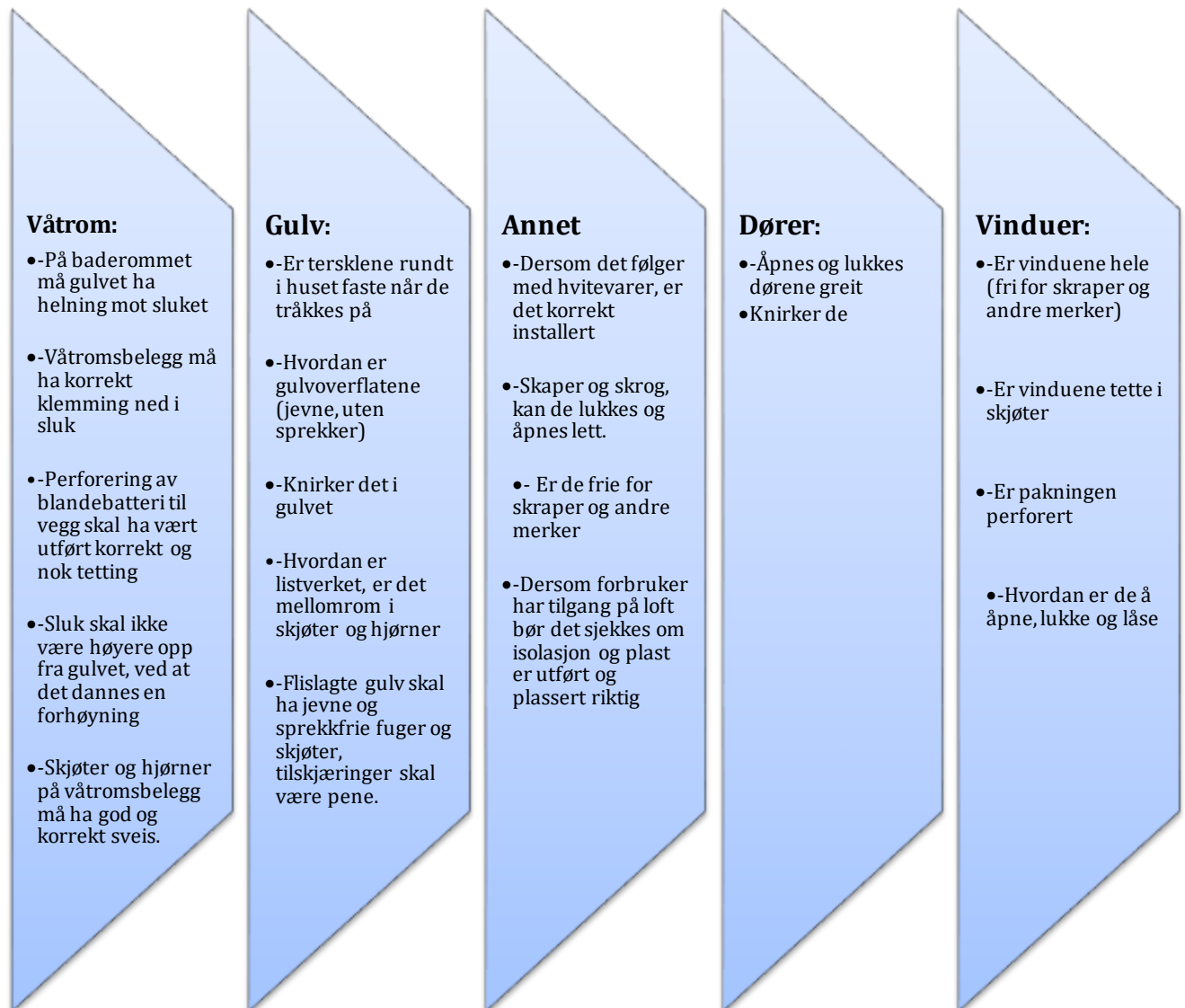
Det første året er sentralt med tanke på fukt, da det om lag tar 1 år for byggfukt i materialer til å stabilisere seg. Forbrukeren i dette tidsrommet bør se til at rom i boligen som ikke benyttes ofte varmes, under matlaging bør vifte/avtrekk benyttes, alle lufteventiler i boligen bør holdes åpne og dersom bruker tørker tøy inne må det luftes godt.

Etter overtagelse skal forbrukeren ifølge de fleste standardiserte kontrakter få med en bruksanvisning av boligen.

Bruksanvisningen dekker bruk av boligen, vedlikeholdsarbeid og de respektive elektriske installasjoner [24].



Figur 8-14 De vanligste feilene på våtrom [2]

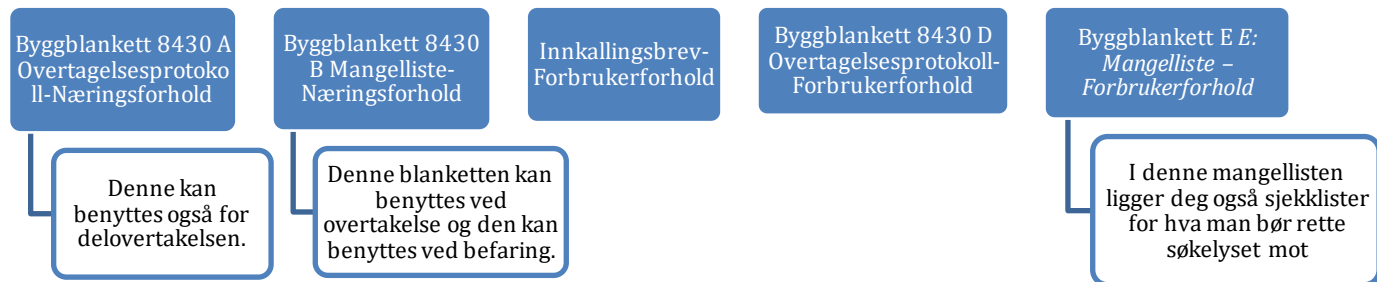


Figur 8-15 Sjekkliste ved overtakelse [24]

8.13.2 NS8430-Overtakelse av bygg og anlegg

NS8430 kan benyttes der kontraktene som ligger til grunn er eksempelvis NS8405, NS8406 og NS 3431. Dersom bustadoppføringslova ligger til grunn for kontrahering foreligger det egne utarbeidede blanketter for dette.

NS8430 er en standard som gir regler for overtakelsesprosess og prosedyrer og har blanketter som gjør overtakelse av bygg- og anlegg standardisert. Til standarden er følgende blanketter vedlagt:



Figur 8-16 Ulike overtagelsesblanketter [30]

8.13.3 Ettårsbefaring

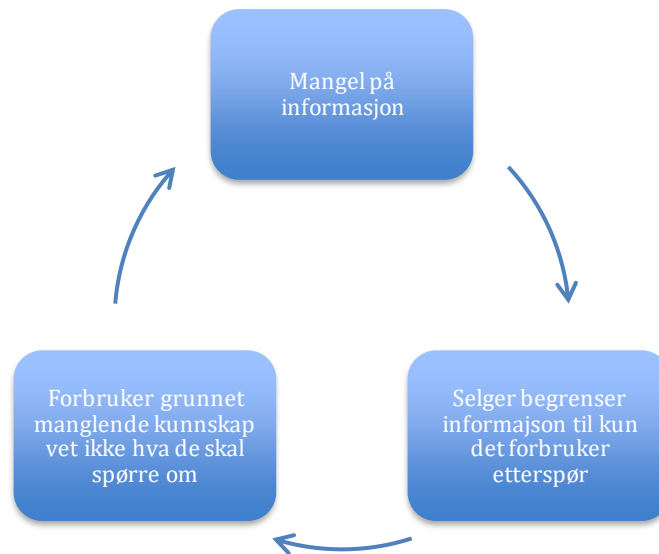
Når boligen er om lag 1 år gammel kan begge parter (forbruker og/eller entreprenør) kalle inn til en ettårsbefaring. På samme måte overtakelsesforretning ble gjennomført, blir ettårsbefaringen gjennomført. På denne dagen går forbruker og entreprenør gjennom feil og mangler som har oppstått i løpet av den perioden. Dersom forbruker ikke møter og heller ikke rapporterer om feil/mangler skriftlig, kan han/hun miste rettigheter [24].

8.14 Informasjonsoverføring

God informasjonsflyt er essensielt for et godt samspill og at beslutninger tas på riktig grunnlag. Dette sikres gjennom ansvarsfordeling og hvem som skal ha informasjon og når den skal foreligge [19].

Et viktig aspekt av kjøp av ny bolig, er dem som kjøper boligen før den er bygget. Forbrukeren har selv ett ansvar om å etterspørre kvalitet noe som gir dem kanskje et ansvarsområde forbrukeren kanskje ikke besitter kunnskap om.

Mangel på informasjon kan fort få ringvirkninger, ved at informasjonen selgeren har med, er kun det forbruker har spurt om, dermed vil annen kanskje relevant informasjon utebli fordi forbruker ikke vet hva de skal spørre om [30]. Se Figur 8-17.



Figur 8-17 Manglende informasjonsoverføring

8.15 Menneskelige barrierer

Beslutninger som skal tas kan ha negative konsekvenser grunnet menneskelig «svikt». Mennesker er ikke alltid oppmerksom på hvilke tankesett som benyttes og hvordan dette kan påvirke ulike beslutninger.

Hvordan vi erkjenner, oppfatter og tenker kan ha negativt innvirkning på beslutninger. Ved å finne gode kognitive strategier kan dette forbedres. Forskning har vist at mennesker ofte overvurderer evnen sin til å forutse og i tillegg nedvurderes andres evne til å forutsi. En konsekvens av dette hindrer systematisk læring av erfaringer som er gjort. Ifølge Geir Kirkebøen [20] er det to betingelser som ofte ikke er tilstede for å ta lærdom av erfaring. Den ene omhandler tilbakemelding på feil som blir begått, den skal være utvetydig og den skal bli gitt umiddelbart. Den andre betingelsen som bør være tilstede er at beskjedne som gis skal føre til at vi faktisk forstår hva som var feil. Incentiver blir ofte brukt i BAE-næringen og skal fungere som en motivator for at individer skal anstrenge seg enda mer og sørge for økt beslutningskvalitet.

Måten belønning kan bli gitt er ved å gi incentiver, ved at beslutninger som er vært tilfredsstillende belønnes. Den andre er ansvarliggjøring, dette foregår ved at den som har tatt beslutninger skal forsvare dem. Ifølge Geir kirkebøen [20] er det lite eller ingen empiri som kan støtte denne teorien. Hovedmålet med incentiver er å sørge for at bedre beslutninger tas. Incentivordninger har ikke alltid en effekt fordi det som ligger til grunn som beslutningstaking altså kognitiv kapital ofte ikke «stor» nok.

Det kan faktisk føre til det motsatte, antagelser og prediksjoner reduseres ofte ved incentivordninger [20].

Ifølge Larrick (2004) omtales det som en «lost pilot»-effekt:

”Jeg vet ikke hvor jeg skal, men det går i hvert fall radig unna” [31].

Når det gjelder å stille mennesker til ansvar ved at beslutninger skal begrunnes kan føre til at det viktigste for individene er å se «bra» ut i andres øyne. Begrunnelsen som gis kan ofte farges av hva den som begrunnelsen gis til tenker og mener og fører til inkonsistens.

Mennesker har en tendens til å søke informasjon som støtter den teorien eller oppfatningen vi selv har. Et viktig hjelpemiddel for å motvirke dette og faktisk øke beslutningskvalitet er å vurdere det motsatte av hva enn selv tenker. Dette vil hjelpe oss i å ta bedre beslutninger da informasjonsgrunnlaget øker. Dette vil si at du har en teori eller oppfatning, dernest skal individene tenke muligheter for at denne oppfatningen er feil.

Ved å bruke denne kognitive «tenkt motsatt» strategien reduseres den altfor høye selvsikkerhet og etterpåklokskapshet [20].

9 Forskerspørsmål

På bakgrunn av funn i mitt forprosjekt og overnevnt teori ønsker jeg å reise følgende problemstilling:

«Hvilken gjennomføringsfase fører til flest rapporterte avvik i byggeprosjekt som benytter prefabrikkerte ytterveggselementer? En casestudie sett fra et utøvende⁹ perspektiv»

For og lettere kunne svare på denne problemstillingen har jeg følgende underspørsmål som vil hjelpe meg og konkretisere og avgrense:

Tidsperioden er i byggefase og ved overlevering.

-Hvilke avvik blir meldt?

-Hva er årsaken til de meldte avvikene?

-Hvilke konsekvenser har de meldte avvikene?

-Hvilke gjennomføringsfaser har størst potensiale for å redusere byggfeil?

⁹ De som utfører oppgaver relatert til utredning, prosjektering eller produksjon [19] BYGG21, "Veileder for fasenormen «Neste Steg» -Et felles rammeverk for norske byggeprosesser.," NORSKE EIENDOM- Bransjeforening for ledende eiendomsaktører2015, Available: https://www.bygg21.no/globalassets/dokumenter/nestesteg_fullversjon.pdf.

10 Case/Materialer

Byggebransjen har hatt endring i byggeteknikk, ved å gå fra tradisjonell plassbygging, til innlemming av prefabrikker i ulik grad.

Økt etterspørselsvekst på næringsbygg og boliger, har resulterte i behov for effektivisering i byggeprosess og byggeproduksjon. Dette legger grunnlag for utvikling av konsepter for industrialisering, reduksjon i byggetid og bygge kostnader [32].

Formålet med forprosjekt og masteroppgave var å bygge kunnskap om hvor Norge er i dag i forhold til bruk av prefabrikasjon i tre. I masteroppgaven har det vært fokus på benyttelse prefabrickerte ytterveggselementer.

