



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Systematisk ferdigstillelse av Vaksdal skule

Systematic completion of Vaksdal skule

Vikash Shaw, Sivert Sve, Ermin Skripic

Bachelor i ingeniørfag – Bygg

HVL Bergen / Institutt for byggfag / BYG350

Loftur T. Jonsson

30.05.2022

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Forord

Denne bacheloroppgaven indikerer slutten på tre års høyutdannelse hos Høgskulen På Vestlandet (HVL). Bacheloroppgavefaget BYG350 hos instituttet stiller med 20 studiepoeng i begrenset tidsramme. Arbeidet som foregikk har vært krevende med mange utfordringer, som skyldes verdens krisene, pandemien og krigen i Ukraina.

Vi ønsker derimot å takke til alle som har bidratt under utførelsen av denne bacheloroppgaven, og en stor takk til totalentreprenøren for å jobbe i lag med oss. Stor takk til vår hovedveileder Loftur Thor Jonsson. for støtten og veiledning til oppgaven. Samt takk til eksterne biveilederen Gunnlaugur Trausti Vignisson for bidraget til forståelsen av temaet. Videre vil vi takke prosjektorganisasjonens ledelse hos Vaksdal skule som har bidratt med eksterne hjelp og strålende kunnskap under dybdeintervjuene. Videre vil det takkes igjen for alle eksterne ledd som har vært med å bidra til utførelsen av denne bachelor på den beste mulige måten.

Avslutningen på bacheloroppgaven representerer det avsluttende studiet på HVL. Dette er et stort steg til livet videre, og en avslutning på enda et kapittel i livene våre. Dermed vil vi i tillegg rette takk til familie, og venner for all den støtten, oppmuntringen og tålmodigheten de har gitt oss under de siste 3 årene.

Bergen, 30.05.2022

Ermin Skripic, Sivert Sve og Vikash Shaw

Begrepsavklaring

Gjennom oppgaveteksten kommer det frem ulike assosiasjoner som forkortelser og begreper. Under presenteres det ord og begreper som vil bli tatt i bruk i denne oppgaven, i tillegg til forklaringen på dem. Samtidig antas det at leseren av bacheloroppgaven har relativ god kompetanse om byggebransjen. Med tanke på det vil det ikke bli gitt ytterligere begrepsforklaring igjennom teksten.

Ord/begrep	Forklaring
<i>Drift</i>	Dem som tar driften av bygget etter ferdigstillelse
<i>Bruker</i>	Brukeren av bygget
<i>Tidligfase</i>	Perioden fra om behov oppstår, fram til forprosjekt
<i>Slutfase</i>	Overtakelse av prosjektet
<i>Prosjekteringsprosessen</i>	Oppsummerer både for- og detaljprosjektering
<i>Produksjon/utførelse/byggefasen</i>	Fremviser hvor byggearbeidet håndteres
<i>Tverrfaglig</i>	Nytte av mer enn ett fagdisiplin
<i>Totaltekniske gruppe</i>	En gruppe bestående av entreprenører som tar hånd over tekniske systemene
<i>Funksjonsbeskrivelse</i>	Beskrivelse av de funksjoner et gitt system skal ha og hvordan installasjonen skal fungere i praksis.
<i>FAT (fabrikktest)</i>	Fatcory Acceptance Test
<i>Funksjonstest</i>	Test av system på byggeplass med tilkoblet relevant utstyr som dokumentere om de tekniske ytelse er kontraktmessige
<i>Integrasjonstest</i>	Test av samspillet mellom 2 eller flere tekniske

	systemer som dokumentere om disse fungerer på tvers av systemer og entrepriser
<i>Fullskalatest</i>	Simuleringen av full ordinær drift
<i>Stabilitet- og ytelsestester</i>	Test som dokumenterer at de tekniske systemene fungerer stabilt og at ytelsene er som forutsatt i kravspesifikasjonen
<i>Table test</i>	Test som gjennomføres ved at partene møtes og diskuterer hvordan oppgaven skal løses teknisk
<i>IKT-systemer</i>	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
<i>Funksjonskrav</i>	Krav som formulert som overordnet formål
<i>Kvalitetskrav</i>	Krav til kvalitet
<i>Aktører</i>	BH, ENT, ARK, Drift, RI, RIV, ITB, RITB, TE, TET, RIB,
<i>Byggherre (BH)</i>	Oppdragsgiver eller bestiller eller bekoster av bygget
<i>Entreprenør</i>	Dem ansvarlige for utførelsen
<i>Rådgivende ingeniør (RI)</i>	Konsulent med fagutdannelse som leies inn
<i>Prosjektleder</i>	Dem ansvarlige for gjennomføring av prosjektet
<i>PL SF</i>	Prosjektleder systematisk ferdigstillelse
<i>ITB</i>	Integrerte tekniske bygningsinstallasjoner
<i>RITB</i>	Rådgivende ITB
<i>TE</i>	Totalentreprenør
<i>UE</i>	Underentreprenør
<i>Totalentreprenør</i>	Entreprenør med ansvar for prosjektet

<i>Marginer</i>	Forskjellen mellom to summer, priser eller noteringer
<i>Toppsystemintegrator</i>	En person med overordnet ansvar for systemintegratorene
<i>Systemintegrator leverandør</i>	En person eller en organisasjon som implementerer IT-applikasjoner

Sammendrag

De tekniske installasjoner utgjør en større andel av totalleveransen i nye prosjekter, som har medført at prosjektene i nybygg stadig blir mer komplekse med flere grensesnitt og økning i bruken av komponenter. Annen faktor som preger byggenæringen i Norge er også at de tekniske systemene og deres funksjoner ikke fungerer etter prosjekteringsplanet. Dette øker den totale arbeidstiden og medfører stor andel i økonomisk tap. Løsningen som har økt i betydning er tematikken systematisk ferdigstilling som denne bacheloroppgaven skal handle om. Tematikken legger i grunn en strukturert prosess som skal tas i bruk i alle byggeprosjektets faser. Hensikten er å sikre at kundens forventinger blir møtt.

Bacheloroppgavens formål er å utforske kravene og tiltakene som er presentert i NS 6450 og NS 3935 for Vaksdal skule. Kravene og tiltakene fordeles og avgrenses for hver sin respektive fase og til ansvarlige aktørene i prosjektet. NS 6450 og NS 3935 belyser viktige trekk som ivaretar metodikken. I utførelsen av bacheloroppgaven har det blitt forsøkt å undersøke om ITB, RITB, systemintegrator og byggherre har holdt sine plikter. Bacheloroppgaven søker med å bidra en større forståelse av hva som er forventes å bli utført av selskapet, for å dermed avdekke kritiske punkt om håndtering av tekniske systemer.

Studiet har tatt i bruk en kvalitativ tilnærming og datainnsamling. Det ble utført 4 dybdeintervjuer som angikk om tematikken og standardene. Angivelsen av den teoriske grunnlaget baseres dermed på eldre/tidligere forskning, med innhenting av teorien av betydning for denne oppgaven.

Abstract

The technical installations make up a larger share of the total delivery in new projects, which has meant that the projects in new buildings are becoming increasingly complex with more interfaces and an increase in the use of components. Another factor that characterizes the construction industry in Norway is also that the technical systems and their functions do not work according to the design plan. This increases the total working time and entails a large share in financial losses. The solution that has increased in importance is the topic of systematic completion, which this bachelor will be about. The theme is based on a structured process that will be used in all phases of the construction project. The purpose is to ensure that the customer's expectations are met.

The purpose of the bachelor is to explore the requirements and measures presented in NS 6450 and NS 3935 for Vaksdal skule. The requirements and measures are distributed and delimited for each respectful phase and to the responsible actors in the project. NS 6450 and NS 3935 shed light on important features that safeguard the methodology. In the execution of the bachelor thesis, an attempt has been made to investigate whether ITB, RITB, system integrator and client have fulfilled their duties. The bachelor thesis seeks to contribute a greater understanding of what is expected to be performed by the company, in order to uncover critical points about the handling of technical systems.

The study has used a qualitative approach and data collection. Four in-depth interviews were conducted on the topics and standards. The statement of the theoretical basis is thus based on older / previous research, with the acquisition of the theory of significance for this thesis.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	i
Begrepsavklaring	ii
Sammendrag	v
Abstract	vi
Figurliste	xii
Tabelliste	xiii
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Systematisk ferdigstillelse	3
1.3 Formålet bak problemstillingen	4
1.4 Avgrensning for oppgaven	6
2 Teori.....	7
2.1 Lean	7
2.1.1 Ressurseffektivitet-bruk av ressurser:.....	8
2.1.2 Flyteeffektivitet- oppfyllelse av behov:	8
2.2 Lean Construction	9
2.2.1 Verdiskaping	10
2.2.2 Sløsing.....	10
2.2.3 Flyt	11

2.3 Faser i byggeprosesser	12
2.3.1 Prosjekteringsfasen	13
2.3.2 Installasjons- og igangkjøringsfasen	13
2.3.3 Idriftsettings- og prøvedriftsfasen.....	14
2.4 Verktøy og hjelpemidler	17
2.4.1 BA2015S Systematisk Ferdigstilling – veilederen	17
2.4.2 NS 6450 – Idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner.....	17
2.4.3 NS 3935 – Integrerte tekniske bygningsinstallasjoner (ITB).....	18
2.4.4 BIM.....	18
2.4.5 Teknologi	19
2.5 Organisasjon, roller og ansvar	20
2.5.1 Ledelse	21
2.5.2 Systematikk.....	21
2.5.3 Innholdskompetanse.....	21
2.5.4 Hovedprinsippene ved bruken av Systematisk Ferdigstilling.	22
2.6 Teknikker	22
2.6.1 Bakoverplanlegging – gjør ting riktig fra første forsøk.....	22
2.6.2 Taktplanlegging.....	23
2.6.3 Trinnvis testing – «unngå å ende opp med stor mengde feil og systemfeil»	23
2.6.4 Kontinuerlig kvalitetssikring	24
2.7 Entreprisemodell	26

2.7.1 Utførelsesentreprise	26
2.7.2 Totalentreprise	27
3 Metode	29
3.1 Metodeorientering.....	29
3.2 Teorien bak og valget for forskningsdesign	29
3.3 Forskningsmetoder	30
3.3.1 Litteraturundersøkelse	30
3.3.2 Primær- og sekundærdata.....	30
3.3.3 Dokumentanalyse	30
3.3.4 Befaringer	31
3.3.5 Dybdeintervju	31
4 Resultat og drøfting.....	33
4.1 Funn og drøfting fra faser i byggeprosesser i henhold til NS 6450 og NS 3935	34
4.1.1 Funn fra prosjekteringsfasen	34
4.1.2 Drøfting fra prosjekteringsfasen	35
4.1.3 Funn fra Installasjons- og igangkjøringsfasen	37
4.1.4 Drøfting fra installasjons- og igangkjøringsfasen	38
4.1.5 Funn fra idriftsettings- og prøvedriftsfasen	39
4.1.6 Drøfting fra idriftsettings- og prøvedriftsfasen	40
4.2 Funn og drøfting fra NS 6450.....	41
4.2.1 Funn fra partenes plikter før prøvedriftsfasen.....	42

4.2.2 Drøfting fra partenes plikter før prøvedriftsfasen	43
4.2.3 Funn fra partenes plikter i prøvedriftsfasen.....	45
4.2.4 Drøfting av partners plikter i prøvedriftsfasen.....	45
4.2.5 Funn fra avslutning av prøvedriftsfasen	46
4.3 Funn og drøfting fra NS 3935	46
4.3.1 Funn fra partners plikter.....	46
4.3.2 Drøfting fra partners plikter	47
4.3.3 Funn fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til ITB	48
4.3.4 Drøfting fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til ITB.....	50
4.3.5 Funn fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til RITB.....	51
4.3.6 Drøfting fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til RITB.....	53
4.3.7 Funn fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til systemintegratorene ..	54
4.3.8 Drøfting fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til systemintegratorene	56
4.4 Andre funn	56
4.4.1 Funn fra ikke nedskrevet elementer	57
4.4.2 Drøfting fra ikke nedskrevet elementer	58
5 Konklusjon	59
6 Avslutning.....	61
7 Kildebruk.....	62
8 Vedlegg.....	67

Figurliste

Figur 1: Utførende teknisk.....	3
Figur 2: Tidslinje for systematisk ferdigstilling	12
Figur 3: Tidspunktene for utførelse av driftsperioden	16
Figur 4: Tre hovedelementer i systematisk ferdigstilling	20
Figur 5: V-modell for bygge- og anleggsporsjekter	24
Figur 6: Entreprisemodeller - totalentrepriser.....	28
Figur 7: Faser i byggeprosesser	34

Tabelliste

Tabell 1: Kategorier av sløsing.....	11
Tabell 2: Metoder benytter i prosjekteringsfasen	25
Tabell 3: Oversikt over vedleggene	33

1 Innledning

Byggebransjen står ovenfor et generasjonsskifte der et bygg ikke bare er et bygg lengre. Det som tidligere var overtakelse av nøkkel, har nå blitt tilrettelegging for driften og vedlikehold av bygget. Dette fører til at å arbeide med systematisk ferdigstilling er nå særdeles viktig for å unngå problemer med de tekniske systemene og funksjonene når driftsfasen starter (Johansen & Hoel, 2016, s. 4).

Systematisk ferdigstilling er et forholdsvis nytt tema i byggebransjen og det kan være vanskelig å forstå seg på hva det egentlig går ut på. Det vil derfor være relevant for oppgaven videre å definere i starten hva systematisk ferdigstilling er:

«En sikkerhet for at prosjektet oppfyller alle funksjonskrav innenfor gitte tids-, kostnads- og kvalitetskrav, planlagt og verifisert gjennom en strukturert prosess som er ledelsesstyrt fra planlegging til overtakelse.» - (Johansen & Hoel, 2016, s. 9).