Litteraturstudie viser at prosjekteringsfasen er den fasen i gjennomføringen av prosjekter som legger høyest grunnlag for byggfeil, så mye som 40%. Det var derfor av interesse å undersøke hvilke gjennomføringsfaser som legger grunnlag for byggfeil i dag, med fokus på ytterveggselementer i tre.

Ved å utføre casestudie av 3 prosjekter, med intervju av prosjektledere var formålet og få oversikt over hvilke avvik som er meldt relatert til ytterveggselementer, hvorfor de meldte avvikene oppstod og på den måten gi en pekepinn på hvordan det senere kan forebygges at slike avvik oppstår. Avvikene som er meldt er fra start av prosjekt, til overlevering.

11 Metode

Metode omhandler hvordan man går frem for å prøve å «skildre» virkeligheten.

Innenfor forskning er det overordnede målet å opparbeide kunnskap og informasjon om virkeligheten. Denne kunnskapen skal være troverdig og gyldig. For å oppnå dette, må det legges en strategi og en tilnærming og denne strategien kan kalles metode.

Hvilken metode som velges, avhenger av problemstilling, informasjonsgrunnlag om valgt tema, og hvordan den som forsker ser for seg at relevant informasjon kan frembringes på best mulig måte [33].

Uavhengig av valgt metode, er det to sentrale begreper; validitet og reliabilitet. Begge skal være tilstede for at det skal være karakterisert som god forskning.

Validitet er det samme som gyldighet og relevans, det vil si at kunnskapen eller informasjon vi henter inn svarer på problemstillingen vi har satt [33].

Reliabilitet omhandler at empirien skal være troverdig og pålitelig. Vi skal kunne stole på informasjon som kommer frem og måten det hentes frem skal være troverdig. For å få til dette tvinger egentlig metoden oss til å gå gjennom en rekke steg når undersøkelsen foregår. Her får den oss til å tenke kritisk og vurdere konsekvenser ut ifra valg vi foretar. Slik at empirien nettopp blir troverdig og pålitelig [33].

Innenfor kvantitativ forskningsmetode er det målbare størrelser man forholder seg til. Disse kvantifiserbare størrelsene blir senere systematisert og fortolket. Dette gjøres ved hjelp av for eksempel statistikk [34].

Kvalitativ metode har som overordnet mål å få et helhetsinntrykk ved å innhente menneskelige uttrykk som ikke er kvantifiserbare. Meningsinnhold og følelser hos den det gjelder [34]. Denne forskningsmetoden prøver å fange opp verbal og nonverbale uttrykk. Denne metoden er benyttet i min masteroppgave, og blir nærmere presentert i kap. 11.5.

11.1 Strategi

Litteraturstudie har blitt benyttet innledende og iterativt¹⁰ for å prøve å få et overblikk over hva som finnes av informasjon og kunnskap på valgt tema. Videre har jeg valgt å bruke Case-studie for å hente inn mer dyptgående og nær informasjon som er mer rettet mot min aktuelle problemstilling. Litteraturstudie ble også brukt som grunnlag for spørsmål til intervjuguide. I case-studien er intervju benyttet. Det har vært både lukkede spørsmål og semistrukturerte spørsmål. Sistnevnte har gitt rom for mer åpen og meningsfylt respons av respondentene.

¹⁰ Hendelser som blir utført gjentatte ganger [35] A. H. Henriksen. (2018). *iterativ* [Online]. Available: <https://snl.no/iterativ>

11.2 Litteraturstudie

Innledende i min masteroppgave startet jeg med litteratursøk, for å finne ut av hva som stod om valgt tema og som var med å forme mine spørsmål til intervjuene. Nemlig hva jeg følte jeg ikke fant av informasjon.

Litteraturstudie har vært én av to metoder som er benyttet for å innhente data om byggefeil og avvik.

I skriveprosessen har det vært et kontinuerlig litteratursøk da nye aspekter og temaer har oppstått. Elektroniske databaser som BIBSYS, Oria og Google Scholar, er benyttet for å hente inn informasjon. Andre aktuelle nettsider som er brukt er SINTEF byggforsk og Norsk Standard. Artikler er også funnet via ordinært internettsøk, her er jeg vært ekstra observant ift. kildekritikk.

Generell kildekritikk gjennom litteraturstudie har vært ved å lese kapitlet om reliabilitet og validitet der det er, samt årstall altså gyldighet. I artikler jeg har lest, har jeg gått i deres referanseliste for å finne ny aktuell litteratur. Utenom elektroniske verk er også bøker benyttet.

11.3 Casestudie

Som nevnt tidligere avhenger metoden som velges av hvordan problemstillingen er formet, eller hva man ønsker svar på [36]. Jeg har i min masteroppgave valgt case-studie for å svare på min problemstilling. En case studie er en undersøkelse av få enheter og den er begrenset av tid og rom, noe som kan gi beskrivelser som er virkelighetsnære [33]. I denne oppgaven er tiden begrenset til byggeprosess og overlevering samt enhetene som undersøkes er få.

Videre er case-studie en god metode dersom man ønsker å undersøke et moderne fenomen i sin virkelige sammenheng, spesielt når grensene mellom fenomen og kontekst ikke er tydelige. Med andre ord er en case-studie en relevant metode for å undersøke kontekstuelle forhold [37].

En av mine begrunnelser for valg av case-studie var at jeg ikke ønsket kvantifiserbare enheter om for eksempel reklamasjoner og avvik på generell basis, men også entreprenørenes opplevelser og meninger om de meldte avvikene, altså litt mer om hva som ligger «bak» tallene.

En annen årsak til valg av case-studie er at det kan være lettere for respondentene å svare på konkrete spørsmål om ett emne, her prosjekter og avvik, enn å snakke på generell basis. Det kan være vanskelig for informanter å svare for «alle». På samme måte er det lettere å kanskje få svar fra en entreprenør om hvorfor en konkret feil oppstod i ett konkret prosjekt, enn å generalisere til hvorfor det oppstår slike feil i ulike prosjekter.

På den andre siden, som jeg selv nevner, er ikke case studie lett å generalisere [33]. Dermed er den ikke representativ for et større utvalg. Jeg har i min masteroppgave dermed valgt sammenliknende case studie, som vil si at man undersøker flere caser. Dette har blitt gjort for å øke muligheten for å generalisere og/eller se sammenhenger. Igjen var det viktig for meg å ikke velge et større antall slik at det gikk ut over kvaliteten.

11.4 Kriterier til valg av case

Et inngående ønske var undersøke caser i likt omfang, her da størrelse på prosjekt, ferdig overlevert og helst ikke eldre enn 5 år. Jeg hadde et ønske om å intervju både prosjektleder og byggherre om samme prosjekt for å få kontradiksjon. Dette viste seg å ikke være like lett å gjennomføre, derfor ble det flere prosjektledere enn byggherre som ble intervjuet, men informasjonen har vært svært verdifull.

11.5 Kvalitativ tilnærming som metode

I case-studien ble det valgt en kvalitativ tilnærming.

En kvalitativ metode, kan sies å være induktiv. Induktiv tilnærming vil si at den som forsker går ut med et åpent sinn når han/hun skal samle inn data, etter dataene er innhentet foregår systematisering og strukturering.

På den andre siden vil en kvantitativ metode kreve at struktureringen foregår først, i den innledende fasen noe som kan føre til metoden man benytter har allerede i starten lagt føringer for hvilke informasjoner som skal hentes inn. Dette var noe jeg ønsket å unngå i min datainnsamling da jeg ønsker å ha det åpent, men strukturert. Den kvalitative metoden vil gi åpenhet og nærhet til det jeg ønsker å undersøke. Videre vil den gi mindre spillerom for misforståelser [33].

Temaet i min masteroppgave ønsker å få frem et nyansert bilde av virkeligheten, altså i denne oppgaven både fra byggherren sin side men også entreprenøren [33].

Å la begge sider komme til ordet er et viktig aspekt, som gir rom for kontradiksjon¹¹.

11.6 Intervjuguide

Hensikten med intervju som metode er å få frem informantenes egne tanker og erfaringer

For å kunne ta i bruk intervju har det vært helt nødvendig med gode forberedelser i forkant.

Før intervjuer ble avholdt, ble det opprettet en intervjuguide, som ble sendt til informantene som takket ja til å være med. Denne ble sendt i forkant av intervju slik at de fikk tid på seg til å gjøre seg opp en oppfatning, og viktigst at det gav dem et overblikk over hva de takket ja til. Intervjuene ble avholdt der informantene ønsket, som i størst grad var på dere arbeidsplass. Noen av informantene hadde kun anledning til skypeintervju, og noen kunne svare på spørsmålene kun skiftelig. Dette er selvsagt en stor svakhet i studien da det er ønskelig med likt grunnlag, likt med tid og mulighet for oppfølgingsspørsmål var varierende. Intervjuguiden ble ledende og ble benyttet til alle respondentene og ble ikke endret underveis. Alle informantene fikk samme spørsmål, men spørsmålene kom i den rekkefølgen det var naturlig for samtalens forløp.

11.7 Intervju og gjennomføring

Intervjuformen benyttet i denne oppgaven bestod av én del lukkede spørsmål og én del av åpne strukturerte spørsmål. Dette gav rom for å føre en vanlig dialog, ved at informasjonen blir gitt muntlig. Denne intervjuformen føres ansikt-til- ansikt, men kan også foregå via internett, e-post eller

¹¹ Fortelle sin side av saken [38]C. Reusch. (2005). *kontradiksjon –jus* [Online]. Available: https://snl.no/kontradiksjon_-_jus

telefon. Intervjuene som er gjort i denne oppgaven er både ansikt-til-ansikt og via telefon. Disse to intervjumetodene har begge positive og negative aspekter. Telefon/Skype-intervju kan by på utfordringer knyttet til skapelse av tillit, den som intervjuer kan via telefon ikke se intervjuobjektet noe som kan bidra til at en mister noe kontroll over situasjonen, dette reduseres ved samtaler hvor bildeoverføring er i tillegg. Ansikt-til-ansikt gir større grad av tillitsbygging og åpenhet i samtalen. På den andre siden kan det føre til kostnader ved at intervjuer, eller informant må reise for å få utført intervjuet [33]. Informasjonen som kommer frem under intervjuet ble tatt opp på lydbånd. Denne datainnsamlingsmetoden er gunstig når intervjuobjektene ikke er så mange [33, 36].

Årsaken er at intervjuer kan være tidskrevende, og administrering rundt tid og sted også tar tid. Datamengden er ofte stor, så bearbeidelse av data i etterkant er også særs tidskrevende. Videre er det en god metode når interessen for hva enkelt person har å si, deres meninger og oppfatninger av ett bestemt tema [30].

I starten av intervjuene var det viktig å etablere ro, tillit og en felles forståelse for temaet som skulle bli omtalt, dette var helt nødvendig for å få til en åpen informasjonsutveksling. Det ble opplyst at all data ble slettet etter bearbeidelse og analyse, at kun jeg skulle lytte til opptak og at alt som ble sagt ble anonymisert. Ifølge Dalland et al. (2012)[36] er forholdene rundt intervjuet avgjørende for informasjonsutvekslingen. At intervjuobjektet sitter på "hjemmebane" vil bidra til trygghet for informanten. Intervjuene startet rolig, ved at jeg presenterte meg selv og prosjektet. Dette var gitt på forhånd, men ble gjort på nytt for å kunne gå fra det generelle til det spesielle. Videre startet jeg med spørsmål jeg visste informanten ville kunne svare på uten å særlig betenknings tid. Da alle intervjuene var gjennomført, ble alt som var tatt opp på bånd transkribert og senere bearbeidet igjen.

I figur 11-1 presenteres stegene som er med i en intervjuopprosess, stegene er ikke totalt fastlagt, men prosessen bør inneholde de ulike fasene.



Figur 11-1 Intervjuopprosess [33]

Hvordan bearbeiding av datamateriale forgår blir presisert av *Barney Glaser* og *Anselm Strauss* som har utarbeidet teorien «*Grounded Theory-tilnærmingen*»:

«*En Grounded Theory-tilnærming tar utgangspunkt i et empiriske datamaterialet og er på den måten «grounded» i data*» [39].

Overføring til denne oppgaven vil det si at utgangspunktet for analysen som gjøres er intervjuobjektene egne meninger og oppfatninger.

Et annet aspekt ved denne teorien er at datamaterialet som er samlet inn sammenliknes ved å prøve å finne likheter og ulikheter. Ved å benytte denne metoden vil det være lettere å få frem avvik og nyanser. Grounded-Theory har derfor også blitt kalt for «The constant comparative method».

Et viktig virkemiddel for å få frem ulikheter er derfor å foreta en utvelgelse som tydelig vil få frem kontradiksjon om et valgt tema for å oppnå maksimal variasjon. Sammen vil dette reflektere de ulike sidene ved ett valgt tema. Dette kan også kalles at man intervjuer ulike informantgrupper.

I denne oppgaven valgte jeg innledningsvis å intervjuer både prosjektleder og byggherre for samme prosjekt, nettopp for å frem de ulike meningene og opplevelsene om samme emne.

Antall intervjuobjekter ble valgt til å ikke være for mange, da prosessen er tidkrevende, men samtidig ønsker man ett antall som kan representere det temaet og gi grunnlag for analysen.

11.8 Kildekritikk

Kildematerialet som blir brukt i en oppgave skal karakteriseres og vurderes. Relevans og gyldighet ble viktige aspekter i utvelgelse av kilder. Teori og forskningsresultater skal vurderes i hvilken grad de kan belyse og beskrive valgt problemstilling [36].

Semistrukturerte spørsmål i intervjuene legger ikke like mye føringer som ved lukkede spørsmål. Det kan på den andre siden gi uønskede svar da respondenten kanskje svarer slik han/hun tror jeg vil de skal svare.

Svarene kan farges av at respondenten ønsker å komme i et godt lys, og/eller lite betenkte svar som respondenten kan angre på i etterkant.