1.1 Bakgrunn

Denne bacheloroppgaven tar for seg det som skjer i hele livssyklusen av et byggeprosjekt. Fra byggherrens grunnvisjon om hvordan han vil at bygget skal fremstilles og helt frem til bygget blir tatt i bruk. Det å oppnå en bedre flyteeffektivitet, kjent fra Lean, er noe som legges vekt på i byggebransjen og gjenspeiler seg i denne oppgaven.

Hensikten med denne oppgaven er å se om prosjektorganisasjonen har brukt beskrivelsene og kravene, gitt av NS 6450 (Standard Norge, 2016) & NS 3935 (Standard Norge, 2019). Målet er å avdekke feil, forbedringspotensialet og om disponering av tid har blitt planlagt riktig. De to nevnte standardene, samt veilederen for systematisk ferdigstilling BA2015 er sentrale virkemidler for å løse de nevnte utfordringene. I den forstand ønskes og kreves det at de ulike aktørene som jobber på prosjektet har en grunnleggende forståelse for systematisk ferdigstilling og at ledelsen er tydelig i bruken av dette (Johansen & Hoel, 2016, s. 7).

I flere tiår har det blitt forsket på hvor byggefeil oppstår, hvorfor de oppstår og årsakene til

dem. I hovedsak ligger den kompetanse i våres bakgrunn fra byggingeniør-studie og tidligere arbeid i byggebransjen. Ved å ta utgangspunkt i hovedmålene til Samspill i Byggeprosjekter som omhandler hvordan det kan utvikles en mer konkurransedyktig norsk bygg- og anleggsbransje. Det har blitt utviklet to mål ved oppsettelsen av SiB-dokumentet (Eikeland, 2001, s. 5):

- Øke konkurranseevnen ved forbedring av indre effektivitet i byggeprosessen: gjøre tingene riktig: (Eikeland, 2001, s. 5)
- Bidra til markedsutviklingen for BA-næringen gjennom forbedring av ytre effektivitet: gjøre de riktige tingene: (Eikeland, 2001, s. 5)

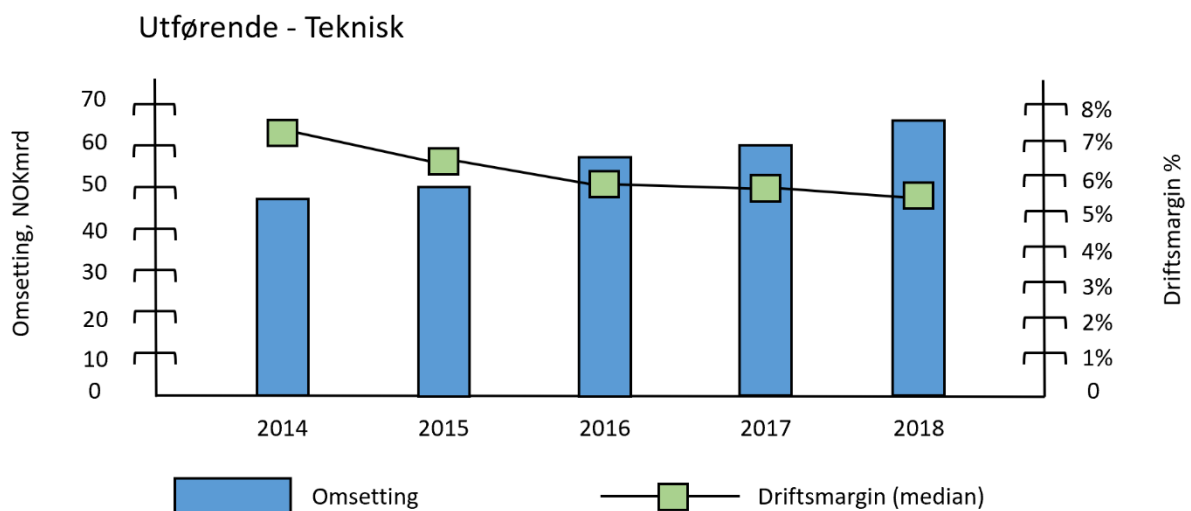
En av faktorene som er vanskelig å forestille seg er at teknologien skal slutte å bevege seg fremover. Av den grunn skapes det nye muligheter for inntak av informasjon gjennom bruken av moderne verktøy. Det kan altså oppstå nye muligheter og perspektiver for å øke de indre effektivitetene i byggeprosessen. En kan øke den praktiske nytten, ved at prosjektet målsettes på en riktig og systematisk måte. Det vil også være fordelaktig å utnytte de hjelpemidlene som er tilgjengelig. Oppstillingen og tankemåten vil kunne hjelpe arbeiderene med logistikkfunksjoner og en mer effektiv informasjonsinnsamling (Eikeland, 2001, s. 6).

Om organisasjonen ønsker å unngå uønskede hendelser, må det ses på hele verdikjeden. Det vil si fra idéen blir skapt til et prosjekt er ferdigstilt, og videre frem til overtakelsen. Dette gjøres med at arbeidet med systematisk ferdigstilling blir utført som en ledelsesstyrt prosess, sammen med en god innholdskompetanse og systematikk (Johansen & Hoel, 2016, s. 12).

En av faktorene som systematisk ferdigstilling prøver å unngå eller redusere, er feil som oppleves etter overtakelse av bygget. Det oppleves ofte store byggefeil og kvalitetsmessig svikt ved leveransen av et «ferdig» bygg. Dette kan føre til at bygg- og anleggsbransjen i Norge har påført seg et dårlig rykte (Bøhlerengen et al., 2016).

I september 2019 ble omsetningen i byggbransjen litt over 600 milliarder kroner (Dalsegg & Lidsheim, 2019, s. 3). I større prosjekter med omfattende omsetninger, vil små feil og endringer ofte føre til mange millioner i tap. Normalt for utførende tekniske systemene er risikoen lavere for bygg- og anleggsprosjektene. Allikevel har segmentet for de siste fem

årene hatt en vekst på 33%, som viser hvor avansert byggene blir i henhold til teknologiutviklingen. Imidlertid har marginen for lønnsomheten hatt en fallende kurve siden 2014. I 2014 var marginen på 7,1% for den tekniske gruppen. Ved 2017 og til 2018 har marginen falt enda mer, med 0,2% fra 5,8% til 5,6% (Dalsegg & Lidsheim, 2019, s. 19). Dette kan være direkte koblet til BA2015 Systematisk Ferdigstillelse veilederen.



Figur 1: Utførende teknisk, basert på (Dalsegg & Lidsheim, 2019, s. 19)

Annet faktor som er viktig å tas hensikt til kommer fra SINTEF som nevner at teknologien har beveget seg i utrolig vekst i de siste ti-årene. Likevel viser SINTEF sine bygge-skadearkiver at kvaliteten på utførelsen av de ulike tekniske elementene har ikke hatt den samme utviklingen som andre elementene i bygget i de siste ti-årene. Det er fremvist at bygg nå i dag, ikke har mindre feil og mangler enn tidligere. Byggeskadearkivet fremviser også at det er samme feil som går om igjen, som kan ha flere årsaker (Bøhlerengen et al., 2016).

1.2 Systematisk ferdigstillelse

I etterfølging av den teknologiske utviklingen som oppleves rundt oss, har bygg i dagens tid endret helt på sin teknologiske karakter enn det har vært tidligere i tiden. Ifølge dette blir det fremdeles ført inn mer og mer strengere krav til byggets innhold for de tekniske systemene. Beskrivelsen for de tekniske komponenter videreføres som varme, kjøling, lys, ventilasjon, elektro og vann med mer. Kravene for de tekniske komponenter er ikke lengre

bare å være tilstrekkelige gode med sine tiltenkeoppgaver, men oppgaven nå er også at dem skal være energieffektive, sikre gode livsløpskostnader, jevnlig overvåkning og ikke minst kommunikasjon mellom hverandre.

Statsbygg (2020) har i lengre tid forsket på 4 bygg, og sett opp utfordringer mot systematisk ferdigstilling. Utfordringene som ble ført med idriftsetting av prosjektene følger at prosjektene startet for seint med å planlegge slutfasene. Oppdagelse av feil og mangler blir ikke dokumentert nok tidlig i fasen, og dette er tilstrekkelig knyttet til dårlig påvirkning senere i fasene (Beste, 2020, s. 4). For å sikre en mer helhetlig idriftsettelsesprosess settes det opp funksjonskrav som skal føre til for å minke ned feil, mangel og avvik.

Systematisk ferdigstilling innebærer også om å sørge for god informasjonsflyt i de forskjellige fasene og mellom de ulike fagene. I teorien skal dette bidra til en mer vellykket ferdigstilling (Johansen & Hoel, 2016, s. 6). Arbeidet av tematikken kreves å starte ved prosjektoppstart og pågå iterasjoner gjennom hele prosjektet. Det kreves altså å kunne illustrere de ønskende resultatene i tidligfasen. Ved å definere resultatene i tidligfasen, er det enklere å definere konkret på hva som burde tillegges i planleggingen, prosjektering og bygging. Tematikken gir enkle menigheter ved å bruke mindre ressurser på avklaringer under i byggeprosjekter som følges av unøyaktig grunnlag, men heller bruke mer ressurser under planleggingen og prosjekteringen (Statsbygg, 2019, s. 3).

1.3 Formålet bak problemstillingen

Konseptet bak systematisk ferdigstilling omhandler å prosjektere slutfasen til et prosjekt i en tidligfase. Ifølge BA2015 Veilederen (2016) handler det også om tilretteleggingen for jevnlig forbedring igjennom byggeprosessen. Dette skal bidra til et mer vellykket system, med tilstrekkelig bedre kvalitet og kompetanse for hver gang det tas opp et nytt prosjekt. Samtidig følger tidsrammer som er gitt i konkurransegrunnlaget og av ansvarlige aktører (Johansen & Hoel, s.6). Formålet ved denne bacheloroppgaven er å undersøke det utarbeidende arbeidet hos Vaksdal skule, med fokus på NS 6450 & NS 3935. Dette gjøres for å undersøke bedre løsninger for å få et mer vellykket prosjekt som tar i bruk av systematisk ferdigstilling. Hensikten er å utarbeide mer substans og dypere forståelse for tematikken.

Med bakgrunn for dette, ble gruppen enige sammen med innspill fra veileder om å forske på denne problemstillingen: Hvordan har arbeidet med systematisk ferdigstillelse blitt gjort i henhold til NS 6450 & NS 3935?

Ettersom at problemstillingen blir drøftet, utformes det seg tre forskningsspørsmål som skal besvares til slutt:

- Hva kan forventes ved bruken av systematisk ferdigstillelse?
- Er det forbedringspotensialet når det kommer til bruk av NS 6450 og NS 3935?

Hensikten med systematisk ferdigstillelse er generelt med å fremvise hvordan arbeidet skal blir utført, på en riktig måte ved første forsøk (Johansen & Hoel, 2016, s. 4). Dette blir relevant i forbindelsen med å finne ut de nødvendige faktorene som må forbedres i planen for Vaksdal skule. Når forståelsen som er knyttet til systematisk ferdigstillelse vokser i prosjektet, kan dette dermed medføre i hvilken retning prosjektet tar. Dette er i utgangspunktet hvorfor prosjektet ønsket en utarbeidelse i systematisk ferdigstillelse.

Ledende involvering av ITB-ansvarlige, fagfolk, bachelorens veileder og annen engasjementer for bachelors prosjektmappe er veldig relevante deler av oppgavens forståelse og utarbeiding. I samarbeid med totalentreprenøren og bachelorens veileder, var det ønskelig å utløse og formulere problemstillinger som er relevant for bedriften.

I besvarelsen av problemstillingen skal det holdes fokus på relevansen i utarbeiding og bidrag av ulike ideer og tanker. Om mulig kan det også drøftes til hvordan arbeidet med systematisk ferdigstillelse kan bli utført i bedre grad. Fokuset skal rettes mot å utføre tabellsjekkliste for ulike aktiviteter, tiltak, plikter og krav som er angitt i NS 6450 & NS 3935. Dette er med tanke på hvordan et prosjekt som tar bruken av denne tematikken kan tilrettelegge «gjøre riktig, fra første forsøk» i bedre grad, og hvordan dette kan oppnås. For å kunne utarbeide der hvor krav er satt, hentes det inn relevant empirisk data, litteratur, dokumentanalyser og dybdeintervjuer.

1.4 Avgrensning for oppgaven

Det er antatt at kunnskapsnivået er relativt lavt, med lite empiri og teori, og med dette medfører det at byggebransjen opplever et større behov for å øke kunnskapsbasen om tematikken (Johansen & Hoel, 2016, s. 8). Bachelorsoppgavens omfang er med begrenset tid på 20 uker. I dette tilfellet at oppgaven skal besvarer i et begrenset tidsrom, vil denne oppgaven være nødvendig å definere noen avgrensinger.

Bacheloroppgavens avgrensinger til tematikken vil være på et overordnet nivå. Allikevel vil de aspektene som er nyttig for oppgavens oppbygging og besvarelse bli tatt med. Dette er vurdert ved at tematikken er enda ikke tatt i bruk over hele landet, og generelt er begrepet veldig ungt.

En detaljert plan for hele tematikken vil i denne bacheloroppgaven ikke være gunstig. Omfanget av teori kapitlet er stort og det skylder at kunnskapsnivået er lavt, og mye informasjon som skal hjelpe til å løse problemstillinger er nyttig.