En annen fare ved å bruke intervju som metode er faren for å stigmatisere grupper, og/eller gi dem ett stempel som ikke er heldig [36]

Totalt har det vært 4 intervjuer, 2 ved hjelp av Skype, og to ansikt til ansikt. Hvor gode og utfyllende svar som kom frem var særdeles ulikt, noen svarer utfyllende, andre mer kort og konsist, med lite eller ingen fyllinformasjon.

Det var da utfordrende og følge opp med spørsmål som «hva tenker du om det», «hvorfor tror du det skjedde» etc. Under intervjuene opplevde jeg at de lukkede spørsmålene ble noe vanskelig å svare på, det var alt fra «hva mente du her» fordi de ønsket å svare nøyaktig på det jeg lurte på. Her var jeg da kanskje ikke så god på hvordan jeg stilte spørsmålene.

En annen opplevelse var at avvik, feil og mangler er en noe betent sak hos samtlige. Det kan virke som om respondentene er bekymret for å henge ut noen eller være for ærlig. Det har vært utfordrende å prøve å få så riktig bilde av verden. Dette gjorde analysedelen også noe vanskelig. Svarene som har kommet frem er noe ulikt, dette gjorde oppsett av resultat, fellesnevner og ulikheter noe vanskelig fremstille.

11.9 Metodekritikk

Ved å benytte case-studie jobber man kvalitativt dermed er det vanskelig å generalisere datamengden. Dette har jeg måttet minne meg selv på, at hensikten heller ikke er å generalisere da dette ikke er en kvantitativ studie. Informasjonen gitt av respondentene er i svært varierende grad, noe som mest sannsynlig bidrar til at bildet av resultat ikke er korrekt. Dette gjelder da å trekke slutninger og sammenlikninger. For eksempel én av respondentene melder om 15 avvik, med utfyllende informasjon, mens en annen respondent melder om 6 med svært lite tilleggsinformasjon.

Denne oppgaven omhandler klimaskjerm- yttervegg og jeg har i noen av tilfelle fått rapportert avvik som ikke er relater til dette.

I løpet av prosjektperioden viste det seg særdeles utfordrende å få informasjon eller tall på reklamasjoner. Det virker som at entreprenørene tar feilen/mangelen når den oppstår, utfører e.v. forbedring og fører ingen statistikk eller systematisering etter dette. Det kan virke som ingen av dem prøver å håndtere opprinnelsen til problemet og hvorfor det skjer, noe som kan gjøre det vanskelig å lære av sine feil.

12 Resultat

Innledende i case-studien var ett ønske var at prosjektene skulle være nokså like i størrelse og omfang for at sammenlikningsgrunnlaget skulle være så godt som mulig. Prosjektene som presenteres i case-studien hadde ulike kontraktstype, både NS8417 og NS8407 har blitt benyttet. Inngående i intervjufasen var et kriterium og intervjuet både prosjektledere og byggherrer for samme prosjekt, dette for å få frem kontradiksjonen i case-studien. Én av to byggherrer valgte å være med og omfanget av prosjektene var også i varierende størrelse. Det ble tatt en vurdering om at informasjonen uansett ville være verdifull.

12.1 Presentasjon av casestudiene

Opgaven har hatt 3 caser, hvor alle har benyttet yttervegg av prefabrikkerte elementer, resultatene vil presenteres med generell informasjon om prosjektet og om hvordan gjennomføring og samarbeid har vært. Meldte avvik og avvikene er dretter blitt kategorisert etter hvilken gjennomføringsfase som la grunnlag for avviket.

12.2 Case 1-Byggherres perspektiv (utbygger)

12.2.1 Prosjektet generelt

Kontraktinngåelse NS8407 med en salgsverdi på ca. 400mill inkludert bryggeanlegg. Prosjektet består av totalt 95 leiligheter fordelt over to byggetrinn. Første byggetrinn var ferdig 1. juli 2018, andre byggetrinn inneholder 22 leiligheter som skal være innflyttingsklare sommeren 2019. Fundamentert i hovedsak på peler til fjell og noe direkte fundamentert på oppfylte masser til fjell. Bæresystem i stål og betong. Yttervegg ble levert som prefabrikkerte treelementer.

Tabell 12-1 Presentasjon av Case 1

<i>Areal</i>	<i>Antall enheter</i>	<i>Salgspris</i>
69 - 131 m ²	Byggetrinn B- 22	3695000-7999000

12.2.2 Gjennomføring

Dette byggeprosjektet har gått etter planen ift. fremdrift, kvalitet og økonomi for byggherre. Byggherre presiseres et vellykket prosjekt at sluttkunden er fornøyd med kvaliteten på boligen. Ytterveggselementene som er levert er av god håndverksmessig kvalitet både på innvendig og utvendig arbeider og de er levert til avtalt tid. Utbygger nevner at leverandør fremstår som en sunn og god håndverkerbedrift med gode verdier i alle ledd. Leverandør har hatt en god organisasjon på byggeplass, bestående av prosjektleder, prosjekteringsleder, HMS-koordinator, kundeansvarlig, byggeplassleder og bas. Sett fra utbygger sin side har prosjektet vært bemannet riktig fra entreprenørens side.

12.2.3 Samarbeid

Det meldes om godt samarbeid, men lite involvering av utbygger i prosjekteringsfasen. Utbygger forteller at de kom på banen i produksjonsfasen hvor dere oppgave da var oppfølging på overordnet nivå ift. kvalitet, økonomi og fremdrift.

Når det gjelder samarbeid om utbedring og ansvarsfordeling viser det seg at leverandør har brukt for mye tid på å ta avgjørelser og konkludere i store saker, som har resultert i mye ekstraarbeid for byggherre. Det kommer også frem at økonomisk belastning har falt på byggherre noe det i prinsippet ikke skal. Gjennomføringen av dette prosjektet har krevd mye kompenseringer

12.2.4 Overtagelse

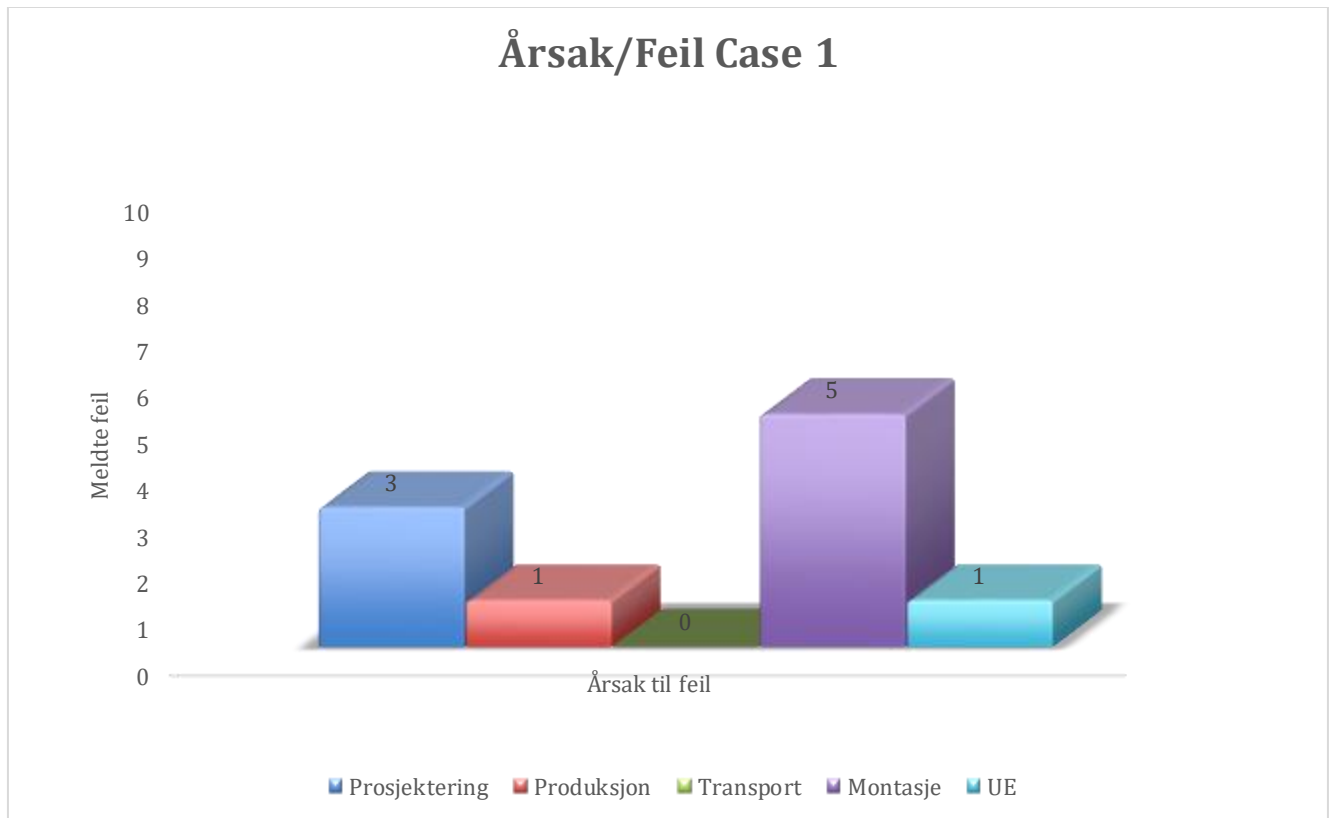
Det ble benyttet overtagelsesprotokoll mellom kunde og byggherre (utbygger). Utbygger gikk da sammen med kunden gjennom rom for rom for begge noterte ned ev. feil og mangler. Overflater, el-opplegg, sanitær og kjøkken blir nevnt. Utbygger melder om mye gode tilbakemeldinger fra kunder ved overtagelse.

12.2.5 Oversikt over avvik

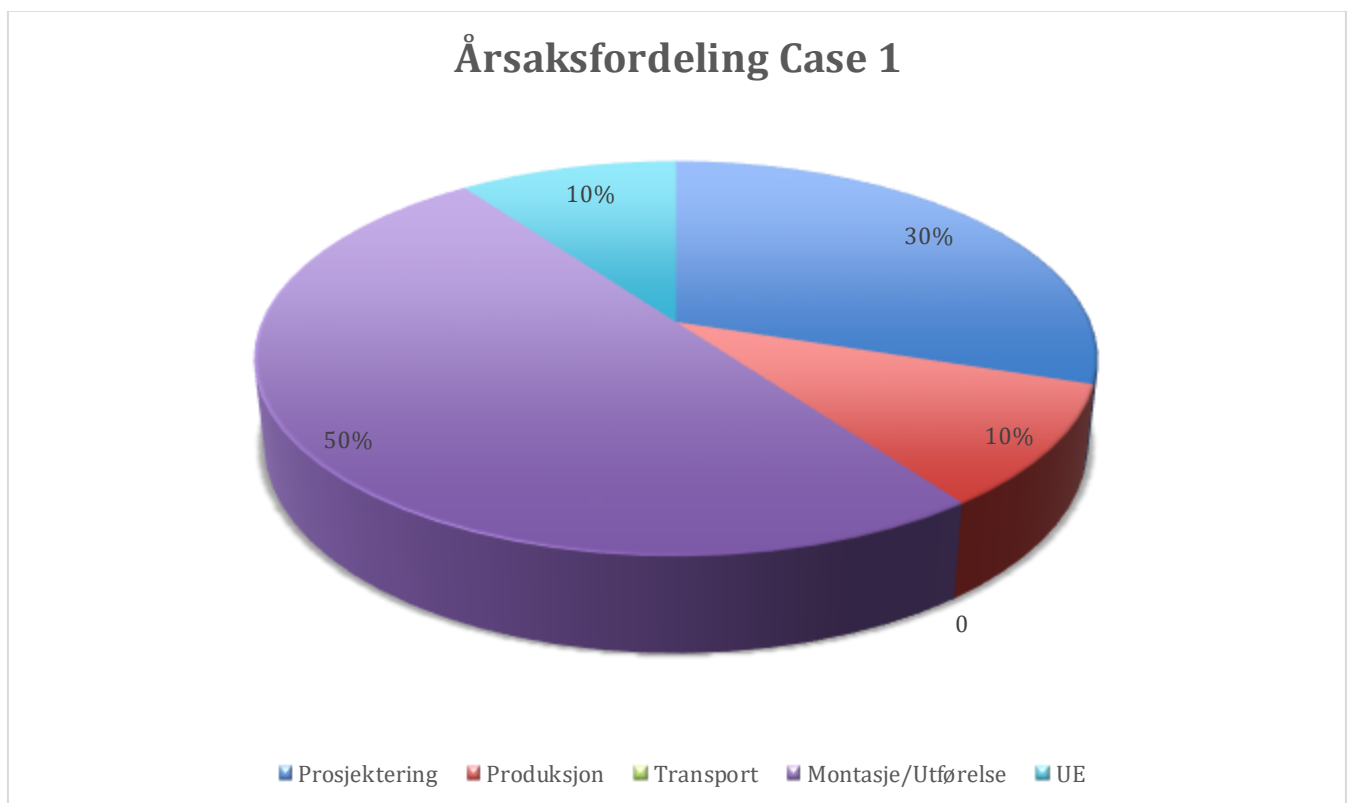
Tabell 12-2 Meldte avvik Case 1

Meldte avvik og faseårsak Case 1

Prosjektering	Produksjon	Transport	Montasje/Utførelse	UE
Feilplassering av stålsøyler	Sprukne flis på bad (baderomskabiner)		Lekkasje I parkeringshus	Feil på skjema for vinduer fra Arkitekt
Feil kledningsutstikk i hjørne av element			Feilmontering av energimålere	
Utelatt montering av vannstoppventil da dette ikke var prosjektert			Feil utførelse på teknisk sjakt	
			Feil på termostater	
			Hvitevarer ikke tilkoblet	



Figur 12-1 Meldte feil og faseårsak



Figur 12-2 Årsaksfordeling Case 1

12.3 Case 2-Prosjektleders perspektiv

12.3.1 Prosjektleders bakgrunn

Prosjektleder og murerarbeid.

12.3.2 Prosjektet generelt

Kontraktinngåelse NS 8497. Totalt 22 leiligheter, fordelt på bygg A med 16 leiligheter og bygg B med 6 leiligheter. Begge byggene består av 3 etasjer. Råbygget består av betongelementer i etasjeskiller og brannceller, tak av I-bjelker og endevegger og yttervegg i trelementer.

Tabell 12-3 Presentasjon Case 2

<i>Areal</i>	<i>Antall enheter</i>	<i>Pris</i>
69,2 - 78,9 m ²	22	2 180 000 - 3 150 000

12.3.3 Gjennomføring

Dette prosjektet er levert til avtalt dato, men fremdriften har vært endret noe underveis. Viktig å presisere at alle milepæler likevel er truffet. Årsak til noe endring i gjennomføring og fremdrift er vært interne omrokkeringer.

Prosjektet har truffet på estimert kalkyle sett i et helhetsbilde, hvor noe har gått over og noe gått under. Hva som har gått over og hva som har gått under er ikke spesifisert og heller ikke med som spørsmål.

Avvik blir meldt underveis i prosjektet med ansvarlig utbedrer og ofte frist for utbedring. Dersom det forekommer endringer opprettes endringsmeldinger.

12.3.4 Samarbeid

Vært godt samarbeid. Prosjektleder overtok prosjektet da montasje av betongelementer var ferdig. Opplyser ingen uenighet per dags dato da prosjektet enda ikke er ferdigstilt, men er i slutfasen. Overtok prosjektet da montering av betongelementer var ferdig. Fra da og til nå ingen uenigheter. Mye møtevirksomhet underveis, byggemøter hver 2. uke, byggherremøter hver 2. uke og fremdriftsmøter hver uke på slutten av prosjektet.

Når det gjelder kalkyle er noe over estimat og noe under. Som nevnt tidligere er det ikke spesifisert hva, og det ble heller ikke spurt noe dypere om kalkyle.

12.3.5 Avvik og faseårsak

Avvik blir fortløpende meldt ansvarlig, gjerne med frist for utbedring. Endringsmeldinger blir opprettet for tilleggsarbeid. Problemer bli meldt underveis og tatt opp/løst på byggemøter (tidligere hvis problemet krever dette). Prosjektleder melder om endringer forårsaket av at arkitekt gjør endringer etter deres prosjektering er ferdigstilt. Bedre målsetting, bedre varsling fra ARK¹² ved revidering.

¹² Arkitekt [27] Regjeringen. (2010). *Bokmål-nynorsk ordliste for plan- og bygningsloven* [Online]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/plan--og->

Avvikene som er vært relatert til yttervegg har hatt konsekvenser for fremdrift da det krever mye komplementeringsarbeid. Det meldes om et estimat på ca. 50 timer til utbedring av avvik. Fortelles også at leverandøren av yttervegg også har måttet utføre rearbeid, men at dette har de ingen oversikt over.

Prosjektleder forteller at årsaken til feil har sitt opphav i prosjektering eller produksjonsfase av ytterveggselementene, men også noe i montering. Det presiseres at lærdom av tidligere avvik er nødvendig for å bli bedre.

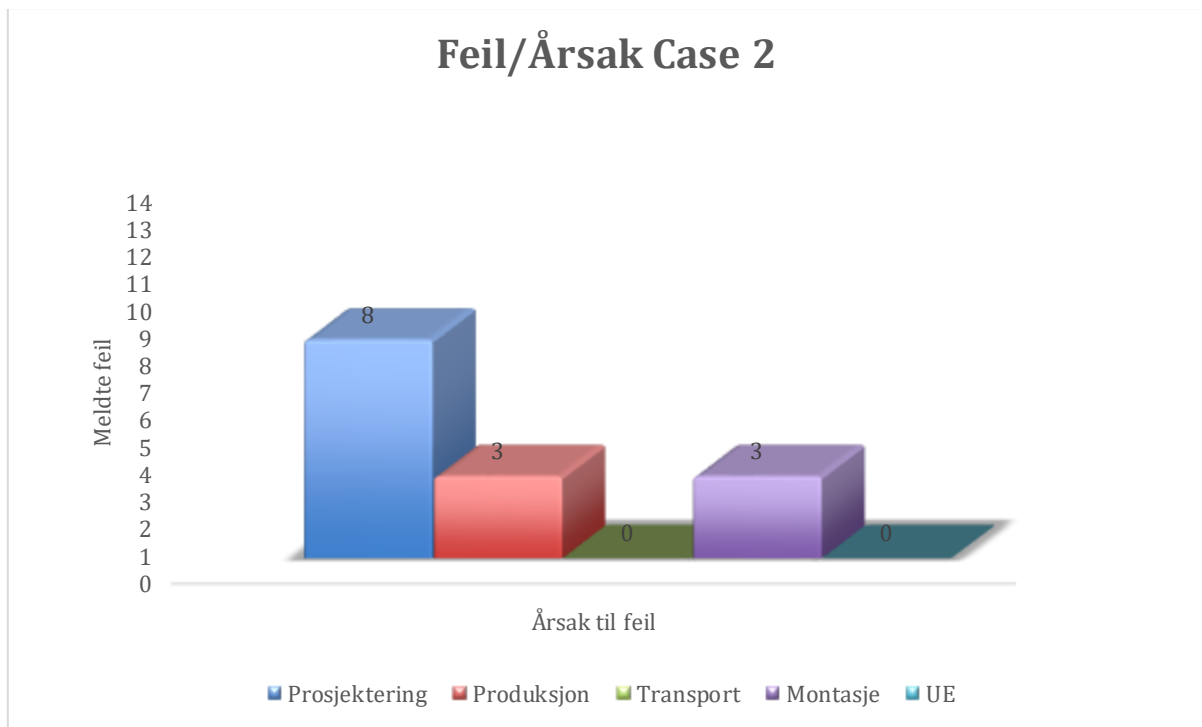
Et annet hjelpemiddel prosjektleder benytter er å ha «reserveoppgaver» som kan utføres dersom avvik oppstår som sinker fremdrift. Det vektlegges at dette ikke alltid er mulig da de fleste aktører ofte er pint på tid. Og da har avvik mye større konsekvens på prosjektet.

12.3.6 Oversikt over avvik

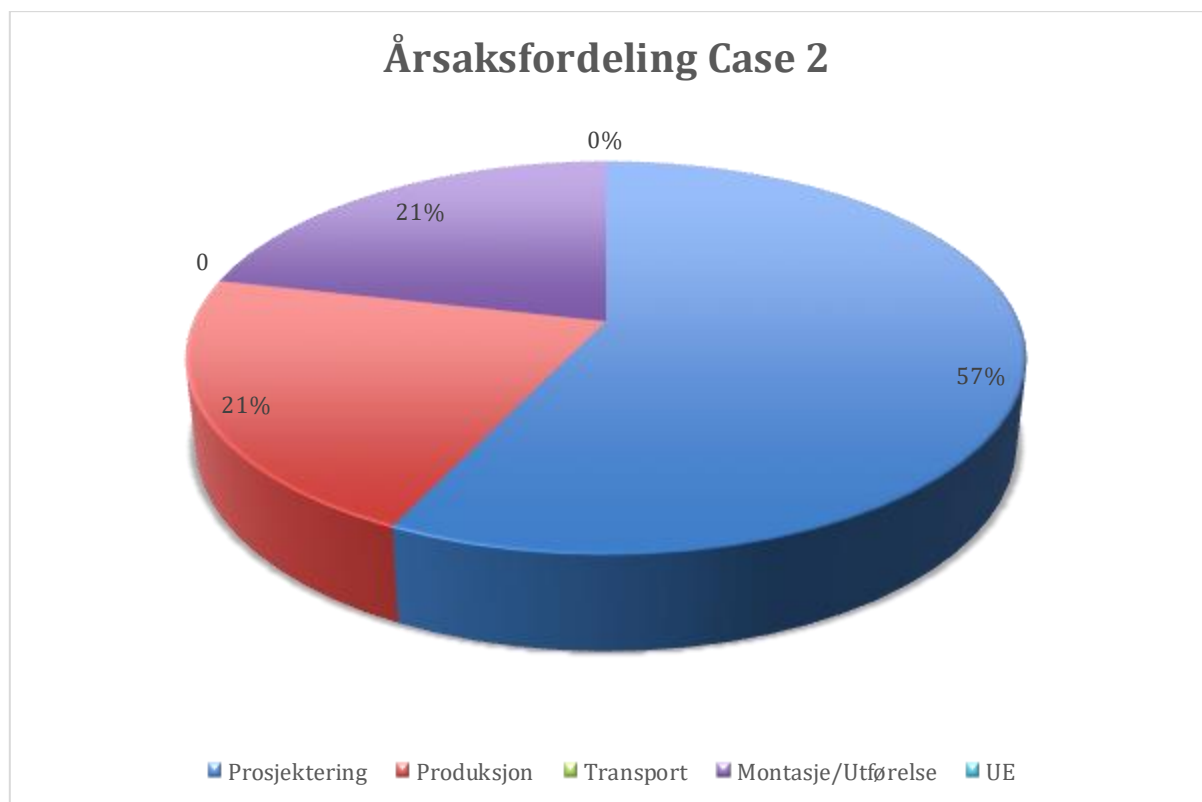
Tabell 12-4 Meldte avvik Case 2

Meldte avvik og faseårsak Case 2

Prosjektering	Produksjon	Transport	Montasje/Utførelse	UE
Dører og vinduer er plassert i feil høyde på veggelementer	Feil festemateriell		9lekkasjer ved trykktesting	
Stroppefester plassert i utsparring for ståldrager.	Vegg n mangler utsprang til stålsøyle		Skade på skyvedør	
Utsparring i vegg for liten	Kledning kappet for kort		Protan til balkong satt for lavt	
Kantbjelke treffer stender				
Utsparring for betong for liten				
Utvendig hjørne passer ikke				
Vegg passer ikke i utvendig hjørne mot møtende vegg				
Dobbel toppsvill i garpet mot vegg				



Figur 12-3 Meldte feil og faseårsak- Case 2



Figur 12-4 Årsaksfordeling Case 2



Figur 12-5 Eks på for små utsparringer



Figur 12-6 Eks på dårlig tettingsarbeid. Her satt for lavt

12.4 Case 3-Prosjektleders perspektiv

12.4.1 Prosjektleders bakgrunn

Bachelor i byggeteknikk med konstruksjon som spesialisering. Fagbrev som murer og mesterbrev i murerfaget. 7 års erfaring som ingeniør i ulike stillinger som prosjektingeniør, tilbudsleder, prosjektutvikler, prosjektleder og prosjektsjef. God erfaring fra skolebygg, kulturbygg og omsorgsbygg. Prosjektleder i dag for sykehjemsutbygging med kontraktsum 450MNOK. 24 500m² for offentlig byggherre.

12.4.2 Prosjektet generelt

Prosjektet er gjennomført som en totalentreprise med utarbeidelse av forprosjekt i samspill. Byggetiden i prosjekter er på 20 mnd. Dette ble relativt tidlig vurdert som en kort byggetid for et prosjekt i denne størrelsen. Prosjektet er i dag inne i sin 10 mnd. med drift, og har montert ca. 5000m² av totalt 10 000m² med ytterveggselementer av tre.

Tabell 2-5 Presentasjon Case 3

Areal
10 000m ²

12.4.3 Gjennomføring

Prosjektet er innenfor estimert kalkyle, melder om noe som faller under estimat og noe over.

Prosjektet er godt fornøyd med valg av prefabrikkerte ytterveggselementer.

Prefabrikkerte treelementer i kombinasjon med en provisorisk takteking under takstoler og gjorde at prosjektet kunne frigi 1,5 mnd. ift. tidspunkt for oppstart av innredningsarbeider.

Byggetid ble tidlig i prosjektet definert som en tungtveiende risiko. Den kontraktsfestede fremdriftsplanen som ble utarbeid med leverandører viste at ytterveggselementer ville gi en reduksjon i varigheten på aktivitet før tett-bygg på ca. 2-3 uker.

Ved innkjøp ble kostander for leveransen vurdert opp imot plassbygd yttervegger. Plassbygde yttervegger ble kalkulert til 11,5MNOK, mens ytterveggselementer ble kalkulert til 12,4MNOK, dette er da ca. 1 MNOK i differanse. Det ble likevel valgt elementer på grunn av tidsbesparelsen i redusert byggetid.

Alt komplementeringsarbeidet har ført til ekstra kostnader, noe prosjektleder mener at kostnadsforskjellen er så stor sett i sammenheng til tradisjonell plassbygging at det bør ligge tungtveiende grunner til for at denne løsningen skal velges.

Prosjektleder ser i ettertid at det har vært behov for mye tilpasninger på byggeplass ift. dampsperran og generelt tettingsarbeid.

Ytterveggselementer er godt egnet for det aktuelle prosjektet og utførelse er godt koordinert mot andre fag. Det presiseres at det kreves mye ekstra oppfølging for å sikre seg at kvalitet på tettingsarbeid er godt nok utført og at komplementeringsarbeid utføres korrekt.

12.4.4 Samarbeid

Fordi aktøren for ytterveggen var med i tidlig detaljprosjekt og fikk gjennomgått prosjektet ble plassering av yttervegg ift. akser, søyler og fasade justert fra input. til leverandør. Dette ble koordinert i en 100% åpen BIM. Ytterveggseleverandører er den eneste som ikke prosjektert i modell, men har aktivt deltatt og kommentert nye modeller og detaljer. Dette arbeidet er koordinert i felles arbeidsmøter.