Avgrensinger i henhold til alle tiltak og krav som er stilt i NS 6450 & NS 3935 har blitt vurdert, og settet opp i nyttegrad til prosjektets mål. Tiltak og krav som er mer nyttige har blitt undersøkt mer, mens enkelte har blitt vurdert i en mindre grad. Arbeid som blir utført etter bacheloroppgaven blir ikke vurdert i resultat og drøftingen. Dette skyldes at det er utenfor gruppens kontroll.

2 Teori

I teorikapittelet vil det presenteres teoretiske grunnlag som gir et fundament i resultatene som blir drøftet, og vil bidra med å svare på forskningsspørsmålene. Den generelle problematikken som det ønskes å løse med systematisk ferdigstilling er ikke ny (Johansen & Hoel, 2016, s. 4–8). Allikevel er det fortsatt et begrenset tema, med veldig få forskninger som inngår direkte på problemstillingen. Den direkte nødvendige forskningen har ikke blitt utført enda. På grunn av det vil teoridelen av denne bacheloroppgaven ta i bruk litteraturer og forskninger i inngåtte området, samtidig implementere relevante litteraturer når behovet oppstår. Hovedhensikten med dette er å besvare problemstillingen tilstrekkelig.

I starten av kapittelet vil det startes med i Lean og faser i byggeprosesser i henhold til systematisk ferdigstilling, hvor akseptene deres har betydning i byggenæringen. Fagfeltene Lean har blitt utvalgt ved at forskningen og litteraturen er direkte knyttet til temaet. Dermed må det trekkes litteratur og forskning fra nokså like temaer. Videre i kapittelet skal det redegjøres en grundig gjennomgang av systematisk ferdigstilling.

2.1 Lean

Systematisk ferdigstilling i dette prosjektet er underbygget av lederfilosofien Lean. Lean er en filosofi som har endret mye i byggebransjen de siste årene. Lean har blant annet blitt brukt i prosjekter som bygging av Domus Media i Oslo, Kunsthøgskolen i Bergen, UR-bygningen på Ås og UiN i Bodø. (Johansen & Hoel, 2016, s. 30). Lean oppstod tidlig på 1900-tallet og ble tatt i bruk for fullt av Toyota gründeren Kiichiro Toyota. Tanken bak denne nye filosofien var å fokusere mindre på ressurseffektivitet og mere på den såkalte flyteeffektiviteten. Dette har i senere tid utviklet seg til andre næringer enn bilbransjen slik som byggebransjens Lean Construction. (Modig & Åhlstrøm, 2019, s. 68).

Ettersom dette er noe firmaet har brukt under byggeprosessen til barneskolen, er det viktig å få en god forståelse for hva Lean er og hva det går ut på. Studien for Lean bygger oppunder teori fra boken «Dette er Lean» (Modig & Åhlstrøm, 2019) og BA 2015 Veileder i Lean (Kristensen, 2016), som skal hjelpe med å få en mer grundig forståelse for hvordan man kan

bruke Lean i utbyggingen av skolen.

At byggenæringen er en desentralisert næring som den er, gjør det vanskelig for næringen å lære seg noe nytt. Hos en entreprenør er hovedfokuset å tjene mest mulig penger, og verdiskapingen er ofte koblet opp mot egne interesser. Når en metode fungerer er man mindre villig til å endre denne metoden, med mindre det kommer inn en konkurrent som skaper mer verdi. På grunn av dette har Statsbygg planer om å gjennomføre alle sine byggeprosjekter etter Lean-filosofien og dele erfaringer med andre bedrifter. På denne måten vil en kunne utvide kunnskapen om dette temaet hos andre aktører (Kristensen, 2016, s. 6).

Boken omtaler Lean fra et bedre perspektiv og i tillegg forklares temaene som byggebransjen kan ha nytte av, på en god måte. Blant de mest sentrale temaene i Lean er måten å definere balansen mellom å være ressursfokuset og flytfokuset. De to måtene å effektivisere på i en prosess, kalles for ressurseffektivisering og flyteeffektivisering (Modig & Åhlstrøm, 2019).

2.1.1 Ressurseffektivitet-bruk av ressurser:

Ressurseffektivitet går ut på at man utnytter ressursene man har fornuftig. Dette er en tradisjonell metode som fortsatt blir brukt. Et av de grunnleggende prinsippene er da å dele arbeidet inn i flere mindre jobber utført av forskjellige personer og funksjonen innenfor organisasjonene. Hvis mindre oppgaver grupperes slik at deler av en organisasjon eller hele organisasjonen kan utføre den samme oppgaven, øker ressurseffektiviteten flere ganger (Modig & Åhlstrøm, 2019, s. 9).

2.1.2 Flyteeffektivitet- oppfyllelse av behov:

Flyteeffektivitet er en ganske ny type effektivitet. Konseptet bak flyteeffektiviteten er å fokusere på «enheten» som blir bearbeidet innenfor organisasjonen. Innen produksjon er enheten et produkt som består av forskjellige typer komponenter som blir behandlet på ulike måter, mens innen tjeneste er enheten ofte en kunde som får behovet sitt innfridd

gjennom forskjellige aktiviteter. Fokuset er altså at enheten skal flyte igjennom organisasjonen. Flyteeffektivitet er et mål på hvor lenge en flytenhet behandles fra behovet identifiseres til det tilfredsstilles (Modig & Åhlstrøm, 2019, s. 12).

De tidligere årene har bedrifter hovedsakelig fokusert på ressurseffektivitet, noe som har ført til et begrep som heter effektivitetsparadokset. Selv om bedriftene tror at de er effektive med å fokusere på en spesiell ressurs om gangen, har dette ført til mere sløsing og mindre flyt i bedriften (Modig & Åhlstrøm, 2019, s. 47). Man kan se på enkelte problemer i en ressurseffektiv bedrift som en domino-brikke. For eksempel kan lang gjennomløpstid i en bedrift føre til mange gjenopptakelser som fører til mange flytenheter, som igjen fører til flere sekundærbehov med mer. Målet til Lean er å eliminere disse kildene til sløsing som gjør at det ikke vil oppstå flere problemer i bedriften, altså en bedre flyt. Dette kan gjøres med at flytenhetene flyter raskt igjennom organisasjonen at det ikke er behov for gjenopptakelser, overflødig arbeid og sløsing (Modig & Åhlstrøm, 2019, s. 65).

2.2 Lean Construction

I byggebransjen blir Lean-filosofien definert som Lean Construction. Dette er et internasjonalt begrep som definerer bruken av Lean sine produksjonsprinsipper som skal fremme verdi og eliminasjon av ikke-verdiøkende aktiviteter i et byggeprosjekt. Denne definisjonen setter søkelys på bruk av metoder og teknikker for hvordan produksjonen skal utføres, samt forsøker den å alltid forbedre verdisystemene. For å lykkes med Lean må dette skje systematisk med en klar fremgangsmåte. Fremgangsmåten innebærer å være tydelig på valg av metoder og systemer. Det hjelper altså lite å bare innføre metoder tilfeldig å håpe på et bra resultat (Kristensen, 2016, s. 10).

Problemer i byggebransjen oppstår nærmest hver dag og det er ikke hensiktsmessig for Lean å beskrive alle utfordringene i detalj. Derimot har man kommet frem til tre essensielle aspekter i Lean som henger sammen med produksjonssystemet en søker implementert. Disse tre aspektene er verdiskapning, sløsing og flyt.

2.2.1 Verdiskaping

Lean handler om å maksimere verdi og å oppfylle kundens behov i størst mulig grad, samt å bruke minst mulig ressurser på dette. Ettersom hvert byggeprosjekt er ulike fra hverandre, er det vanskelig å definere hva som er verdiskapende til enhver tid. Av den grunn er det viktig å tenke hva som er sluttbrukerens oppfatning av verdiskapningen i prosjektet. Kundens verdiskaping oppstår allerede før oppstart av prosjekteringsfasen og pågår et stykke inn i bygningsfasen. En kjent problemstilling er at kundens målsetning ikke blir godt nok ivaretatt i selve oppstarten av byggeprosjektet.

Det er også viktig at verdiskapningen ikke bare skjer hos hovedentreprenør, men at alle aktører er med på å skape verdi for seg selv og sine. Lean forutsetter en ærlighet og åpenhet mellom alle aktører for å kunne oppnå en gunstig felles verdiøkning. Dette fordelingsprinsippet kalles for Pareto-optimal og er med på å fordele prosjektets økonomi på en best mulig måte, for å kunne oppnå tillitt og en positiv arbeidsplass (Kristensen, 2016, s. 11). Det finnes gode verktøy i Lean som kan bidra til verdiskaping for byggherre og sluttbruker, men det er opp til hver enkelt om man skal jobbe strategisk opp mot dette i prosjektets planlegging. Et prosjekt der dette er godt definert vil ha et virkemiddel som kan bidra til å utvikle et prosjekt med mulighet til å konkretisere prosjektets suksessperspektiv.

2.2.2 Sløsing

Definisjonen av sløsing er når man bruker mer ressurser enn verdien man skaper. I en perfekt verden kunne man ha bare trengt å kjøpe inn det nøyaktige av de ressursene man trenger for å gjøre jobben og da sitte igjen med minimalt søppel, ekstraarbeid, ventetider og tilleggskostnader. Selv om man helst vill unngå sløsing er dette noe som størst sannsynlig kommer til å være i et byggeprosjekt, å gå altfor hardt inn på å eliminere sløsing kan slå negativt ut når det kommer til den samlede verdiskapningen. Det anbefales derfor å heller eliminere sløsing som en del av en systematisk prosess i prosjektet (Kristensen, 2016, s. 15).

Skal man kunne redusere sløsing er det også viktig å vite hvor sløsing kommer fra og hvorfor den oppstår. BA2015 har utbedret en tabell som godt oppsummerer de mest vanlige

formene for sløsing, men løsningen vil være opp til hver enkelt organisasjon å håndtere (Kristensen, 2016, s. 15).

I produksjon	I prosjektering
«Making do» - Støpesjuka	«Making do» - Støpesjuka
Feil	Dårlig ledelse
Overproduksjon	Omarbeide
Lager	Teknologiske løsninger
Unødvendig arbeid	Informasjonslogistikk
Transport av varer	Unødvendig arbeid
Unødvendig flytting av mennesker	Venting
Venting	

Tabell 1: Kategorier av sløsing, basert på (Kristensen, 2016, s. 16)

2.2.3 Flyt

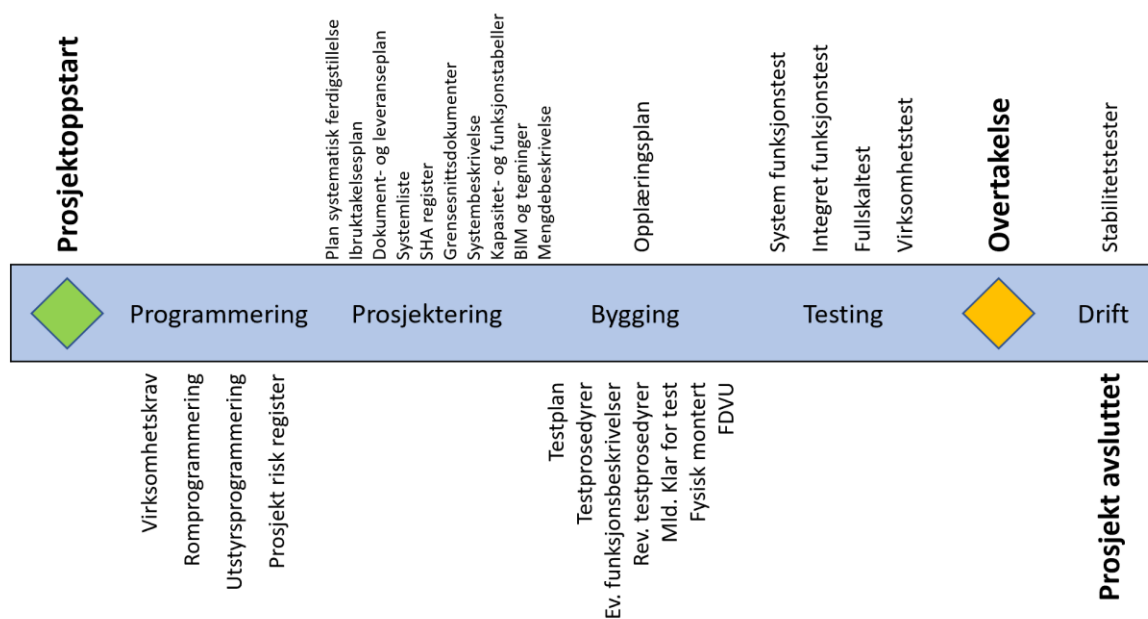
Flyt er hentet fra psykologien og er der definert som «*Flyt er en tilstand hvor en er så motivert og engasjert at en glemmer tid og sted mens en holder med en gitt aktivitet*» (Kristensen, 2016, s. 17). Denne tilstanden er noe enhver person i et byggeprosjekt prøver å oppnå, men som viser seg at det er mer komplisert enn det høres ut som. Dette er Lean beskriver flyt som en industriell produksjon der produktet glir fra den første prosessen til den andre uten forstyrrelser, og hvert steg avsluttes rett før neste prosess overtar. Hensikten er å eliminere kø og ventetid som kan føre til sekundære aktiviteter og sløsing, samt å effektivisere selve hovedprosessen (Modig & Åhlstrøm, 2019).