12.4.5 Avvik og faseårsak

Underveis i utførelsen ble det benyttet et egenutviklet avvikssystem. Dette systemet er tilsvarende som Dalux¹³ eller holtet¹⁴.

Utfordringer med ytterveggselementer er i hovedsak prosjektering, produksjon og montasje forteller prosjektleder. Dette gjelder vinkler og innfestningsbraketter ift. og få bygget tett. Dette er særdeles komplekst, og prosjekteringen viser at det krever mye etterarbeid på byggeplass som krever løsningsorientering og kompetanse i det utførende leddet. Prosjektleder melder også om tegninger ift. tetthet fra arkitekt, men at dette ikke er utført riktig i prosjektering og produksjon.

12.4.6 Oversikt over avvik

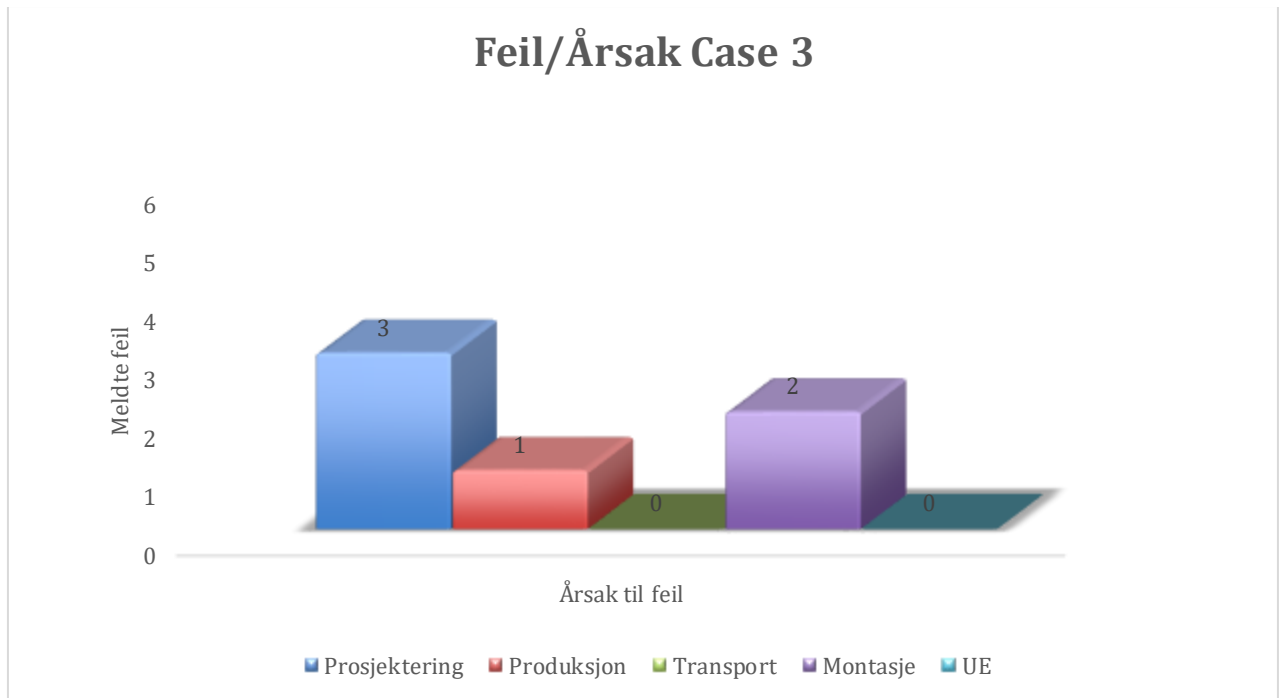
Tabell 12-6 Meldte avvik Case 3

Meldte avvik og faseårsak Case 3

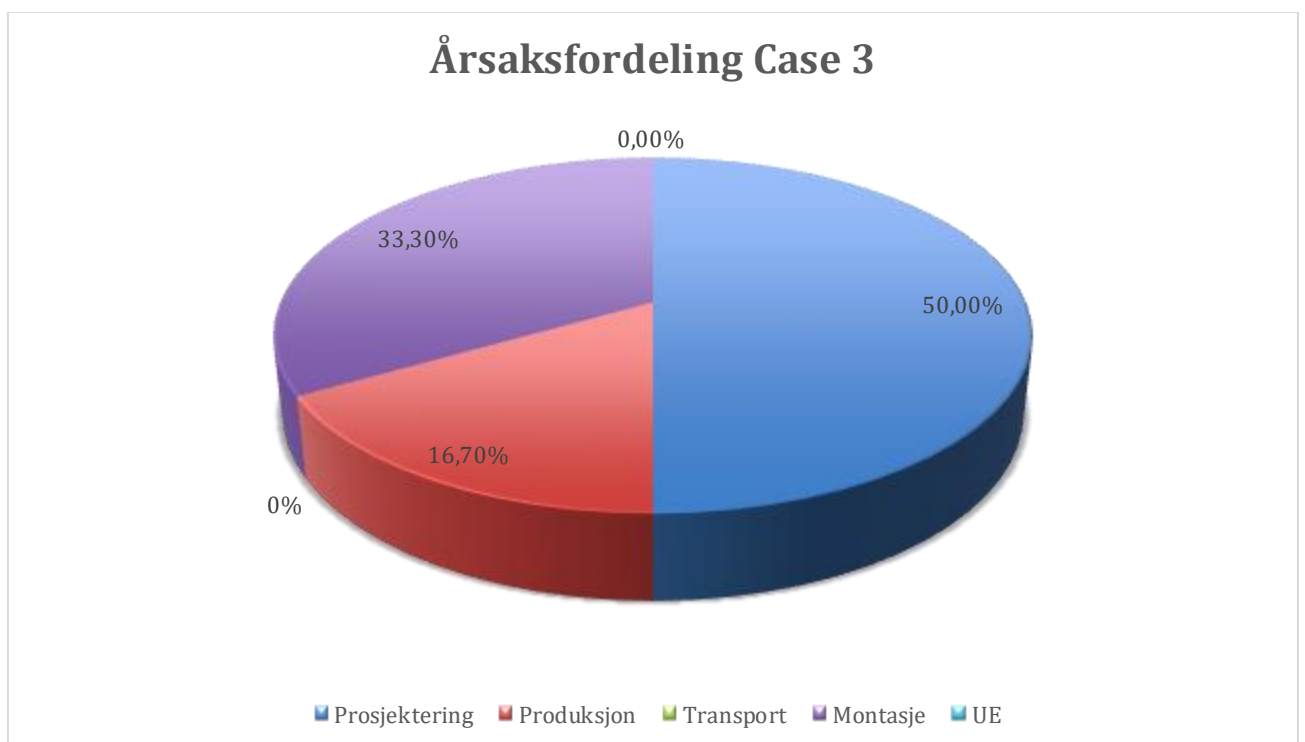
Prosjektering	Produksjon	Transport	Montasje/Utførelse	UE
Feilplassering av vinduer	Fort kort kledning enkelte steder		Lekkasje pga manglende tetthet	
Feilplassering av dampsperre			Glemt tekking opp etter yttervegg ved svalgang	
Feil høyde på vegg i heishus				

¹³ App som kan brukes til ulike befaringer, melde avvik, HMS, Sjekklistor med mer [40] B. AS. (2017). <https://byggmesteren.as/2017/01/04/vil-digitalisere-norsk-byggebransje/> [Online]. Available: <https://byggmesteren.as/2017/01/04/vil-digitalisere-norsk-byggebransje/>

¹⁴ App som opprettholder kvalitetssikring, melde avvik, HMS, sjekklistor med mer [41] holte. *HOLTEPORTALEN - ALTI ETT SYSTEM* [Online]. Available: <https://holte.no/no/programvare/kvalitetssikring-internkontroll/>



Figur 12-7 Meldte feil og faseårsak- Case 3



Figur 12-8 Årsaksfordeling Case 3



Figur 12-9 Feste av vinkler (tettingsarbeid) og utvendig komplementeringsarbeid



Figur 12-10 Eks på innvendig komplementeringsarbeid

12.5 Forebyggende tiltak

For å kunne redusere omfanget av byggskader, er det helt nødvendig med kunnskap om årsaken til de prosessrelaterte skadene. Prosjekteringsfeil og prosjekteringsunnlatelser står for hele 50 % av byggskadene som oppstår. Et virkemiddel for å kunne redusere disse skadene kan være tidlig uavhengig kontroll av prosjekteringsfasen [2].

Prosjektering er en prosess som med tiden vil bli mer avansert og mer kompleks ettersom spesialkunnskap på ulike aktører øker. Innenfor prosjektene er det mange bidragsytere fra ulike organisasjoner.

Dette gir opphav til designprosesser som består av en kontinuerlig utveksling og forfining av informasjon og kunnskap. Selv de mest erfarne designteamene kan mislykkes i å håndtere denne komplekse prosessen og levere informasjon på feil tidspunkt og av feil kvalitet til medlemmer av produksjonsgruppen.

I dag produseres en meget stor del av byggets komponenter i fabrikker og monteres på stedet. Dette er helt forskjellig fra den plassbygde metoden. Denne grunnleggende forandringen har ført til at designerne angir eller tegner alle aspekter av prosjektet til detaljnivå [42].

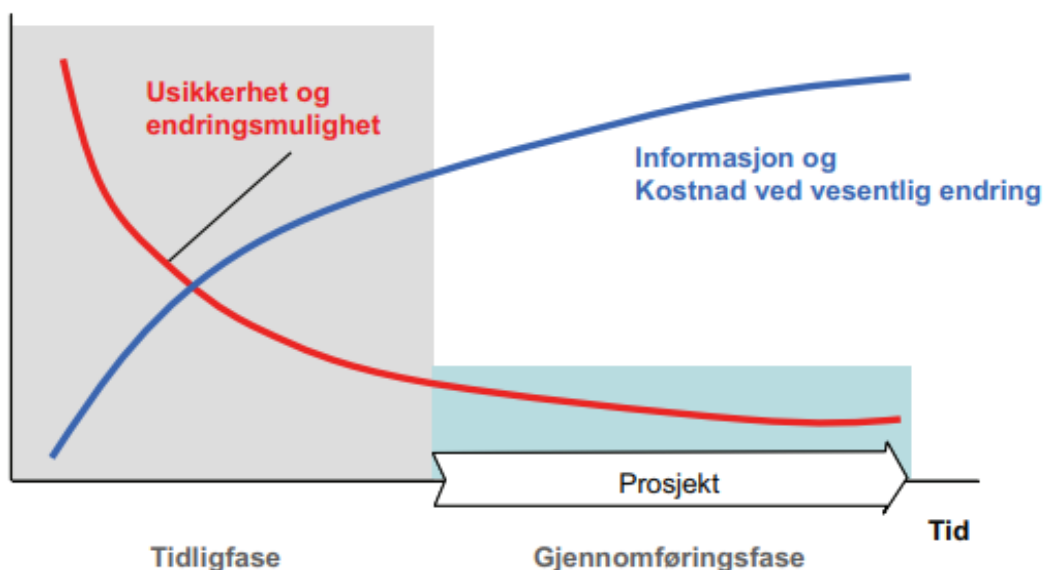
Briefing i forkant av prosjektering er også en prosess som kunne bli bedre og på den måten klarte å redusere usikkerhet og rearbeid i prosjektering- og byggefasene.

De tidligste stadiene av et byggeprosjekt består av briefing og prosjektering. De fleste forsinkelser som oppstår i byggeprosjekter er knyttet til disse to fasene.

Årsaker er mangel på å identifiser hva byggherre ønsker, mangelfull informasjonsflyt. Altså dårlig kommunikasjon og mangelfull beslutningsprosess i prosjekteringen fører til problemer som oppstår og må håndteres senere i byggefasen.

Kravspesifikasjoner vil bli satt så tidlig som mulig, som igjen kan føre til en betydelig forbedring i produktkvaliteten bedre kundeforhold og besparelser i både tid og budsjett [16].

Av Figur 12-11 vises endringsmulighet mot kostnadskonsekvens. Tidlig i prosjektet er endringsmuligheten størst med lavest kostnadskonsekvens.



Figur 12-11 Påvirkningsmulighet satt opp mot priskonsekvens [31]

Et annet aspekt som vil redusere byggskader er god kommunikasjon mellom alle involverte gjennom hele byggeprosessen. Ansvarsfordeling i tidlig fase mellom planlegging, utførelse og kontroll. Dette vil kunne bidra til bedre og nøyere planlegging, gode løsninger og et godt samarbeid. Løsninger som tas underveis bør unngås og dersom det likevel gjøres, bør tilstrekkelig dokumentasjon foreligge.

Det viser seg også at de feilene som blir begått, er de feilene som også gjentar seg og de blir ofte gjort av de samme aktørene. Å lære av egne og andres feil vil dermed redusere faren for prosessrelaterte byggskader. Organisasjonen bør innarbeide god kvalitetsledelse og gode styringssystemer for å avdekke slik problematikk. Videre er byggeteknisk kunnskap om bygningsfysikk er særdeles viktig og noe som alle involverte bør ha kunnskap om [2].

For å kunne redusere kostnader knyttet til byggfeil er det essensielt å ha kunnskap om disse byggfeil og hvorfor de oppstår. Prosjektorganisasjoner består av enkeltindivider som sammen arbeider mot ett felles, bestemt mål. Derfor kan det være naturlig at feil som oppstår da tilskrives enkeltpersoner. Ifølge *Josephson og Hammarlund [43]* er årsaken til byggfeil mangel på kunnskap, mangel på informasjon og mangel på motivasjon. Uforsiktighet er vist seg å være den mest vanligste årsaken, mangel på kunnskap skal være den nest vanligste årsaken til defekter, men mangel på informasjon blir også nevnt [43].