Man kan likevel ikke tenke på flyt på samme måte som under en industriell produksjon siden i en industriell produksjon flyter produktet, mens i et byggeprosjekt flyter prosessene. Byggebransjen skiller seg veldig fra de andre bransjene når det kommer til akkurat flyt siden ting endrer seg hele tiden og man vet aldri for sikkert hva som kan skje. Det er derfor viktig å

tenke at flyt i et byggeprosjekt handler om at ting skal gå etter planen slik at man også har lagt inn litt ekstra slakk i prosessene for å sikre at ting flyter riktig. Å etablere en god slakk i et byggeprosjekt er heller ingen enkel oppgave, det er viktig å ha en god administrasjon på dette. Tanken er at andre bransjer zoomer inn på enkeltoppgavene, vil en bransje som er bevisst på Lean zoome ut slik man får en mye bedre helhetlig flyt i prosessene (Kristensen, 2016, s. 17).

2.3 Faser i byggeprosesser

Tematikken systematisk ferdigstillelse tar seg opp i prosjektgjennomføringsfasen, men i hovedsak skal bli gjennomført i løpet av alle fasene i et prosjekt. BA2015-veilederen beskriver en oversikt over leveranser for dokumenter og arbeider i byggeprosjekter som tar i seg bruken av systematisk ferdigstillelse. En av tingene som er nevnt stadig i dokumentet er at ting må gjøres, kjeekes og sendes videre til ny fase, dette handler også om leveransen som er en viktig funksjon. Der det er viktig at rekkefølgen blir fulgt som er vist i figur 2, før prosjektet kan ta nytt steg må annen viktig funksjon blitt sjekket som er kvalitet (Johansen & Hoel, 2016, s. 19).



Figur 2: Tidslinje for systematisk ferdigstillelse, basert fra (Johansen & Hoel, 2016, s. 20)

2.3.1 Prosjekteringsfasen

For å oppnå den beste kvaliteten i et prosjekt som tar bruk av systematisk ferdigstilling er det avhengig å jobbe korrekt i prosjekteringsfasen (Johansen & Hoel, 2016, s. 23). Det er tydelig at mangel i fokus under arbeid i prosjekteringsfasen, sammen med manglende kontroller underveis i byggefasen, er avgjørende årsakene for at de samme feil oppstår, store antall feil og mangler som avdekkes under idriftsettelsesfasen (Johansen & Hoel, 2016, s. 43).

Vedtatt bruk av prosjektering i systematisk ferdigstilling utføres etter teknikker som bakoverplanlegging og iterativ prosjektering. For å oppnå dette kreves det å utfylle alle nødvendige dokumenter i en satt forståelig rekkefølge, sånn at alle aktører forstår seg i systemet (Johansen & Hoel, 2016, s. 23–26). Tematikken holder fokus på jevnlig forbedring fra prosjekt til prosjekt, ved kontinuerlig forbedring av dokumenter (Johansen & Hoel, 2016, s. 23–26).

2.3.2 Installasjons- og igangkjøringsfasen

Installasjonsfasen er den fasen en begynner med den fysiske byggingen. I systematisk ferdigstilling bygger installasjonsfasen mye på Lean og «trimmet bygging». Dette går ut på å kontinuerlig teste og verifisere etter hvert som en setter opp installasjoner i bygget. Formålet med å gjøre det på denne måten er å hele tiden kunne ha kontroll på når eventuelle avvik oppstår, samt å rette opp i dette fortløpende (Johansen & Hoel, 2016, s. 32). Testing før installasjon i form av fabrikktester eller rett etter i form av områdetest/egentest, vil være nyttige fremgangsmåter for å sikre at installasjonene gir den gitte funksjonen som er beskrevet. Likevel oppleves det at slike tester blir brukt for lite i prosjektene (KHIB, 2017, s. 7).

I systematisk ferdigstilling er installasjonsfasen bare en av fem faser, men er likevel den viktigste fasen når det kommer til fremdriften. En god prosjekteringsfase og riktig testing underveis vil derfor være veldig viktig for at installasjonsfasen skal gå bra. Et viktig element for å sikre fremdriften er å ha en plan for bestilling av varer. Det kan derfor være gunstig å sette opp en «long lead items» liste som sikrer at bestillingen blir gjort riktig (Johansen &

Hoel, 2016, s. 32).

Igangkjøringsfasen starter etter at mekanisk ferdigstilling er fullført, og omfatter koordinering av igangkjøring og testing av alle tekniske systemene. Dette inkluderer også teknisk infrastruktur som IKT systemer (Standard Norge, 2016, s. 5). Hvert enkelt system skal ha fullført testinger og innreguleringer som er beskrevet i funksjonsbeskrivelsen.

Igangkjøringsfasen avsluttes når alle tiltakene for funksjonstester av de tekniske systemene er utført og dokumentert. Her er det viktig å ha ryddig og lett bevegelig system for oppsamlingen av dokumentasjon (Standard Norge, 2016, s. 5). Hensikten bak igangkjøringsfasen er å dokumentere at kravspesifikasjoner er oppfylt med funksjoner og ytelser (Standard Norge, 2016, s. 5).

Et virkemiddel før installasjonsfasen starter kan være å gjennomføre tabletester. Tablestest blir gjennomført før utstyret og komponentene bestilles. Det består av rådgivende, entreprenør og leverandør som gjør en teoretisk test rundt bordet knyttet til respektive system. Byggleidere, drift og brukere kan og delta i testen (KHiB, 2017, s. 7). Denne testen kan bidra til at det avklares feil og mangler før en bestiller inn slik man unngår unødvendig sløsing.

2.3.3 Idriftsettings- og prøvedriftsfasen

Idriftsetting er når bygget står klar til drift og en starter å teste systemene for å sjå om de fungerer som beskrevet. Dette blir gjort ved å utføre opplæring av driftspersonell, utføre integrerte- og fullskalatester. Dette blir gjort mot slutten av et byggeprosjekt, men gjennomføringen av dette skjer lenge før og allerede i prosjekteringsfasen. For at en skal kunne lykkes med et bygg som fungerer slik det skal og uten feil eller mangler, kreves det mye planlegging og testing. Ifølge Veilederen for systematisk ferdigstilling skal følgende dokumentasjon være i orden før man kan starte med testprosedyrene (Johansen & Hoel, 2016, s. 30):

1. Systemliste
2. Grensesnittmatrise
3. Funksjonsbeskrivelse
4. Integrerte funksjonsbeskrivelse
5. Systemskjema
6. Kapasitets- og funksjonstabeller

Etter en studie gjort av Magnus Hellstrøm, Johanna Kirsilä og Kim Wikstrøm der de intervjuet bedrifter fra energi, marine og papir industrien, viser det seg at det den senere tiden har blitt kritisk å få til en velstrukturert idriftsetting. Dette skyldes av økt omfang, interesser, tekniske kompleksiteter og kortere tider(Kirsilä et al., 2007, s. 714–721). Intervjuene viste også at ingeniørene som ofte jobbet med idriftsettingsfasen jobbet med mange andre oppgaver de ikke var ment til å gjøre, noe som førte til en feil integrering av de tekniske komponentene. Mange snakket om denne fasen som en fase der man bare fikset på problemer istedenfor å kjøre i gang systemene som man skulle gjøre og overgi det til kunden (Kirsilä et al., 2007, s. 714–721).

Vi kan se store likheter i byggebransjen der det blir arbeidet altfor mye med å løse feil i idriftsettingsfasen istedenfor å ha løst dette i en mye tidligere fase. Et viktig tema for å kunne unngå feil i idriftsettingsfasen er å skape bedre forståelse mellom de ulike aktørene. Det å kommunisere med hverandre og ha kontroll på de andre funksjonalitetene er nøkkelen for at man kan oppnå en god idriftsettingsfase (Kirsilä et al., 2007, s. 714–721).

Idriftsettingsfasen skjer i tre deler der man starter med en plan og ansvarsinndeling for idriftsetting og testing, etterfulgt av idriftsetting av tekniske installasjoner og til slutt overlevering. For at idriftsettingen skal gå bra, må en ha klar en god plan og en kompetent person til å ha ansvaret for at nødvendige standarder blir fulgt. Det er spesielt viktig at hoved fremdriftsplanen setter av nødvendig tid til all idriftsetting og testing før overleveringen (moderniseringsdepartementet, 2016, s. 43).

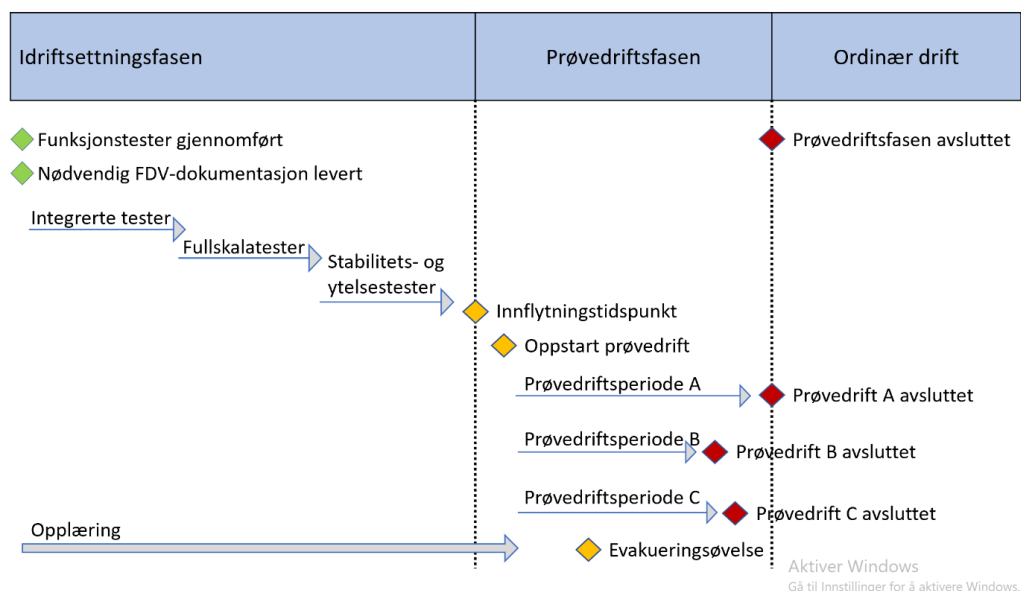
Ved overleveringen skal det utarbeides en bygningsveileder som skal kunne gi tilstrekkelig informasjon om det nye bygget. Det skal også utarbeides en opplæringsplan for brukerne som blir gjort i forbindelse med overleveringen. For Vaksdal skule er det vaktmester som skal ha ansvaret for at all det tekniske på skolen fungerer. Det er da ekstra viktig at han får den

riktige opplæringen som kreves for å kunne drifte bygget (moderniseringsdepartementet, 2016, s. 44).

Prøvedriftsfasen omfatter optimalisering av systemer og overføring av kompetanse til driftspersonalet. Fasen er aktuell ved at den starter opp etter at innflytningen har skjedd. Problematikken oppleves med at det ikke finnes en håndbok på hvordan prøvedriften skal utføres (Standard Norge, 2016, s. 5). Dermed varierer den fra prosjekt til prosjekt, og det skal lages utførelse skjema for hvert enkelt system eller kan det deles opp. Dette er avhengig av installasjonstyper, entreprenører og ikke minst behovet for prøvedriften (Standard Norge, 2016, s. 5).

Prøvedriftsfasen innebærer om å samle og bekrefte kontraktens spesifikasjonskrav til ytelse, kvalitet, funksjonalitet, kapasitet og stabilitet til hver enkel teknisk bygningsinstallasjon. Fasen er også satt under tidsramme, som krever at den blir fullført til gitt dato, se figur 3 (Standard Norge, 2016, s. 5).

Evakueringsøvelser og brannøvelser skal bli gjennomført i prøvedriftsfasen. Ettersom arbeidet blir utført på det siste systemet, starter den ordinære driften (Standard Norge, 2016, s. 5).



Figur 3: Tidspunktene for utførelse av driftsperioden, basert fra (Standard Norge, 2016, s. 6)

Hensikten bak opplæringsplan er å øke kunnskapsnivået til personalet som skal drifte bygget. Dette innebærer å kjenne til byggets funksjoner og håndtering av vedlikeholdet ved

dem. Med dette får prosjektet nyttig innspill fra driftspersonalet ved overtagelsen av bygget. Hver ansvarlig fagdisiplin skal lage opplæringsplan for de tekniske systemene som de utfører funksjonstest på (Bystorm, 2015).

2.4 Verktøy og hjelpemidler

Verktøy og hjelpemidler som er presentert i dette del kapitlet vil være kjernen av denne bacheloroppgaven. Ved bruken av dem som kjernen kan det utløses et plan for oversjekking av den fullført systematiske ferdigstillelse planen for barneskolen. Utførelsen om kravene til norsk standardene og (annen krav), skal bli utdypet i seinere kapitler i bacheloroppgaven.

2.4.1 BA2015S Systematisk Ferdigstillelse – veilederen

Veilederen gir en innføring om hva systematisk ferdigstillelse er, og hvordan den tar seg i bruk i dagens byggenæring. Den forteller leseren om hvordan, hvorfor og når arbeidet ulike bygningsfasene skal bli utført (Johansen & Hoel, 2016, s. 4).

2.4.2 NS 6450 – Idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner

NS 6450 sin hensikt er å oppgi en beskrivelse av de prosessene som må gjennomføres for å oppnå en vellykket idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner.

Gjennomføringen er uavhengig av hvilken entrepriseform som er valgt i kontrakten, men det kan oppstå skiller mellom partene som utfører arbeidsprosessene i ulike entrepriseform (Standard Norge, 2016, s. 2).

Forutsetningen som oppstår i NS 6450 er at byggherren skal planlegge testing, idriftsetting, prøvedrift og beskrive arbeidsprosessen i tilbudsgrunnlaget. I standarden er det anbefalinger og eksempler på innhold og varighet av prøvedriften.

Standarden nedfeller regler om partens plikter og ansvar i byggeprosessens faser, i fokus idriftsettings- og prøvedriftsfasen (Standard Norge, 2016, s. 2).