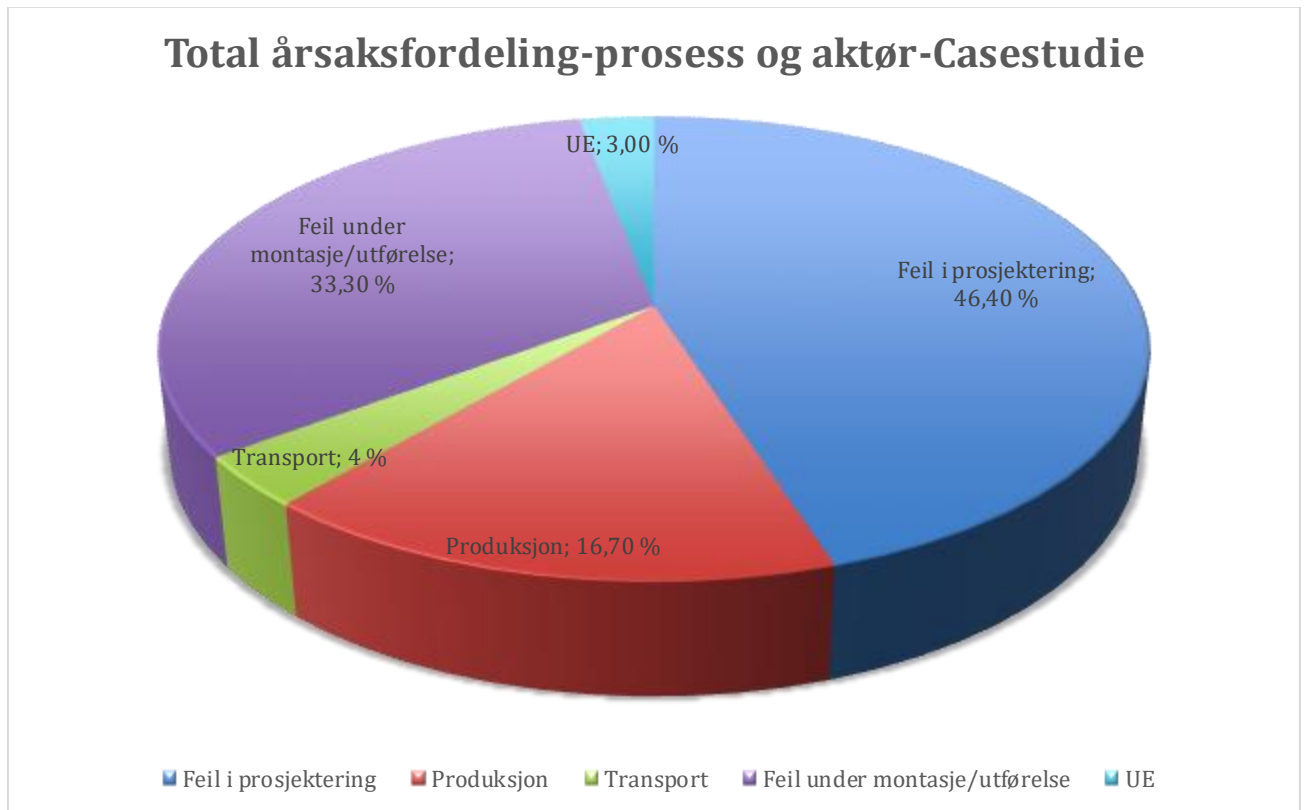
Selv om mangler er tilskrevet enkeltpersoner, kan den grunnleggende årsaken bli funnet i organisatoriske fenomener [43].

Ofte er det flere årsaker til den samme feilaktige handlingen. Det kan være enten kombinert årsaker, eller en kjede av årsaker. Av den grunn er begrepet «root cause» ofte brukt for å beskrive de mest grunnleggende årsakene til en uønsket tilstand.

Dersom grunnårsaken «root cause» blir eliminert, eller korrigert vil dette kunne forhindre tilbakefall av defekten [43]

12.6 Fremstilling av total årsaksfordeling av casestudien

Som det kommer frem av Figur 12-12, står prosjekteringsfasen i min casestudie for flest meldt avvik. Dett samsvarer med teori.



Figur 12-12 Total årsaksfordeling- Casestudie

13 Diskusjon

I alle casene er det tydelig at det prosjektering av ytterveggselementene som er hovedårsaken til avvikene, se figur 12-12.

Teamene som vil bli diskutert er først hvilke avvik som går igjen, hvor i gjennomføringsprosessen grunnlaget for de meldte feilene har oppstått, deretter konsekvensene av meldte avvik og til sist hvordan man i senere tid kan unngå slike avvik. Dette sett i lys av min litteraturstudie sammen med casestudie.

13.1 Meldte avvik

I dette Kap. Vil jeg ta for meg avvikene som er meldt i casene, avvikene er naturligvis relatert til klimaskjerm - yttervegg da det er hva jeg har satt søkelys på i masteroppgaven. Avvikene som er meldt av de ulike respondentene er av varierende fylde, noen holder seg til veggelementene mens andre melder avvik generelt. Det har dermed vært en slags dokumentstudie av avvikene jeg har fått inn av respondentene.

13.1.1 Yttervegg

I Figur 8-7 «Skadefordeling på konstruksjonsdel» er så mye som 36% av prosessrelaterte byggskader relatert til yttervegg. Dette er sammenlagt med vegg under og over terreng.

Avvikene som kom frem i casestudien dreide seg om mangler av utsprang, kantbjelker som treffer stendere, hjørner som ikke passer, for små utsparringer, kledning som er for kort, hjørner som ikke møtes, luftlekkasjer og generelt skader på kledning og dører.

Dette har da resultert i mye komplimenteringsarbeid både innvendig og utvendig.

Leverandør av ytterveggselementer sier følgende:

«Vi må unngå at det blir hull i elementene når dette skal monteres. Dersom man lager i hull i elementene etter at det er produsert kan man risikere at det fører til fukt og andre skader»

I flere av casene er det rapporter om komplementeringsarbeid som fører til perforering av kledning, det er jo da bekymringsverdig når leverandør selv melder om risikoen ved dette. Når både leverandør og prosjektleder er klar over dette bør det foreligge bedre rutiner for å unngå dette i fremtiden, da konsekvensen er stor.

Utfordringer knyttet til bygging med ytterveggselementer er meldt i alle caser problemet med å få bygget tett med tanke på korrekt utførelse av dampsperre og vindsperre, da det er mye kronglete vinkler rundt for eksempel etasjeskille. Å få plasten rundt dekkeforkanten og at den forblir hel under montasje er utfordrende og det krever høyt fokus av de utførende. Dette kommer da frem av lekkasjer som har vist seg da bygget trykktestes, både balkonger og parkeringshus hadde lekkasjer.

Dette har da krevd utbedring på byggeplassen for å få lekkasjetallet ned til hva som er i prosjekteringsunderlaget om energiberegninger.

En av respondentene nevner at ytterveggselementene blåseisolerer, som det kommer frem i teori så blåses ofte luftesjiktet bak panelet feil noe som fører til fukt ved slagregn. Mangelfull tetting av elementfuger er også en av aspektene som kommer frem av teori som fører til fukt dersom det ikke oppdages. Dette er byggskader som vil vise seg i senere tid etter kunde har flyttet inn.

I case 2 ble det meldt om en pågående sak relatert til membran på terrasseelement. Terrasser kommer ferdig med membran, denne må en tredje part sveise sammen med membran som henger på veggelement. Da de utførte trykktesting, ble det oppdaget flere lekkasjer.

Tredjepart, som sveiset terrassemembran mot membran på ytterveggselement mente feilen skyldes dårlig produksjon, mens leverandør av yttervegg skylder på dårlig utførelse og håndverk fra tredjepart.

På spørsmål om hvordan dette kunne være unngått svarer respondenten:

«Dette er mulig å unngå ved at en tredjepart tar alt membranarbeidet ved terrasser. Ikke splittet mellom leverandør og tredjepart slik den her nå».

Samtlige entreprenører nevner at det er mye endringer med ytterveggselementene under montasje noe som fører til perforering av damp- og fuktsperre.

«Det er mye kronglete vinkler og rundt etasjeskille, derfor kreves det mye modifikasjoner på byggeplassen for å tette bygget»

Det kan virke som at produsent av elementene ikke har helt oversikt over hvor mye endringer som er nødvendig, eller om dette ikke kommer frem i intervjuet.

13.2 Årsaker til avvik

I dette kapittelet vil jeg gå igjennom faseårsaken til avvikene som kom frem i casestudien og eventuelle konsekvenser av dette, sett i lys av teori.

13.2.1 Prosjektering

Figur 8-10 er en oversikt over hvor i byggeprosessen byggskade oppstår, eller hvor i byggeprosessen grunnlaget for en senere feil skjer. Der kommer det frem at prosjekteringsfasen er høyest med 40% dernest bygging med 30%. Både teori og resultater fra casestudie viser at prosjekteringsfasen er den fasen som legger størst grunnlag for byggskade, videre kommer utførelse/montasje som nummer to.

Av Figur 8-10 er det ingen fase som heter produksjon slik jeg har i min case-studie. Det kan kanskje tolkes at figurens «bygging» er «produksjon, montasje og utførelse». Dermed kan det forstås at tallene fra figur er hentet fra plassbygd løsning da produksjon skjer på byggeplass og derfor vil kalles bygging.

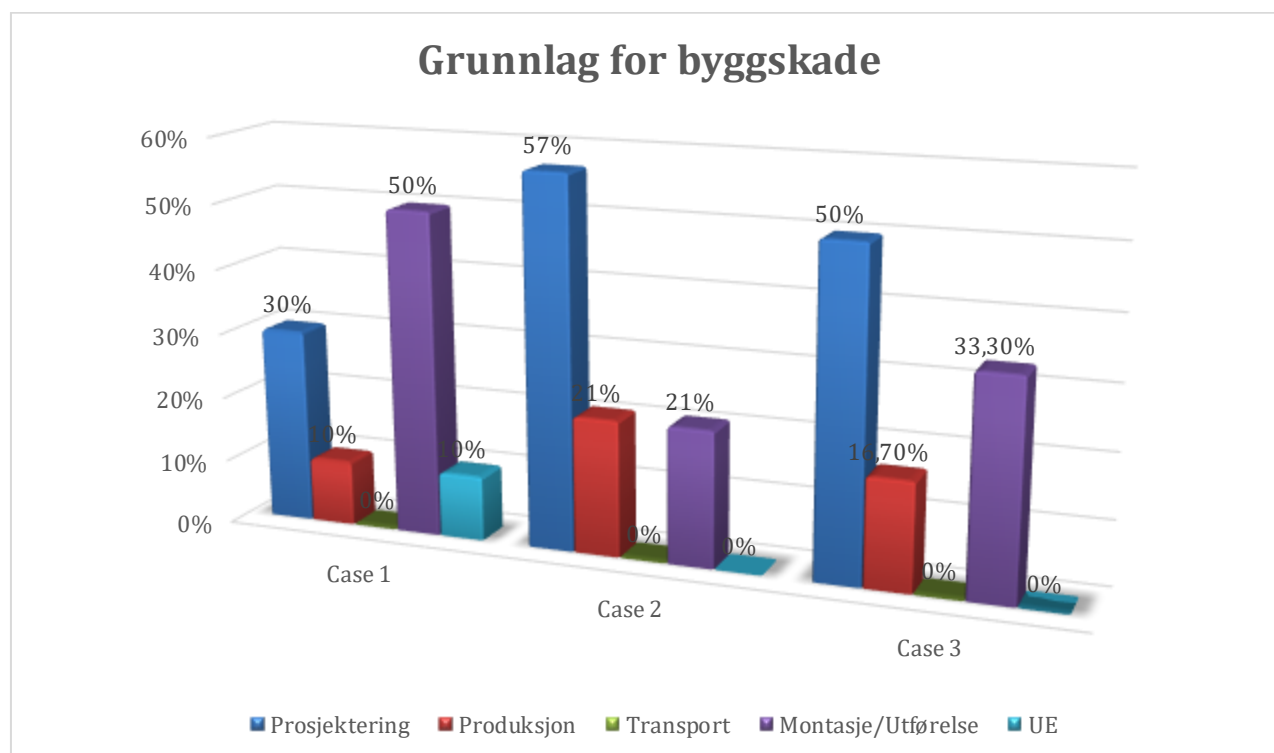
Alle respondentene påpeker viktigheten av en nøye og god prosjekteringsfase, spesielt ved benyttelse av prefabrikkerte elementer da låsefrister blir satt og endringer fører til store tids- og økonomiske konsekvenser.

Hva som ligger i en «god» prosjekteringsfase er presisert av respondentene som låsefrister og unngåelse av endringer.

Ifølge teori er en «god» prosjektering mye mer enn dette. At begreper som «god» «dårlig» blir brukt viser at det er noe manglende kunnskap om hva som ligger i denne fasen, noe som kanskje er en av årsakene til at prosjekteringsfeil og prosjekteringsunlatelser står for hele 50 % av byggskader som oppstår.

I casestudien la prosjekteringsfasen grunnlaget for flest meldte avvik i to av tre caser. I Case 2-og 3 står prosjekteringsfeil og/eller prosjekteringsunlatelser for hele 57% og 50%.

I case 1 står Produksjon høyest. Når det er sagt så foregår produksjon på bakgrunn av prosjektering, dermed kan det tolkes at disse to fasene går noe «hånd-i-hånd».



Figur 13-1 Oversikt over hvor grunnlaget for byggskade oppstår fra casestudie

En av respondentene legger frem viktigheten av låsefrister for å unngå endringer som vil føre til at planlagt fremdrift ikke opprettholdes.

«I prosjekter kan det ofte skje endringer som vil påvirke vårt arbeid etter at vi har startet opp med for eksempel tegninger, bestillinger etc. Det er derfor viktig at man legger fram låsefrister som er gjeldene for endringer fra alle de involverte i prosjektet»

Å ha låsefrister er viktig i et prosjekt, men dersom det er viktig avgjørende og kritiske endringer som må foretas bør terskelen for at dette komme frem være såpass lav at beskjeder faktisk blir gitt. Kostnad for å gjøre slike endringer er kanskje av så stor konsekvens at det ikke nevnes, dermed er ikke kvaliteten på boligen kanskje i størst fokus for entreprenørene.

Felles for alle respondentene er at RIB¹⁵ og ARK¹⁶ er aktørene som oftest gjør endringer etter frister, noe som fører til forsinkelser i fremdrift.

Det kommer frem at fremdriften i prosjektet ofte er påvirket av størrelsen på prosjektet og spesielt i et prosjekt der det er flere forskjellige parter involvert. RIB, RIV, EL, ARK osv. Under større prosjekter bør det være tettere samarbeid med disse partene, i og med at det er større systemer som skal inn i bygningen.

Ved slike prosjekter kan det ofte skje endringer som vil påvirke aktørenes arbeid etter oppstart av for eksempel tegninger og bestillinger etc. Det er derfor viktig at man legger fram låsefrister som er gjeldene for endringer fra alle de involverte i prosjektet.

Fremdriften på byggeplass påvirker også fremdrift for montering, da elementene ikke kan bli levert før de er klare på byggeplass. Der det ofte kan oppstå problemer for fremdriften av prosjektet, er at kunden ikke har klargjort byggeplass i tide eller at andre innleide parter ikke leverer sitt arbeid tidsnok. Det kommer frem at ytterveggsleverandør ofte opplever dette, at andre innleide parter ikke har overholdt fristene og endringer har kommet som vi ikke får endret da produksjonen av elementene dette omhandler er ferdig.

«En kjent regel i firmaet, er at det tar mye lengere tid å gjøre reparasjoner og endringer ute på byggeplass enn inne i hallen»

Det er tydelig utfordringer knyttet til prosjekter hvor interaksjon foregår mellom mange forskjellige grupper, som møtes i korte perioder før de skal jobbe i andre «team» og på andre prosjekter.

Ifølge teori og informasjon fra respondenter er endringsmulighetene med lavest konsekvens i starten av prosjektet, jo lengre ut i prosjektet man kommer, jo større blir priskonsekvens, dette samsvarer også med Figur 12-11.

¹⁵ Rådgivende ingeniør bygg [44] S. NORGE. (2014). *Standarder for byggfag* [Online]. Available: <https://www.standard.no/nettbutikk/standarder-for-byggfag/>

¹⁶ Arkitekt [44] *ibid.*

13.2.2 Montasje/ Utførelse

I Teori vektlegges at økt kompetanse er enda viktigere når det plassbygges, enn ved benyttelse av prefabrikkerte elementer. Det kommer frem at ved plassbygging kreves det god kompetanse i de utførene leddene, da konstruksjonsdetaljer ofte blir overlatt til entreprenør eller byggherre. Dette krever at de utførende har egenskap til å løse tekniske spørsmål som oppstår i byggeprosess og at dette unngås ved benyttelse av prefabrikkering da produksjonen er ferdig da elementene kommer til byggeplass. Dette blir også presisert av en av respondentene.

«Ved tradisjonell bygging blir flere løsninger valgt på byggeplass eller under produksjonen. Håndverkeren selv kan bestemme løsningen som ikke bestandig er den gunstige, dette unngår man ved prefabrikkering. Her er det gode gjennomarbeidede løsninger da alle elementer er tegnet ut på forhånd. Altså all prosjektering er gjort før montering»

På den andre siden forteller samtlige respondentene at det er kan være store utfordringer knyttet til montasje og utførelse av elementer, noe som faktisk krever god og løsningsorientert kunnskap av de utførende på plassen. Det som trekkes frem er utfordringene knyttet til montasje av damp- og fuktspærre for å få bygget tørt noe som krever god og nøye utførelse.

Mye vinkler og kronglete utforminger gjør at det foretas løsninger «der- og da» noe som tilsier at det faktisk bør være god kunnskap av de utførende ute på byggeplass.

En av respondent forteller at de fleste montasjeteam er gode på de «ordinære» løsningene, men så fort det er noe annet oppstår det problemer, noe som forlenger og fordyrer byggeprosessen.

Når balkonger ble trykktestet ble det oppdaget 9 lekkasjer. Samtlige av disse kunne spores til mangelfull sveising av membran og/eller manglende membran. Der utførelsen var dårlig hadde skjøter blitt tapet over, men dette var ikke godt nok.

Montasjeteam bør i likhet med økt kompleksitet på konstruksjonsløsninger også bli bedre rustet til å håndtere komplekse montaseløsninger. Dersom de på forhånd vet om ulike fag de må samarbeide med for å få montert sine veggelementer bør det kanskje foregå en ytterligere kommunikasjon med dem i forkant.

På den måten kunne avvik som nevnt ovenfor med en tredjepart som skulle sveise terrassemembran mot membran på ytterveggselementene blitt unngått.

13.2.3 Mangelfull informasjonsflyt

I case 1 er det en pågående sak om skader i våtrom, med mye sprukne flis hvor ansvarsfordelingen ikke er klargjort pga. mangelfull dokumentasjon. Utbygger sier følgende:

«Vi har forlangt at en dokumentasjon fra prosjekterende at løsningen tilfredsstillende TEK10. Denne saken pågår»

Prosjektleders kommentar på dette er;

«Saken ble aldri dokumentert betryggende og har hele tiden vært diskutert. Saken er per dags dato ikke lukket»

Kap. 8.10 sier blant annet at en av grunnene til prosessforårsakede byggskader er at spørsmål og endringer som oppstår underveis ofte tas muntlig. Dette fører til problemer med ansvarsfordeling.

Ved å dokumentere underveis i prosjektet ville dette vært unngått og presiseres av en av de andre respondentene. Denne respondenten arbeider i samme leverandørselskap som melder om at saken om badetrom var lite betryggende dokumentert. Det er da tydelig at det foreligger ulike arbeidsrutiner, eventuelt at prioritering foregår annerledes:

«Det viktigste er at all kommunikasjon foregår skriftlig, og at alt man har gjort eller avtalt kan dokumenteres dersom noe skulle være uklart i ettertid»

I teorien kommer det frem at prosessrelaterte byggskader har størst potensialet for å bli redusert av prosjektorganisasjonen og tiltakshaveren.

Samtlige respondenter svarer spørsmål om forbedring at de ønsker en bedre informasjonsflyt mellom ARK og RIB dersom det utføres endringer.

«En målsetting bør være bedre varsling fra ARK ved revidering».

Det rapporteres om at ARK og RIB stadig gjør endringer som ikke informeres om i tide, ofte etter ferdig prosjektering og etter låsfrister. Dette var rapport i to av casene. Stålsøyle fikk feilplassering da arkitekt endret plassering etter at yttervegsleverandør var ferdig prosjektert. Den andre feilen var feilrapportering ang vinduer fra arkitekt som fikk konsekvens at alle vinduer måtte monteres på byggeplass.

En av de andre avvikene som ble meldt var at hvitevarer ikke var tilkoblet. Dette ble oppdaget av kunden selv da de overtok leilighet og ikke ved overlevering eller på overtagelsesbefaring. Jfr. kap. 8.13 om sjekklister ved overtagelse som omhandler å sjekke tilkobling av hvitevarer.

På andre siden rapportere utbygger følgende:

«Det ble benyttet overtagelsesprotokoll mellom kunde og selger(oss) hvor vi gikk rom for rom og sjekket overflater, el-opplegg, sanitær og kjøkken»

At kjøkken ble sjekket, men likevel ikke ble koblingen av hvitevarer sjekket, viser at denne sjekklisten enten er mangelfull, eller at befaringen i seg selv er mangelfull fra utbygger sin side.

Fra kundens sitt ståsted er det essensielt å få avdekket så mye avvik som mulig før overtakelse protokoll blir signert.

«Når forbrukeren overtar boligen, overføres all risiko fra entreprenør» jfr. Kap. 8.13

Uavhengig av reklamasjonsrett, feil som oppdages etter overtagelse vil kreve at kunden kan legge frem fylldig og korrekt dokumentasjon, og kan bli særs tidskrevende

Fra kundens ståsted kan det være aktuelt å påta seg en ekstra kostnad ved å ha med seg en takstmann, eller annen fagkyndig på denne befaringen.

Ifølge teori er de fleste byggskader forårsaket av fukt, faktisk så mye som 76%. Våtrom er en av de viktigste områdene kunde bør sjekke ved overtagelse og én av de mange årsakene til feil på våtrom er sprukne fliser og fuger. Ifølge case 1 var det på det aktuelle prosjektet mye sprukne flis i våtrom i flere av leilighetene. Dette ble oppdaget på forbefaringer, overtagelse, men også i etterkant.

I komplekse prosjekter er det mange bidragsytere fra ulike organisasjoner, selv for erfarne team kan denne komplekse prosessen oppleve å overlevere informasjon til feil tidspunkt og av feil kvalitet.

13.3 Hvordan ta lærdom

13.3.1 Avvikshåndtering

Det viser seg at samtlige entreprenørselskaper som var med, ikke har oversikt over reklamasjoner, dette gjelder også på generelt grunnlag ikke bare på de aktuelle prosjektene.

Ulike aktører har vært kontaktet i løpet av prosjektperioden, alt fra forsikringsselskaper, statistisk sentralbyrå, huseiernes landsforbund mm uten hell med oversikt.

En av de store entreprenørselskapene opplyser at de var i kontakt med leder for etterarbeid, som heller ikke har denne oversikten. Oversikten entreprenørene har er hvor mye selskapet per år benytter på utbedringer av feil/mangler. Hva som utbedres er heller ikke spesifisert.

Alle entreprenørene benytter seg av avvikssystemer. Entreprenørene er myndighetspålagt til å føre opp avvik som er oppdaget og gjøre tiltak frem til de er lukket.

Inge av respondenten nevner at avvikene blir systematisert slik at bedriften eventuelt kan finne fellesnevner eller muligheter for forbedringer.

Likevel ble begrepet reklamasjon og avvik møtt av respondenter som noe angripende og utfordrende. Kommunikasjon rundt disse teamene førte fort inn på skyldspørsmål og håndtering av de enkelte sakene. Negative assosiasjoner til begrepene var tydelig hos respondenter, unntatt én:

«Meldte avvik er ikke et tall på hvorvidt et prosjekt går bra eller dårlig, det er en arbeidsmetodikk, som er helt nødvendig. I prosjekter hvor det er meldt mye avvik viser bare at disse avvikene ble oppdaget»

Jeg spør da om dette implisitt vil si at prosjekter med få meldte avvik har mye skjulte feil/mangler noe respondenten sier seg enig i.

Dersom dette stemmer er det bekymringsverdig hvor mye skjulte feil det kan finnes i nybygg.

Flere steder er det nevnt at folk som bygger på prosjekter er team som møtes i korte perioder, samles om et mål for så å skilles igjen, dermed kan et langsiktig resultatmål for prosjektet være vanskelig.

I et prosjekt har de utøvende aktørene tradisjonelt et kort tids perspektiv som slutter med overlevering av resultatet til eieren.

For å lykkes må de ha ett lengre tidsperspektiv. En av respondentene nevner dette med å lære av avviksfeil. Dette lar seg ikke gjøre dersom det ikke systematiseres og brukes til formål om å lære.

Det er tydelig at systematisering av avvik vil være nødvendig. En av respondentene ble spurt om hva h* n mente byggfeil kunne forebygges:

«Ta med erfaringen fra tidligere avvik».

Av teori presiseres dette som et viktig forebyggende tiltak mot prosessrelaterte byggskader da feil som blir begått viser seg å gå igjen og at aktøren som begår feil også er den samme. Lære av feil, god kvalitetsledelse og gode styringssystemer er helt nødvendig.

13.3.2 Prosjektering

Briefing i forkant av prosjektering er også en prosess som kunne bli bedre klarte å hjelpe eliminere usikkerhet og rearbeid i prosjektering- og byggefasene. Kunnskap om prosessrelaterte årsaker nevnt i teori er helt nødvendig. Tidlig, uavhengig kontroll av prosjekteringsfasen, så få aktører som mulig, men fortsatt opprettholde spesialkunnskap der det er nødvendig. God informasjonsflyt igjennom hele byggeprosessen.

For å unngå dette ville det være helt essensielt med en inngående og nøye kontroll av prosjekteringen. Ved å utføre tidlig og uavhengige kontroller av prosjekteringen vil dette bidra til å redusere risikoen for skader.

Inngående i et prosjekt vil det som det kommer frem i Kap. 8.6.2 om prosjektperspektiv, om å veksle mellom et «innside»- og «utside»-perspektiv øke beslutningsgrunnlaget. Ved å se hvilke utfordringer som er være i liknende prosjekter og overføre det til «sitt eget».

Videre vil menneskelige barrierer ha en stor effekt på hvorvidt mennesker tar lærdom av erfaringer. Ifølge teori vet «en selv» best, man søker kunnskap og informasjon som støtter sin egen oppfatning og på den måten utvides ikke informasjonsgrunnlaget, noe som på sin side utelukkende vil redusere beslutningskvalitet.

Et viktig hjelpemiddel for å motvirke dette og faktisk øke beslutningskvalitet er å vurdere det motsatte av hva enn selv tenker. Dette vil hjelpe oss i å ta bedre beslutninger da informasjonsgrunnlaget øker. Dette vil si at du har en teori eller oppfatning, dernest skal individene tenke muligheter for at denne oppfatningen er feil.

13.3.3 Informasjonsflyt

I case 2 ble det meldt om en pågående sak relatert til membran på terrasseelement som førte til luftlekkasjer. Terrasser kommer ferdig med membran, denne må en tredjepart sveise sammen med membran som henger på ytterveggs element.