Fokuset på taktplanlegging prinsippet er at alle forutgående tester skal bli gjennomført før

etterfølgende tester kan starte. Et eksempel er at funksjonstester skal bli gjennomførte før integrerte tester kan starte, og derimot at integrerte tester skal bli gjennomførte før stabilitets- og ytelsestester kan starte. Prinsippet sin hensikt er å minke feil som oppstår ved uregulert og rottete arbeid (Kristensen, 2016, s. 22).

2.4.3 NS 3935 – Integrerte tekniske bygningsinstallasjoner (ITB)

Standarden NS 3935 omgjør detaljert planføringer som en ITB-ansvarlig skal ivareta og utføre. De ulike prosessene som skal bevirkes er design, planlegging, installering, dokumentasjon, test, anskaffelse og idriftsetting av integrerte tekniske bygningsinstallasjoner (dfø, 2021). Oppdragsgiver skal engasjere den ITB-ansvarlige ved prosjektets oppstart, ansvaret for en ITB-ansvarlig faller under å opprettholde engasjementet og god samhandling mellom de ulike tekniske aktørene i prosjektet. For gjennomføring av et prosjekt i henhold til NS 6450 og NS 3935 vil den utføre et betydelig godt bidrag til å sikre en mer «systematisk» ferdigstilling som planlagt, prosjektert og endringer, risikoer og avvik for kostnadsoverskridelser vil i etter teorien reduseres.

2.4.4 BIM

Bim eller bygningsinformasjon modellering er en hverdag bruk for all bygg som blir bygd nå dags (Nilssen, 2019). Det er nuller og enere som skaper et dataprogram som kan tegne og informere alt om et bygg. Det trenger ikke å være et bygg, det kan være et nabolag, en bru, vegger og my mer. Det finnes forskjellige programmer for forskjellige oppgaver, om det er å tegne et nytt bygg, regne forskjellige krefter eller momenter, sammensette forskjellige tegninger og finne hvor de krasjer med mer. Før i tiden brukte de pen og papir, men i starten av 90-tallet økte interessen for Bim og etter hvert teknologiens kompetanse økte, ble Bim etterspurt mer etter mer («BIM - The Future of Construction», 2019). Informasjon, kommunikasjon og samarbeid er viktige komponenter i Bim ettersom flere personer som samarbeide sammen om et prosjekt, er det viktig å holde kommunikasjon. Disse komponentene er også veldig viktig for å ha en god flyt i produksjonen. Det samme vil også gjelde for systematisk ferdigstilling.

Bim øker etterspørselen om systematisk ferdigstillelse, med tanke på å finne problemer, øke prosessene og iverksette arbeidet. Det kan spare mye penger som for eksempel, en kan benytte en «crash-test» i en tidligfase. Det betyr at programmet vil vise kollisjon med forskjellige komponenter hvis koordinatene er plassert på samme sted. Blir dette problemet oppdaget tar det noen minutter å fikse, mens hadde dette blitt oppdaget under konstruksjonen ville dette koste flere tusen siden arbeidet blir forskjøvet.

2.4.5 Teknologi

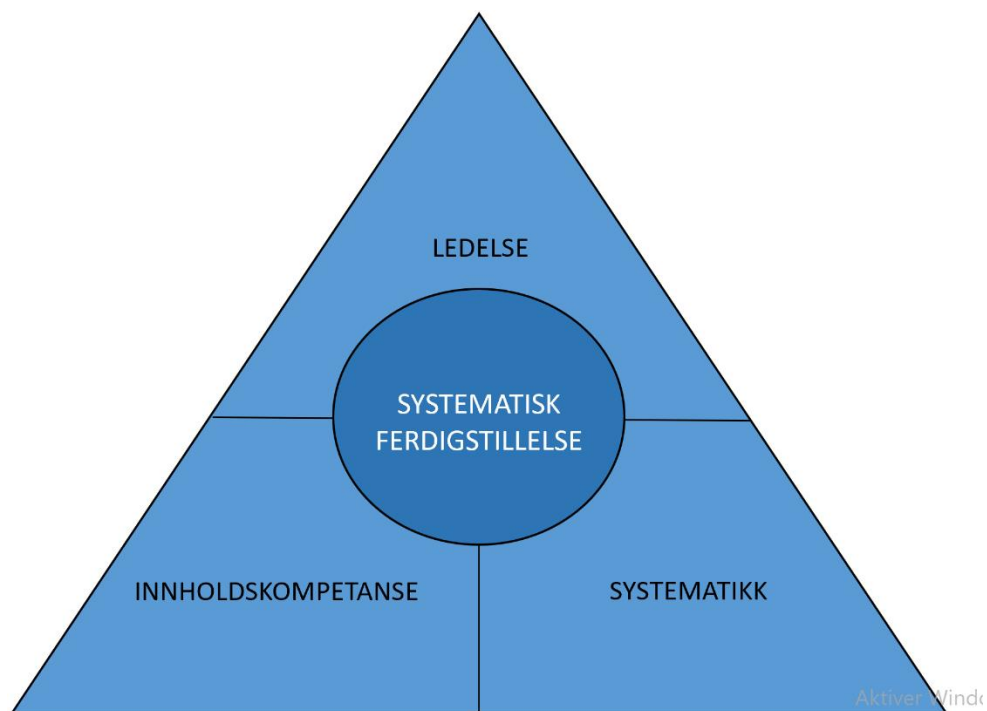
I likhet med det som ble nevnt tidligere vil teknologien øke. Med bedre teknologi desto bedre internett og programmer i Bim. Et raskere internett vil sende informasjonen raskere som vil øke produktiviteten og skape et raskere og billigere produkt med samme kvalitet som det er i dag («BIM - The Future of Construction», 2019). Bedre programmer og oppdateringer vil øke produktiviteten siden det vil bli mer verktøy å bruke. Andre teknologiske verktøy som blir brukt i dag er argumentet- og virtual reality, droner og Cloud lagring noe som en nødvendig ressurs å ha under disse Covid-19 situasjonene (Victor, u.å.).

Situasjonen verden er i nå har det preget mye på hjemmekontor for ansatte. Det blir enklere å kjenne til bygget inn og ut med Bim programmene. Det vil bli enklere å selge til brukarene, forstå ønskene deres og visualisere for dem hvordan det ser ut, som for eksempel hvordan du skal innrede et rom, hvor hen sollyk kjem inn, ventilasjonen, all tekniske komponentene i rommet og om det er plass til alt og mer. Med Cloud lagring blir det mye lettere å dele informasjonen med kollegaer, og diverse programmer har det slik at flere personer kan arbeide på samme dokument samtidig, slik som denne bachelor oppgaven har blitt bearbeidet på.

Det skapere en grønnere framtid med mindre produksjon av ark. Et eksempel er de offentlige sender 40 millioner brev på papir, med digital post fra det offentlige vil de spare disse utgiftene og spare drivstoff som blir brukt på levering (moderniseringsdepartementet, 2016). Problemet med ny teknologi er at det koster en del. En god datamaskin som klare å håndtere programmene vil koste. Det kommer nye programmer og oppdateringer som vil krever dyrere datamaskiner, i tillegg til at de gamle

datamaskinene vil svikte. I tillegg er det lisenser på de forskjellige programmene som i seg selv er dyrt. En annen problem er at som oftest er programmene på engelsk, slik at en kompetanse i engelsk er nødvendig. Det vil skape problemer med både aktører ved dårlig kompetanse i engelsk, men og for dem som ikke er god på datamaskin. De personene som ikke har en god erfaring eller kompetanse i datamaskiner vil få problemer med å forstå det enkelte elementene for diverse situasjoner (Bergsli, 2015).

2.5 Organisasjon, roller og ansvar



Figur 4: Tre hovedelementer i systematisk ferdigstillelse, basert fra (Johansen & Hoel, 2016, s. 12)

Ifølge veilederen framstiller tre grunnleggende elementer for å oppnå resultater ved bruken av tematikken. Elementene er ledelse, systematikk og innholdskompetanse, og dem bør legges fokus fra oppstart- til slutfasen av prosjektet (Johansen & Hoel, 2016, s. 12–14). Alle de tre leddene er like viktige og må integreres imellom hverandre for å oppnå systematisk ferdigstillelse.

2.5.1 Ledelse

Ledelselementet er drivende faktoren for systematisk ferdigstilling i prosjektet. Det innebærer at arbeidsgiver/byggherre og prosjektledelser har fokus på systematisk ferdigstilling fra oppstarten av et prosjekt. Det skal skapes den nødvendige forankringsprosess nedover i systemet i prosjekt- og byggherreorganisasjon. Faktorene som skal etableres under prosessen er strategi og mål, samtidig tilrettelegge og motivere de nødvendige deltakere til å jobbe/tenke med den planlagte arbeidsprosessen systematisk ferdigstilling. Videre arbeid avhenger å definere roller og ansvarsområder, samtidig skape tillitt at det er høyt tverrfaglig kompetanse hos fagmiljøet (Johansen & Hoel, 2016, s. 12–13).

2.5.2 Systematikk

Systematikkenelementet er definert som en kritisk suksessfaktor for utarbeidelse av en helhetlig systematisk ferdigstilling. Det innebærer dermed at systematikk må etableres med fokus på krav til dokumentleveranse, direkte planer for kontroll, verifisering og testing, grensesnitthåndtering, opplæring, planlegging, informasjonshåndtering, system beskrivelser og utførelse plan for systematisk ferdigstilling. Målet er å skape en god informasjonsflyt mellom alle aktører under et prosjekt, og det skal legges vekt å tilrettelegge og ivareta prosjektinformasjon på en tydelig og effektiv måte under alle prosessene.

I tillegg skal det etableres en velstående driftsplan, med fokus på planlegging av opplæring av driften. Vurderingsfaktoren er tilstrekkelig høy for å få en vellykket overlevering (Johansen & Hoel, 2016, s. 14).

2.5.3 Innholdskompetanse

Utførelsen av systematisk ferdigstilling i prosjektet er avhengig av personer som utnytter høy kompetanse innenfor de nødvendige funksjoner, gode tekniske løsninger under de underskrivende fasene, og etablering av arbeidsprosesser for systematisk ferdigstilling. Videre i prosessen er det viktig å sette fokus på etablering av målbare krav til funksjonalitet,

krav til grensesnittshåndtering i prosjektets kontrakter og gode planer for testing og verifisering samtidig tydelig rolleavklaringer.

Prosjektet avhenger også å ha en balanse mellom gode og sterke fagmiljøer, og med sterke tverrfaglig kompetanse. Dette er viktig for å skape tverrfaglige og helhetlige løsninger med forankring i drift og vedlikehold (Johansen & Hoel, 2016, s. 13–14).

2.5.4 Hovedprinsippene ved bruken av Systematisk Ferdigstilling.

En av faktorene som går igjennom dette prosjektet er at det blir nevnt at systematisk ferdigstilling er en prosess som blir gjennomført igjennom hele livsløpet til et bygningsprosjekt. Dermed blir det skap få prinsipper som må utarbeides for å tilrettelegge en vellykket og helhetlig ferdigstilling, innen i de forståelige økonomiske rammene, kvalitet og til rett tid (Statsbygg, 2019, s. 8).

2.6 Teknikker

2.6.1 Bakoverplanlegging – gjør ting riktig fra første forsøk

Definisjonen for bakoverplanlegging av Kristensen i Veiledningen for Lean i bygningsprosessen sier at bakoverplanlegging er en teknikk hvor det skal startes å planlegge fra prosjektets slutt og planlegge bakover i prosjektet (Kristensen, 2016, s. 21).

Fremgangsmåten blir en aktiv spørreteknikk som skal avdekke, hva som skal gjøres riktig før den siste planlagte aktiviteten har startet. Det er vist at teknikken evner seg å være meget givende når alle involverte aktørene er tilstede og samarbeider, samtidig bidrar til å identifisere den mest logiske gjennomføringen på kortest mulig tid. Sann type arbeidsprosess kan i teorien medføre økt dedikasjon og forpliktelse i prosjektet (Kristensen, 2016, s. 21). Tankesettet for denne arbeidsprosessen blir å benytte mer ressurser i tidligfasen av prosjektet for å redusere ned underveis avklaringer på unøyaktige grunnlegger.

2.6.2 Taktplanlegging

Teknikken taktplanlegging handler om planlegging og fordeling av arbeidssoner, hvor arbeidsoperasjon er delt opp i rasjonelle kontrollsoner. Hensikten bak dette er at hvert fag kan arbeide uforstyrret i sine soner en gitt tid av gangen. Når den bestemte arbeidsoppgaven er utført, skal den overlates til neste arbeidslag. Kristensen nevner også at denne teknikken er tilpasset for produksjon, men kan overføres til prosjekteringen (Kristensen, 2016, s. 22).