På spørsmål om hvorvidt slike feil kan unngås i fremtiden svarer respondenten:

Dette er mulig å unngå ved at en tredjepart tar alt membranarbeidet ved terrasser. Ikke splittet mellom leverandør og tredjepart slik den her nå.

Det å ikke ha flere aktører enn helt nødvendig vil være et viktig aspekt, dette kommer også frem av teori. I dag er prosjektering en prosess som er blitt mer avansert og mer kompleks ettersom spesialkunnskap hos ulike aktører øker. Innenfor prosjektene er det mange bidragsytere fra ulike organisasjoner noe som gjør det til en kompleks prosess.

Å redusere antall involverte parter, dersom det er mulig, kommer frem av respondent for case 3. Prosjektet hadde flere krevende tak-, vindu-, og balkong-detaljer. De vurderte derfor i sin prosjekteringsfase at det ville være en fordel å få inn leverandører som kun drev med slike detaljer, for å hjelpe arkitekt og bygningsfysiker med arbeidstegninger for å få et tett bygg.

Dette viser at det er behov for spesialkunnskap, men at det bør i forkant avgjøre hvem som skal ha slike detaljer, og ikke fordele oppgavene som er av samme art hos ulike aktører.

14 Konklusjon

Det er et gjennomgående tema fra teori, utbygger og prosjektledere og det er viktigheten av en presis og god prosjekteringsfase, og at aktørene faktisk har visshet i hva som ligger i begreper som «god» og «presis».

Flere av feilene som respondenter rapportere om hadde sin grunnleggende feil i mangelfull prosjektering. Dette samsvarer med teori som sier at nesten 50% av alle byggskader skyldes prosjekteringsfasen. Her da enten feil i prosjekteringen og/eller prosjekteringsunnlatelser. Dette er da den fasen som har størst forbedringspotensialet for å forebygge prosessrelaterte byggskader.

Det er enighet i om hvorvidt prosjekteringen legger grunnlag for hvordan resten av produksjonen foregår og hvorvidt et prosjekt er utført suksessfullt.

Byggefeilene i denne oppgaven viser at prosjekteringsfasen står for ca. 47% sammenlagt av de tre casene og er da gjennomføringsfasen med flest rapporterte feil. Casene alene står prosjekteringsfasen for flest meldte avvik i to av tre caser.

Feil, mangler og kvalitetsavvik er noe som preger byggeprosesser og bygg. Bestillingskompetanse ved innkjøp er ofte lav noe som fører til mangelfull kvalitet. Det at kostnadsfokuset er større enn kvalitetsfokuset fører til kortsiktig investeringer. Byggenæringen er preget av mye svart arbeid og uetisk praksis.

Lavest pris er hovedfokus ved utarbeidelse av kontrakter og utvelgelse av leverandør. Mangelfullt samarbeid og endringer som stadig oppstår fører til mistillit, forsinkelser og økte kostnader.

For å unngå dette er en nøye og presis prosjekteringsfase viktig da det vil redusere usikkerhet, forbedre kvalitet og dermed øke den samlede ytelsen i byggeprosjekter. Låsefrister som overholdes av samtlige involverte parter og fokus på menneskelige barrierer vil redusere de prosessrelaterte byggskadene. Dette vil da kreve god administrering av disse fagene.

En bedre prosjekteringsfase vil gi en overlevering med færre avvik, og på den måten øke verdien for entreprenør og bruker.

15 Anbefalinger

- Innenfor prosjektene er det mange bidragsytere fra ulike organisasjoner. Dette fører til et behov for å indentifisere ledelsesoppgaver og hvordan dette skal administreres for å lykkes. Det ville derfor være av interesse å se hvordan ulike bedrifter implementerer LEAN eller annen form for organisering.
- Det ville være av interesse å se om det noen sammenheng mellom hvilke kontrakter som blir kontrahert, og påvirkningen den ev. har på gjennomføringsmodellen.
- Intervju av underentreprenør, konsulenter og leverandører på samme prosjekt vil le økt forståelse ytterligere.
- Se på hvilke menneskelige barrierer som ligger til grunn for å øke beslutningskvalitet.
- Se på økonomiske konsekvenser av avvik.

16 Referanser

- [1] T. Ingvaldsen, "Byggskadeomfanget i Norge. Utbedringskostnader i norsk bygge-/eiendoms-bransje- og erfaringer fra andre land.," Norges byggforskningsinstitutt1994, vol. 163 Available: file:///C:/Users/Bruker/Downloads/Prosjektrapport163%20(2).pdf, Accessed on: 15.04.
- [2] S. Byggforsk. (2010, 03.03.2019). *Byggskader. Oversikt* [Online]. Available: https://www.byggforsk.no/dokument/629/byggskader_oversikt#i826
- [3] T. Ingvaldsen, "Byggskadeomfanget i Norge (2006), En vurdering basert på et tidligere arbeid og nye data," 2008, Available: file:///C:/Users/Bruker/Downloads/V_INFO_PUB_Utgivelser_Projektrapport_SINTEF%20Byggforsk%20prosjektrapporter_SB%20prapp%2017_Nett_SB_Pr_17.pdf.
- [4] BYGG21. (2014). *Sammen bygger vi framtiden. En strategi for en konkurransedyktig bygg- og eiendomsnæring* [Online]. Available: <https://www.bygg21.no/contentassets/e6205a34fc464ceda13f15ee43dcb34b/sammen-bygger-vi-framtiden-2014.pdf>
- [5] B. H. N. Petter Eiken, Inger Anne Rongve, Arne Vinorum, Tone Strand Molle, Halvor Langseth, Fatma Bhanji Jynge, "Programstyrets sluttrapport," Byggekostnadsprogrammet2010, Available: <https://www.regjeringen.no/contentassets/ed02fe66c4284b4bb7a2e6bc86e6e9bd/sluttrapport.pdf>.
- [6] K. R. I. o. a. n. rolstad, "Delrapport fra prosjekt 14309 i Byggekostnadsprogrammet," SINTEF Byggforsk2009, vol. Prosjektrapport 34 Available: file:///C:/Users/Bruker/Downloads/V_INFO_PUB_Utgivelser_Projektrapport_SINTEF%20Byggforsk%20prosjektrapporter_SB%20prapp%2034_Nett_SB%20prapp%2034%20(1).pdf, Accessed on: 12.03
- [7] C. A. o. Entrepriserettsadvokater.no. (2018, 27.02.2019). *Viktige begreper og definisjoner i forbindelse med byggeprosjekter* [Online]. Available: <https://www.entrepriserettsadvokater.no/sameier-og-borettslag/viktige-begreper-og-definisjoner-i-forbindelse-med-byggeprosjekter/>
- [8] M. Reusch. (2017). *tiltakshaver* [Online]. Available: <https://snl.no/tiltakshaver>
- [9] A. C. A. o. Entrepriserettsadvokater.no. (2018). *Totalentreprise – valg av løsninger, kontrollansvar, uteglemte poster, skader m.v.* [Online]. Available: <https://www.entrepriserettsadvokater.no/totalentreprise/totalentreprenorens-ansvar-loesninger-kontrollansvar-my/>
- [10] K. I. Edvardsen, T. Ramstad, T. Haug, J. Saltnes, and S. Byggforsk, *Trehus*, 9. utg., 4. rev. oppl. ed. (H?ndbok (Norges byggforskningsinstitutt : trykt utg.)). Oslo: Sintef byggforsk, 2010.
- [11] J. V. T. (NTNU). (2018). *prefabrikasjon* [Online]. Available: <https://snl.no/prefabrikasjon>
- [12] A. Beim, J. Nielsen, and K. S. Vibæk, *Three ways of assembling a house*. 2010.

- [13] A.-J. Almås, J. Gåsbakk, T. Bøhlerengen, and M. Klinski, "Modulbygg – like godt som plassbygde løsninger?," SINTEF ByggforskSBF2014F0412, 17.12., 2014, Available: <http://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/Komp/Modulbygg%20like%20godt%20som%20plassbygde%20losninger.pdf>.
- [14] Ø. T. U. i. Agder). (2019). *opsjon* [Online]. Available: <https://snl.no/opsjon>
- [15] E. Hallingby, "Gjennomføringsmodell," 2019.
- [16] M. El Reifi, S. Emmitt, and K. Ruikar, "Developing a conceptual lean briefing process model for lean design management," in *21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013*, 2013, pp. 325-334.
- [17] *Forskrift om bruk av kjøretøy*, 1990.
- [18] M. B. AS. *Bygg og Anlegg-Enkeltmoduler • Dagrigger • Boligrigger* [Online]. Available: <https://www.basutleie.no/files/Brakker/Byggmoduler%20Moelven.pdf>
- [19] BYGG21, "Veileder for fasenormen «Neste Steg» -Et felles rammeverk for norske byggeprosesser.," NORSKE EIENDOM- Bransjeforening for ledende eiendomsaktører2015, Available: https://www.bygg21.no/globalassets/dokumenter/nestesteg_fullversjon.pdf.
- [20] G. KIRKEBØEN*, "Beslutninger på svakt informasjonsgrunnlag. Tilnærminger og utfordringer i prosjekters tidlige fase," in "Skjevheter i fagfolks skjønn: Hvordan kan beslutningstaking forbedres?," NTNU Concept rapport Nr 17 Available: https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/228088/305262_FULLTEXT01.pdf?sequence=2#page=18, Accessed on: 05.05.
- [21] V. Knotten, F. Svalestuen, G. K. Hansen, O. J. P. E. Lædre, and Finance, "Design management in the building process-a review of current literature," vol. 21, pp. 120-127, 2015.
- [22] G. S. B. (UiS). (2014). *rammebetingelser* [Online]. Available: <https://sml.snl.no/rammebetingelser>
- [23] *Lov om avtaler med forbruker om oppføring av ny bustad m.m. (bustadoppføringslova)*, 2007.
- [24] R. Helde, "Veiledning om reklamasjonsrettigheter," Forbrukerrådet2004, Available: <https://docplayer.me/1789825-Veiledning-om-reklamasjonsrettigheter.html>.
- [25] Advokatfirmaet RUV *Reklamasjon* [Online]. Available: <http://jusinfo.no/index.php?site=default/721/1186/1197/1198>
- [26] *Lov om avtaler med forbruker om oppføring av ny bustad m.m. (bustadoppføringslova)*, 1998.
- [27] Regjeringen. (2010). *Bokmål-nynorsk ordliste for plan- og bygningsloven* [Online]. Available: <https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/plan--og-bygningsloven/plan/veiledning-om-planlegging/Bokmal-nynorsk-ordliste/Ordlister-bokmal-nynorsk---plan--og-bygningsloven/id612981/>
- [28] Advokat. *GARANTI ELLER REKLAMASJON* [Online]. Available: <https://advokat.no/kompetanseomraader/eiendomsrett/kjopsrett/garanti-eller-reklamasjon/>
- [29] *Lov om avtaler med forbruker om oppføring av ny bustad m.m. (bustadoppføringslova)*, 2019.

- [30] L. Schmidt, "Hvordan kjøpe en bolig som ikke finnes?," NIBR, Norsk institutt for by- og regionsforskning 2008, Available: http://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/3449/hvordan_bolig.pdf.
- [31] D. J. Koehler and N. Harvey, *Blackwell handbook of judgment and decision making*. John Wiley & Sons, 2008.
- [32] Anders Q. Nyrud, Kristian Bysheim, Geir Glasø, and T. Nord, "Industrielt trebyggeri: Erfaringer fra norske prosjekter," Norsk Treteknisk Institutt 83, 2011, Available: <http://www.treteknisk.no/resources/filer/publikasjoner/rapporter/Rapport-83.pdf>.
- [33] D. I. Jacobsen, *Hvordan gjennomføre undersøkelser? : innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, 3. utg. ed. Oslo: Cappelen Damm akademisk, 2015.
- [34] De nasjonale forskningsetiske komiteene. (2010). *Kvalitative og kvantitative forskningsmetoder – likheter og forskjeller* [Online]. Available: <https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/medisin-og-helse/kvalitativ-forskning/1-kvalitative-og-kvantitative-forskningsmetoder--likheter-og-forskjeller/>
- [35] A. H. Henriksen. (2018). *iterativ* [Online]. Available: <https://snl.no/iterativ>
- [36] O. Dalland, *Metode og oppgaveskriving for studenter*, 5. utg. ed. (Metode og oppgaveskriving). Oslo: Gyldendal akademisk, 2012.
- [37] T. J. T. C. J. o. A. R. Aberdeen, "Yin, RK (2009). Case study research: Design and methods . Thousand Oaks, CA: Sage," vol. 14, no. 1, pp. 69-71, 2013.
- [38] C. Reusch. (2005). *kontradiksjon – jus* [Online]. Available: <https://snl.no/kontradiksjon-jus>
- [39] M. Dalen, *Intervju som forskningsmetode*, 2. utg. ed. Oslo: Universitetsforl., 2011.
- [40] B. AS. (2017). <https://byggmesteren.as/2017/01/04/vil-digitalisere-norsk-byggebransje/> [Online]. Available: <https://byggmesteren.as/2017/01/04/vil-digitalisere-norsk-byggebransje/>
- [41] holte. *HOLTEPORTALEN - ALT I ETT SYSTEM* [Online]. Available: <https://holte.no/no/programvare/kvalitetssikring-internkontroll/>
- [42] C. Gray and W. Hughes, *Building design management*. Routledge, 2007.
- [43] P.-E. Josephson and Y. J. A. i. c. Hammarlund, "The causes and costs of defects in construction: A study of seven building projects," vol. 8, no. 6, pp. 681-687, 1999.
- [44] S. NORGE. (2014). *Standarder for byggfag* [Online]. Available: <https://www.standard.no/nettbutikk/standarder-for-byggfag/>

17 Vedlegg

Se egen fil for vedlegg.

17.1 Møtereferat

17.2 Fremdriftsplan

17.3 Intervjuguide

17.4 Avvik

17.5 A3-Poster