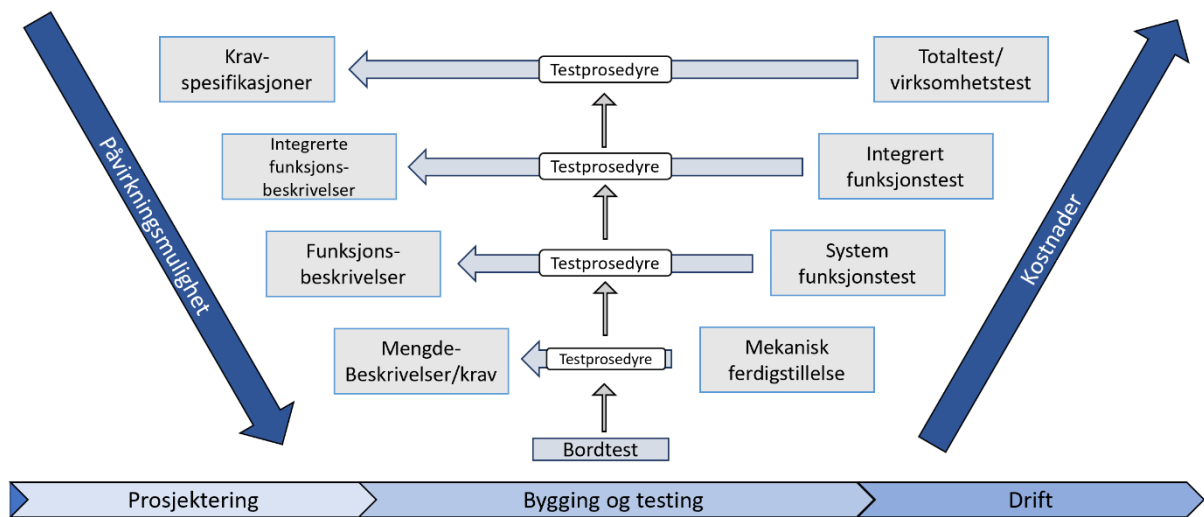
Den forventende effekten med teknikken er å få større forutsigbarhet i prosessen ved å ha klar og jevn plan for arbeidet innenfor hvert kontrollområde, med jevnest mulig veksling i tid og sted mellom de nødvendige aktørene i utvalgte prosessene. For å implementere teknikken kreves det felles forståelse for hverandres arbeid samtidig høy grad av koordinering tverrfaglig (Kristensen, 2016, s. 22).

Vignisson mente også at fordelen med å dele inn i kontrollområder er evnen til å hele tiden kunne lære av feil og forbedre seg under innreguleringen. Dette er fordi en kan gå tilbake og se hva som var feil i det andre området før man setter i gang de nye testene.

«Den effekten får man bare om man er veldig tro til å dele opp bygget i kontrollområder og har hatt SF helt i fra dag 1 og at man faktisk har prosjektert at det kontrollområdet kanskje har sin egen underfordeling sånn at det går an å spenningssette et mindre område og automatikken har sin egen automatikkalje for de områdene sann man kan gjøre det.» (Gunnlaugur Trausti Vignisson, foreleser, 20.04.2022)

2.6.3 Trinnvis testing – «unngå å ende opp med stor mengde feil og systemfeil»

Det som er vanlig i dags byggeprosjekter er å begynne testfasen i slutten av byggefasen, dette er altså den tradisjonelle måten på hvordan testing blir gjennomført. Ved tatt bruk av systematisk ferdigstilling vil det benyttes en trinnvis teknikk for utførelsen av testing. Hensikten er å teste ting jevnlig igjennom prosjektets byggefasen, for å unngå å ende opp med systemfeil eller stor mengde feil på enden av prosjektet. Det er også vesentlig billigere å endre og vurdere dem ulike elementene i tidligfasen enn i de senere fasene.



Figur 5: V-modell for bygge- og anleggsporsjekter, basert fra (Johansen & Hoel, 2016, s. 17)

Figur 5 viser V-modellen, som belyser om hvordan å starte testprosedyren og jevnlig testing av ferdigstilte komponentene etter at de er montert ferdig. Planleggingen er på overordnet nivå. V-modellen fremviser at testingen allerede starter i prosjekteringsfasen, med at det skal gjennomføres en teoretisk tabletest for hver enkelt komponent. Systematisk ferdigstillelse fremlegger rekkefølgen på testing av systemene (Johansen & Hoel, 2016, s. 15).

1. Testes de prøvebyggets systemer
2. Testes de resterende systemene
3. Testes de integrerte systemene
4. Samlende test av hele bygningen

2.6.4 Kontinuerlig kvalitetssikring

Iterativ prosestetnikken innebærer at gjentakelser med hensikten å oppnå stadige forbedringer. Slike teknikker er foreslått på grunnen av den er erfaringsmessig og gir en gradvis økt av måloppnåelse. Grunnen til dette kan være er at den bruker gjensidige læringsprosess som foregår jevnlig i løpet av prosjektgjennomføringen, der det fanges opp informasjon og reflekteres på den. Derimot ved å velge den beste løsninger blir det dermed bedre ved iterative prosessen (Petersen et al., 1998).

Ved tatt bruk i systematisk ferdigstillelse vil det da benyttes en iterativ prosess, der det

skapes fordeling i prosjektet til mindre systemer. Når disse systemene er delt opp, vil de gjennomføres til integrerte funksjonsbeskrivelser, også ifra funksjonsbeskrivelser til mengdebeskrivelser. Prosessen blir da kontinuerlig, der videre arbeid blir å kvalitetssvikter, vurdere, justere og bearbeide problemene som skulle kommet opp med hjelp av tilsatte krav (Johansen & Hoel, 2016, s. 15).

Metoder i prosjektering
PCP-planlegging
Planlegging på taktisk nivå (Sekvensplanlegging)
Taktplanlegging
Bakoverplanlegging som planleggingsteknikk
Regneark som verktøy for å vise de bakoverplanlgte aktiviteter, med ressursfordeling
Visuell planlegging for detaljoppfølging
Aksjonsliste for detaljoppfølging
Sekvensplanlegging
Struktuert samlokaliseringsprosesser
Fiskebeinskart for å avdekke prosesser/beslutninger som må gjøres før millipæler
Dialogmatrise
BIG-ROOM
BAS-møter

Tabell 2: Metoder benyttes i prosjekteringsfasen, basert på (Kristensen, 2016, s. 19)

2.7 Entreprisemodell

For å kunne utarbeide en god plan for systematisk ferdigstilling må en ha kunnskap om de ulike entrepriseformene og hvordan man velger riktig entrepriseform til prosjektet. Valget av entrepriseform blir gjort på grunnlag av ansvars- og risikofordelingen mellom byggherre og entreprenør, og blir bestemt av byggherren og sine rådgivere i starten av prosjekteringsfasen. Den norske byggenæringen skiller mellom to hoved entrepriseformer (Byggordboka, 2018).

2.7.1 Utførelsesentreprise

I en utførelsesentreprise har entreprenøren bare ansvaret for utførelsen av prosjektet, det vil si det som ligger under installasjonsfasen. Byggherren har i en slik entreprise et mye større ansvar i prosjektet, samt at han har all risikoen i prosjekteringen. Byggherren må ta ansvar for å inngå kontrakter med rådgivere, arkitekter og entreprenører. Denne entrepriseformen egner seg best i mindre prosjekter der byggherren vil ha full kontroll over prosjekteringen, men dette krever at byggherren har både kunnskapen og kapasiteten som trengs. (Byggordboka, 2018).

En skiller ofte mellom tre typer utførelsesentrepriser som er generalentreprise, delte entrepriser (byggherrestyrte) og hovedentreprise. Delte entrepriser er den mest krevende for byggherren siden han må gå inn i kontrakter med hver enkelt entreprenør, men er tilgjengelig den som gir byggherren mest kontroll over valgene. Hovedentreprise er en avart av delte entreprise med en hovedentreprenør som har ansvaret over et gitt antall fag, der det er andre entreprenører som har ansvar for resten. Under en generalentreprise trenger byggherren bare å konsentrere seg om en samlet kontrakt med en generalentreprenør, noe som gir byggherren mindre å gjøre og mer spillerom for entreprenør. Ved inngåelse av en utførelsesentreprise kontrakt er det NS 8405 som skal brukes (Byggordboka, 2018).

Ved håndtering av NS 6450 og NS 3935 ser en at det er generalentreprise som er best egnet. Vignisson mener dette er på grunn av at det ikke var mange entreprenører som var med å lage de første standardene for de tekniske bygningsinstallasjonene.

Det vi ser er jo at vi har en del standarder som er utviklet for å håndtere SF, og de er skrevet og laget slik de egner seg best i generalentreprise. Det er statsbygg og store aktører som har arbeidet med norsk standard, der det har vært med mange rådgivere, men lite entreprenører. Så man jobber nå hardt for å få standarden til å enge seg bedre for totalentreprise og samspillsentrepris – (Gunnlaugur Trausti Vignisson, foreleser, 20.04.2022)

2.7.2 Totalentreprise

Entrepriseformen de bruker i prosjektet er en totalentreprise. Totalentreprise går ut på at Byggherre har en klar tanke om hvordan et bygg skal bygges, men ikke har lyst å detaljprosjekttere dette. Byggherren gir da fra seg ansvaret til en totalentreprenør som skal styre prosjektet og etablere en prosjekteringsgruppe med en rekke underentreprenører (Codex Advokat, 2017). Alminnelige kontraktbestemmelser til en totalentreprise finner man i NS 8407 som inneholder alle føringene som skal med i en totalentreprise.

Elementet man tar for seg når man skal utdype entrepriseformen er ledelse. Som totalentreprenør har man mye ansvar som gjør at man må ha en plan fra starten av som går igjennom hele prosjektet. TE skal sammen med byggherre kunne blant annet etablere strategier, planlegge prosjektets deltagere, etablere mål for tid, kost og kvalitet, tilrettelegge for arbeidsprosesser og definere tydelige roller og ansvar i arbeidet med systematisk ferdigstilling (Johansen & Hoel, 2016, s. 7). Det kommer også tydelig fram i NS 8407 hvordan kravene til testing og dokumentering av tekniske bygginstallasjoner er i en *totalentreprise*.

Er ikke annet avtalt, skal totalentreprenør varsle om kontroll, testing, innregulering eller lignende som skal foretas av tekniske anlegg og installasjoner i rimelig tid før aktiviteten ... Totalentreprenøren skal, i samarbeid med byggherren og sideentreprenører, igangsette de tekniske anlegg og installasjonene og forestå kontroll, testing, innregulering eller lignende inntil disse fungerer tilfredstillende.
(Standard Norge, 2011, s. 32)

Det er da ekstra viktig at TE har etablert en god prosjekteringsgruppe som har god forståelse for fasene i systematisk ferdigstilling og at man har etablert gode kontrakter mellom

partene.

Entreprisemodeller – totalentreprise

Prosjektering	Utførelse			
ARK – arkitekt	Tømrer	Maler	Murer	Gulvbelegg
LARK – landskapsarkitekt	Gartner	Utemøbler	Asfalt	Terrengmur
RIG – Geoteknikk	Graving	Sprenging		
RIB – Byggeteknikk	Betong	Stål	Limtre	
RIV – VVS-teknikk	Sanitær	Varme	Sprinkler	Ventilasjon
RIE – Elektroteknikk	Høyspent	Sterkstrøm	Svakstrøm	Heiser
RIVA – Vann og avløp	Overvann-systemer	Vann og avløp		
RIBr – Brannteknikk				
RIAKU – Akustikk				
RIByfy – Bygningfysikk				

Figur 6: Entreprisemodeller - totalentrepriser, basert fra forelesning

3 Metode

Agendaen for metode kapittelet er å gi lesere grunnlag for å vurdere bachelorsoppgaven sine resultater, drøftinger og konklusjoner. I metodekapittelet vil det først presenteres og redegjøres metodiske valg, som har blitt tatt i bruk for å belyse oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål.

3.1 Metodeorientering

Til grunn i arbeidet av bacheloroppgaven har det blitt utvalgt ulike konsepter og forskningstilnæringer. Bakgrunnen til dette ligger at bacheloroppgaven omhandler flere brukte teknikker og metoder for å komme til en konklusjon. Samt måtte det vurderes hvilken av teknikkene og metodene som var mest egnet til utførelsen av oppgaven. Dette ser en med at ulike metoder og teknikker varierer med tid, erfaring og ressurser som er tilgjengelig (Dalland, 2017, s. 54).

3.2 Teorien bak og valget for forskningsdesign

Valg av metoder, ble det først vurdert på hvilken undersøkelsesdesign vil egne seg best for denne bacheloroppgaven. Det er to forskjellige metoder å tenke logisk på, induktiv og deduktiv (Sander, 2020). Induktiv metode er at man går fra empiri til teori, der empiri betyr virkelighet. Det betyr at det oppdages informasjon ved bruk av forskning, testing eller undersøkelse som fører til empirisk innhold. Dette kan derimot være usikre (Tranøy, 2019). Deduktiv metode er da fra teori til empiri, der man bruker teorier som rapporter, forskningsarbeid og diverse for å sette lys til virkeligheten. Informasjon vil da være sikre og sanne, men kan ha lite betydning i virkeligheten (Tranøy, 2019). Studenter og andre høyere utdannet mennesker vil ubevisst bruke tankegangen deduktiv, ettersom de tenker fra teorier de har lært, mens en fagarbeider vil tenke motsatt og bruke mer erfaringer og kunnskaper som han har opplevd og ta videre til evalueringen sin. Byggebransjen er et godt eksempel på dette når nyutdannet ingeniører havner i konflikt med fagarbeidere med erfaring. Ettersom oppgaven bygger på dybdeintervjuer fra arbeidslivet og videre drøfter det mot teori, vil

oppgaven egne seg mest som en induktiv.

3.3 Forskningsmetoder

3.3.1 Litteraturundersøkelse

Litteraturundersøkelse skal forhindre at en gjør unødvendig kopiering fra en annen studie og skal vise fram andre tidligere arbeid som er gjort med samme problem, dette kan også bli brukt til å grunnlegge oppgaven (Mørch, 2010). Ettersom systematisk ferdigstilling er veldig nytt er det få arbeid utført i dette temaet, slik at mesteparten av arbeidet vil være nyskapende og tatt hensyn til standardene NS 6450, NS 3935 og veilederen BA2015 med andre litteratur å lene tilbake til. Dette vil da være kjernen til oppgaven.

Informasjonen må kildrerres for at den skal bli troverdig. Internettet i dag består av mange kilder, slik at en må være kildekritisk for å sjekke om personene som har skrevet teksten har kompetanse i fagfeltet. Datoen til nettsiden vil være viktig for å vise hvor relevant det er i dag (Kildekompasset, u.å.).

3.3.2 Primær- og sekundærdata

En informasjonskilde kan være primær- eller sekundærdata. En primærdata vil indikere at kilden er tatt direkte fra forskeren, mens en sekundærdata er tatt fra andre som har samlet inn flere primærdata og lagt en litteratur av det (Sundbye Toft & Nisted, 2017). Denne oppgaven har for det meste tatt i bruk primærdata ettersom problemstillingen ønsker å undersøke hvordan arbeidet med systematisk ferdigstilling har blitt gjort i henhold til NS 6450 og NS 3935. Standardene og BA2015 vil da være primærdata, mens andre informasjonskilder vil være en sekundærdata.

3.3.3 Dokumentanalyse

En dokumentanalyse er en fremgangsmåte å analysere en sekundærkilde på. Dette er noe som blir gjort for å innhente informasjon til å kunne besvare en gitt problemstilling, ofte teori som bygger opp under drøftingen (Sander, 2022). Dokumentanalyse kan deles inn i to

analyser, kvantitativanalyse og kvalitativanalyse. Kvantitativanalyse er at en bruker dokumentene sine tolkinger og holder det faglig, mens i en kvalitativanalyse handler det om at personen tolker innholdet som blir nevnt (Sander, 2022). I denne bacheloroppgaven kombineres bruken av kvantitativ- og kvalitativanalyse. Denne metodelitteraturen kalles for «mixed methods» (Kaarbø, 2009). Denne oppgaven har brukt kvantitativanalyse ved sjekklister til vedlegg 1 og 2. Disse vedleggene vil presentere harde fakta som en kvantitativanalyse. Denne oppgaven har også brukt kvalitativanalyse i form av dybdeintervjuer. Hensikten bak dybdeintervjuer er å undersøke og deretter øke det kvalitative, samt utdype forståelsen av arbeidet som har blitt gjort ved Vaksdal skule.

3.3.4 Befaringer

Gruppen har hatt forskjellige befaringer for å innhente informasjon. Den første befaringen var til Vaksdal skule som bearbeides med. Denne turen var en introduksjon til byggeplassen og hvordan bedriften utføre arbeidet. Informasjonen som ble tildelt var hvordan de forskjellige utfordringene firmaet har håndtert og hvordan de bygger skolen. Den andre befaringen var en fire dagers tur til et annet avdelingskontor, der de hadde et prosjekt som var veldig lik denne barneskolen. Denne avdelingen sin skole er et massiv tre bygg som skal være utlevert 15. Juni. Her hadde gruppen et informasjonsmøte med personen som har ansvaret for systematisk ferdigstilling av skolen.

3.3.5 Dybdeintervju

Hensikten med valget av dybdeintervju som en forskningsmetode er å få en dypere forståelse av hvordan næringslivet håndterer systematisk ferdigstilling hos Vaksdal skule. Det som dybdeintervju gir som andre forskningsmetoder ikke gjør, er at en setter seg dypere inn i andre sine synspunkter og tolkinger som er vurdert fra deres erfaringer. Dybdeintervju gir anledning til å få en god teori uten at intervjuobjektet blir påvirket fra andres tilstedeværelse, uttalelser og holdninger. Med det vil en kunne gå dypere omkring motiver som intervjuet angår (Lynne, 2018).

Dybdeintervju blir brukt i bacheloroppgaven med hensikt at tematikken er veldig ny, og vil

kreve informasjon og kunnskap fra noen med erfaring fra systematisk ferdigstillelse. I tillegg til innhenting av teori, vil dybdeintervjuene også bli brukt til innhenting av funn fra kravene stilt i NS 6450 og NS 3935. Dette gir en bedre forståelse av arbeidet som er utført og planlagt.

Dybdeintervjuet som forskningsmetode blir å måle den dokumenterte arbeidet opp mot standardene, samt å kontrollsjekke arbeidet til de ulike aktørene i henhold til NS 6450 og NS 3935. Utvalg av informanter ble vurdert over den som har størst betydning til systematisk ferdigstillelse. ITB-, RITB-koordinator og prosjekteringsleder ble utvalgt for innhenting av den nødvendige informasjonen til oppgaven. I oppstarten av intervjuene var det nødvendig å hente inn overfladisk informasjon som er knyttet til systematisk ferdigstillelse og standardene. Deretter ble intervjuer brukt som drøftingsverktøy for å løse problemstillingen.

Før intervjuene er det viktig å finne fram spørsmål relevant til aktøren og oppgaven. Spørsmålene stilt er i henhold til standardene, se vedlegg 1 og 2. Intervjuene foregikk fra 1 time til 1,5 time, med spesifikke spørsmål til hvert intervjuobjekt. Møtene ble enten tatt fysisk eller over teams. Alle intervjuobjektene godkjente at svarene deres ble skrevet ned i ettertid og brukt i oppgaven. ITB-koordinatoren var den første gruppen snakket med. Dette intervjuet foregikk den 7. April, se vedlegg 3. Etter påsken hadde gruppen dybdeintervju med prosjekteringslederen den 26. April, se vedlegg 4. Deretter et dybdeintervju med RITB gjennom teams den 10. Mai, og til slutt et dybdeintervju med prosjekteringslederen den 24. Mai.

4 Resultat og drøfting

I dette kapittelet vil det presenteres funn fra datainnsamlingen og dybdeintervjuer.

I tillegg vil presentasjonen av funnene bli drøftet med utgangspunkt i relevant teori, knyttet til oppgavens problemstilling. Problemstillingen går som følger: «Hvordan har arbeid med systematisk ferdigstillelse blitt gjort i henhold til NS 6450 og NS 3935?».

Alle intervjuobjekter jobber for firmaet eller er i direkte kontakt med firmaet som denne bacheloroppgaven baseres på, med dette regnes dem som troverdige og pålitelige kilder. Det er to sentrale aspekter som synliggjøres i gjennomgangen av dette kapittelet. Det første aspektet er at alle funnene henviser til vedleggene. Det andre aspektet er at leser må være bevisst på at selv om alt er krysset av i sjekklister, betyr det ikke at det er gjennomført skikkelig.

Sjekkliste NS 6450	Sjekkliste NS 3945	Dybdeintervju ITB	Dybdeintervju prosjekterings- leder	Dybdeintervju RITB	Dybdeintervju prosjekterings- leder
Vedlegg 1	Vedlegg 2	Vedlegg 3	Vedlegg 4	Vedlegg 5	Vedlegg 6

Tabell 3: Oversikt over vedleggene

Resultatene fra denne oppgaven bygger ikke på hvorvidt de ulike aktørene i bedriften har gjort jobben sin eller ikke, men setter heller søkelys mot hvordan de har utført arbeidet i henhold til NS 6450 og NS 3935. Disse to standardene er også til tider situasjonsbetinget og vil i enkelte tilfeller passe mindre til å beskrive hvordan bedriften har håndtert ulike utfordringer. Det betyr at resultatene i oppgaven vil bli brukt mer som en veileder til fremtidige prosjekter opp mot systematisk ferdigstillelse. I midlertidig vil det ikke fungere som et standpunkt for hvordan man har gjort det i dette prosjektet.

Som nevnt i første avsnitt, presenteres funn fra datainnsamlingen der drøftingen tar utgangspunkt i dem, i tillegg til teori. I NS 3935 ligger det informasjon om systemintegrator leverandører. Etersom RITB har ansvaret for å fremstå som en toppsystemintegrator leverandør, se vedlegg 5, bestemte gruppen seg for å ikke ha dybdeintervju med hver enkel systemintegrator. Gruppen tar ikke høyde for eventuelle dokument gruppen ikke har tilgang

til og kan derfor ikke kartlegge all aktivitet rundt prosjektet. Kommunen krevde at alle dokumenter og rapporter i prosjektet havner i sine egne arkiver, som gruppen ikke har fått tilgang til, selv om firmaet tilstreber å ha den informasjonen i sine webhotell også.

4.1 Funn og drøfting fra faser i byggeprosesser i henhold til NS 6450 og NS 3935



Figur 7: Faser i byggeprosesser, basert fra (Standard Norge, 2016, s. 3935) og (Standard Norge, 2019, s. 3)

Både NS 6450 og NS 3935 er delt inn i faser i byggeprosesser. Standardene har forskjellige forventninger utover fasene. For mer informasjon om faser i byggeprosesser, henvises det til kapittel 2.3 *Faser i byggeprosesser*.

4.1.1 Funn fra prosjekteringsfasen

I prosjekteringsfasen har det blitt undersøkt åtte relevante krav. De tre første av dem handler om skisse-, forprosjekt- og detaljprosjekts plan (Standard Norge, 2016, s. 5). Alle de tre planene har blitt gjennomført og ligger under hver enkelt oversikt i systembasen. I samtalen med prosjekteringslederen for prosjektet, se vedlegg 4, s.16, har det blitt funnet ut at planene fungerer helt greit på denne størrelse av et prosjekt. Der det har blitt forklart greit og enkelt på hva som skal inngås i arbeidet under hvert plan.

Krav om kravspesifikasjoner med testkriterier av leverandøren har blitt krevd av byggherren i konkurransegrunnlaget samt NS 6450 og ligger i prosjekteringsmappen. Etablering av kravanalyse fra konkurransegrunnlaget for hver enkelt fagdisiplin er ikke direkte krav i NS 6450, men er noe som kunne blitt gjennomført. Totalentreprenør har leid inn en totalteknisk gruppe som har ansvar for at alle kravspesifikasjoner blir fulgt, se vedlegg 4, s.1.

Etablering av planer for testing, idriftsetting og prøvedrift er gjennomført av ITB-ansvarlige i

henhold til kravene, og befinner seg under «test plan oversikt». Oversikten viser beskrivelsen av systemer, med presenterte startpunkter på hver test og fase. Oppsettet på hvem som eier, og hvem som skal utføre arbeidet på systemene er gitt i testplanet.

ITB-ansvarlig har en rekke ansvarsområder under prosjekteringsfasen der det stilles krav om å utarbeide de styrende dokumentene for de integrerte tekniske bygningsinstallasjonene i tidligfase (Standard Norge, 2019, s. 3). I dybdeintervjuet med ITB, kom det fram at alt av ITB dokumenter er på plass der det har blitt utarbeidet en første versjon av systematisk ferdigstilling, se vedlegg 3, s.2. RITB har kommet inn i senere tid og utarbeidet videre på dokumentene. ITB (vedlegg 3, s.1, 07.04.2022) nevner også at han kom sent inn i prosjektet. *«Ingen er perfekt, sånn er det når systematisk ferdigstilling og ITB-ansvarlige kommer inn seint i prosjekt. Det er ikke prosjektert til systematisk ferdigstilles, men vi lærer».*

Sammen med prosjektleder skal ITB lage en plan for prosjektets slutfase (Standard Norge, 2019, s. 3), men under dette prosjektet følger den ikke standarden fullstendig. Denne planen viser hovedsakelig når tester og arbeid skal bli utført. Til slutt i prosjekteringsfasen skulle ITB utarbeide en foreløpig testplan med systemspesifikke krav som er et av dokumentene som ligger i ITB mappen.

4.1.2 Drøfting fra prosjekteringsfasen

Under prosjekteringsfasen blir det nevnt at kravspesifikasjoner har blitt krevd av byggherren. Ettersom det ikke er et direkte krav i NS 6450, å opprette en kravanalyse fra konkurransegrunnlaget for hvert enkelt fag, utgjøres det en mer uklarhet over konseptet for dem med mindre kunnskap. NS 6450 tar ikke opp dette tilfelle slik at kravene fra byggherren kan være mer krevende for at brukerne skal forstå fagfeltene. I prosjektmappen til firmaet oppleves det mangel på dokumenter som skal fremvise kravspesifikasjoner, ved at det ligger tomme mapper og tomme maler. Prosjekteringslederen nevner i intervjuet, se vedlegg 6, s.7, at dette ikke har blitt prioritert, noe som de burde. Aktørene selv har problemer med å skjønne webportalen. I delkapittelet 2.4.5 *Teknologi*, blir det fortalt at det kan komme fra dårlig kompetanse på teknologi utsyr. En dårlig kompetanse i datautstyr kan skape

problemer med forståelsen til Bim-programmene. Det kan føre til problemer som kunne blitt fikset i tidligfasen. Dette skjedde hos Vaksdal skule, der et ventilasjonsrør ikke hadde fått hull i betongveggen, mens veggen var malt. Det ble oppdaget når rørleggeren skulle sette inn røret, og da ble han bare stående. Ettersom hullet ble lagt falt det rusk på den nymalte veggen slik at den måtte males på nytt. Her ble det ekstra kostnader på tre ulike arbeidere. Ved en «crash-test» som delkapittelet 2.4.4 *Bim* nevner med mer forståelse i prosjekteringsfasen kunne bedriften oppdage dette tidligere.

Kravspesifikasjoner er en del av tilbudsgrunnlaget ved at byggherren har tiltransportert sitt egen automasjonsfirma. I dybdeintervjuet med prosjekteringsleder kom det fram at det har vært problemer med kommunikasjonen mellom den totaltekniske gruppen, ITB og automasjonsfirmaet. Bakgrunnen for dette er at totalentreprenørene og de andre UE har liten erfaring med systematisk ferdigstilling der fagene skal snakke sammen.

Møtestrukturen var en stund dårlig, og aktørene hadde liten forståelse for ansvarsområdene og deres avhengighet til andre. Krav om møter for ansvarsområder og plikter for aktører er noe som burde blitt ført frem i hvert neste kommende prosjekt som tar bruken av totaltekniske gruppe. Dette samsvarer med tanken bak den systematiske trekanten ifra kapittel 2.5 *Organisasjon, roller og ansvar* der innholds kompetansen og ledelsen bør snakke mer sammen. Det nevner også i dybdeintervjuet at selv om en har leid inn en gruppe som skal håndtere de ulike tekniske fagene, må en fortsatt følge med for å sikre at jobben blir gjort riktig se vedlegg 6, s.5.

Ettersom ITB-ansvarlig hadde ansvar å bearbeide forskjellige dokumenter i prosjekteringsfasen ble det nevnt i intervjuet med ITB, se vedlegg 3, s.1, at han kom sent i prosjektet. Dette gjorde det problematisk for å få utarbeidet dokumentene, men og for systematisk ferdigstilling. Med tanke på at systematisk ferdigstilling sin oppbygging til suksess, krever det mye arbeid i tidligfase. Teoridelkapittel 2.3.1 *Prosjekteringsfasen* inneholder viktigheten i å starte tidlig med systematisk ferdigstilling. ITB er en viktig rolle for systematisk ferdigstilling, slik at mer ressurser og forståelse på hva det innebærer bør gjennomgås i byggebransjen, se vedlegg 5, s.6.

4.1.3 Funn fra Installasjons- og igangkjøringsfasen

I Installasjonsfasen går det igjennom tre delfaser som henviser i figur 7 (Standard Norge, 2016, s. 5). Standardene tar ikke for seg den generelle byggingen i et prosjekt. Likevel kommer det fram hvordan en kan legge til rette for en effektiv installasjonsfase med lite feil og avvik. En av de tre delfasene, er om eventuelle fabrikktest har blitt gjennomført av leverandøren. Ved Vaksdal skule er det noen enkelte utstyr som kommer med fabrikktest, men det er ikke stilt krav til dette.

Utførelse av mekanisk ferdigstillelse, montasje av elementer og generelle byggingen har gått etter planen, men har ført til noen utsettelse i fremdriftsplanen, se vedlegg 4, s.3. Avvikene har blitt løst og dokumentert i både firmaet og kommunens webportal. Noen av avvikene har spilt større rolle i forsinkelsen til prosjektet.

Igangkjøringsfasen gjelder igangkjøring og testing av alle tekniske systemene i bygget, der hovedfokuset er å sjekke at alle tekniske systemene fungerer etter planen (Standard Norge, 2016, s. 5). Utføring ved dokumentering av funksjonstester til de tekniske bygningsinstallasjoner hos denne skolen er gjennomført tidlig. Utførelse og dokumentasjon av innreguleringen er tilsendt til de ansvarlige og angitt utførelses dato. Perioden er ganske kort ved innreguleringen og det er derfor viktig å ha en god fremdriftsplan. Oppfylging, trykk- og spenningssetting er gjennomført i dette prosjektet. Det er altså egenkontroll som blir gjennomført av ansvarlige aktøren (sidemannskontroll).

I installasjons- og igangkjøringsfasen ved henhold til NS 3935 blir det nevnt at prosjektleder organiserer og gjennomfører tabletester, og leverandøren verifiserer funksjoner og grensesnitt (Standard Norge, 2019, s. 3). I dette prosjektet blir det ikke gjennomført tabletester. Ifølge RITB verifiserer ikke leverandøren funksjoner og grensesnitt, se vedlegg 5 s.7. Deretter skal leverandøren bearbeide en testplan, testprosedyrer og gjennomføre tester i henhold til testplan. Testprosedyrene blir utført i henhold til NS 6450. Ettersom dybdeintervjuet med ITB var den 7. April ble det fortalt at han enda ikke hadde fått

rapportene om testplan og testprosedyrer.

4.1.4 Drøfting fra installasjons- og igangkjøringsfasen

Dokumentasjon av fabrikktester gir ofte grunnlag for kvalitetssikringen over at leveransen har den riktige funksjon når den ankommer byggeplassen. Noen av systemene blir det tatt funksjonstester på, som kan avdekke avvik. Problemet er at det kan medføre at systemene ikke blir ferdigstilt til rett tid. Fabrikktest er da et viktig dokument å forholde seg til, med tanken på systematisk ferdigstilling. Delkapittelet *2.3.2 Installasjons- og igangkjøringsfasen* beskriver det at fabrikktest øker sannsynligheten for å få tilsendt et produkt som fungerer slik det skal der eventuelle feil har blitt avdekt før leveransen og ikke på byggeplass. Liten bruk av fabrikktester kan føre til forlenget byggetid, og medføre økonomisk tap som kunne ha blitt oppdaget tidligere. Fabrikktest blir situasjonsbestemt også. Ved at Vaksdal skule ikke har krevende systemer, blir det ikke lagt vekt på fabrikktesting, se vedlegg 6, s.3.

«Fabrikktest er for lite brukt og burde ha blitt brukt mye oftere for å kvalitets sikre at leveransen har en funksjon når den ankommer byggeplass. Og da må det ha blitt gjort et godt stykke arbeid i første omgang» -(Gunnlaugur Trausti Vignisson, forelesning 20.04.2022)

For å ikke få en ventetid på varer, kan det ta i bruk av tidlig leveranse. Ved å ha bakoverplanlegging i planen for systematisk ferdigstilling, vil dette medføre at en finner ut mye tidligere hva man trenger av materialer som fører til at bestillinger kan skje allerede i tidligfasen. I delkapittelet *2.6.1 Bakoverplanlegging – gjør ting riktig fra første forsøk* forteller Kristensen (2016) at for å lykkes med en god bakoverplanlegging, må det være en klar tanke fra ledelsen på hvordan de har planer om at bygget skal se ut.

I kapittel *2.1 Lean* handler det mye om just in time prinsippet og «trimmet bygging». Bakoverplanlegging som nevnt i avsnittet over er en av mange virkemidler i Lean, som kan bidra til at bygget får en bedre flyteeffekt med mindre sløsing og tap av verdi. Et annet hovedprinsipp er at byggenæringen må se mere på den totale flyten, og ikke på hver enkelt ressurs. En aktør vil lett tru at det han selv gjør er effektivt når han fokuserer direkte på sin arbeidsoppgave. Realiteten kan da være at dårlig samspill opp mot de andre aktørene, vil

føre til at selve hovedfremdriften blir forsinket, se delkapittel 2.1.2 *Flyteeffektivitet-oppfyllelse av behov*.

Ved å innsette taktplanlegging i arbeidsmetoden bidrar den til å øke forutsigbarheten i arbeidet, se delkapittelet 2.6.2 *Taktplanlegging*. Dette vil frigjøre arbeidsoperasjoner ved å motivere alle aktørene til å følge lik rytme. I en slik taktplanlegging er det veldig viktig at en har kontroll på nødvendige bestillinger som kan skape problemer for fremdriften. Et problem ved Vaksdal skule oppstod når en leveranse på et gulvbelegg ble forsinket. Dette førte til at rørleggeren ikke kunne teste aktiviteter som var nødvendig for å kontrollere sine ansvarsområder, se vedlegg 4, s.16. Ved å sette søkelys på hvor den kritiske linjen i prosjektet ligger, kan man opprette «long lead items» lister som kan bidra til å fremheve hvilke leveranser som kan sinke fremdriften, se 2.3.2 *Installasjons- og igangkjøringsfasen*.

I Installasjons- og igangkjøringsfasen blir det ikke gjennomført tabletester. Ved dybdeintervjuet med prosjekteringslederen, ble det fortalt at prosjektlederen ikke visste hva tabletester var, se vedlegg 6, s. 5. Tabletester blir prosjektavhengige, slik at ved et større prosjekt kunne det krevd tabletester for å diskutere testene. I delkapittelet 2.3.2 *Installasjons- og igangkjøringsfasen* blir det fortalt at tabletester kan brukes for å avdekke feil og mangel før en bestiller. Prosjekteringslederen nevner også at de burde nok diskutert bedre bruken av standardene, og hva som burde ha blitt krevd fra dem.

4.1.5 Funn fra idriftsettings- og prøvedriftsfasen

Idriftsettingsfasen gjelder gjennomføring av integrasjons-, fullskala-, stabilitet- og ytelsestest, samt planer for opplæring av driftspersonellet (Standard Norge, 2016, s. 5).

Opplæringsplanen som skal gi grunnleggende forståelse for betjening av systemer har ikke blitt laget enda, se vedlegg 6, s.4. Entreprenørene som har ansvaret for utførelsen av tekniske anlegg, skal også lage opplæringsplan for hvert enkelt teknisk system.

«Ja det er noe som bør utføres tidlig, bedre før. Det gjør ingenting at opplæring planet ikke kommer før opplæringen pga. dem går i detaljer i de enkelte systemer». – (ITB, vedlegg 3,

s.4, 07.04.2022)

Utførelse og dokumentasjon av integrerte teste skulle bli gjennomført tidligere. Ved utsettelse ble prøvedriftsfaen flyttet til den 13. Mai, og for integrerte testene den 9 og 10. Mai, deretter fullskalatester den 11. Mai. Ved integrasjonstestene og fullskalatesten har det blitt registrert et par avvik som må fikses, noe som gjorde at det ble satt en ny tid til oppstart på prøvedriftsperioden. Denne tiden er enda ikke nedsatt, men mest sannsynlig blir starten av prøvedriftsperioden den 30. Juni. Stabilitets- og ytelsestester har blitt planlagt til å bli utført etter at prøvedriften er ferdig, mens testing av kapasitet og ytelsen har blitt gjennomført med trykktester i bygget.

I prøvedriftsfasen skal det bekreftes kontraktens spesifikasjonskrav i gitt tidsperiode og prøvedrift av de tekniske bygningsinstallasjonene (Standard Norge, 2016, s. 6). I dette prosjektet er det mulig å kontrollsjekke gjennom dokumentene som er tildelt. Her forteller de at kontraktens spesifikasjonskrav som er i gitt tidsperiode er gjennomført og at prøvedrift av de tekniske bygningsinstallasjonene er planlagt. Prosjekteringsleder nevner at evakueringsøvelser for dette prosjektet skal skje under fullskalatest, se vedlegg 4, s.4. Det blir da testet hvordan systemene responderer under en brann og hvordan systemene starter opp igjen etter brannen. Slutten av kapittelet i henhold til NS 6450, nevner at ordinær drift starter når prøvedriftsfasen avsluttes (Standard Norge, 2016, s. 6). Prøvedriftperioden varer i 1 år før den avsluttes.

4.1.6 Drøfting fra idriftsettings- og prøvedriftsfasen

Et godt opplæringsprogram er en viktig faktor ved overtagelse av bygget, se delkapittel 2.3.3 *Idriftsettings- og prøvedriftsfasen*. Det sikrer en god og riktig bruk av bygget, og det er entreprenører som skal utarbeide om ingenting annet er avtalt. I dybdeintervju med prosjekteringsleder, se vedlegg 6, s.4, blir det fortalt at bedriften har etterspurt og purret på underentreprenørene flere ganger. Dette er noe som skal være på plass før prøvedriftsfasen.

I idriftsettelsesfasen og prøvedriftsfasen fortalte RITB i dybdeintervjuet, se vedlegg 5, s.6, at en burde hatt flere dager til testing. Da kan alt av funksjonstester blir gjennomført fullstendig før en begynner på integrasjonstester. I tillegg forteller RITB at det bør gå noen dager eller en uke etter integrasjonstestene er gjennomført før en begynner på fullskalatester. Grunnen for dette er å gjøre det mulig å eventuelt reparere feilene som blir funnet. For arbeiderne i dette prosjektet ble tiden for knapp, overleveringen skulle skje tidligere, men ble utsatt med en uke til den 13. Mai. Dybdeintervjuet med RITB var den 10. Mai. Etter et nytt intervju med prosjekteringslederen som foregikk 24. Mai, se vedlegg 6, s.4, fikk gruppen informasjonen om at integrasjonstestene og fullskalatesten ikke ble fullstendig gjennomført. Det var noen systemer som ikke hadde fullført funksjonstester, mens andre systemer hadde diverse egentest feil. I funnene blir det nevnt at prøvedriftsfasen skal sannsynligvis begynne 30. Juni, slik at tiden skal være god nok til å gjennomføre testene skikkelig.

Resultatet av testene i idriftsettelsesfasen viser viktigheten av å ha en god plan med satte milepæler og buffere i framdriften slik avvik i tester ikke forhindrer framdriften. Dette er noe som ble nevnt i delkapittel 4.1.4 *Drøfting fra installasjons- og igangsettingsfasen*, men som også er relevant i idriftsettelsesfasen. Ifølge Vignisson er nøye planlegging av fremdriften i igang- og idriftsettelsesfasen viktig spesielt av en grunn:

«Problemet er at de aktivitetene som er igangkjøring og idriftsetting er personer med høy spesialisert kompetanse, så det er veldig vanskelig å forsere tiden i de to fasene, det er ikke så ganske mange som kan programmere de systemene, og for eksempel automatikk leverandøren har en liten kontrakt der han kanskje bare har satt av et par spesialiserte ressurser for å programmere opp og kjøre i gang og teste ut hele bygget.» (Gunnlaugur Trausti Vignisson, forelesning, 20.04.2022)

4.2 Funn og drøfting fra NS 6450

NS 6450 er en standard som inneholder informasjon om idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner (Standard Norge, 2016). Standarden inneholder kapitler om ulike utførelser og dokumenter fra de ulike byggefasene, partners plikter før

prøvedriftsfasen, partners plikter i prøvedriftsfasen og avslutning av prøvedriftsfasen. Funn og drøfting for byggefasene er henvist til kapittel 4.1 *Funn og drøfting fra faser i byggeprosesser i henhold til NS 6450 og NS 3935*.

Lagt til grunn ved at Vaksdal skule måtte utsette prøvedriften, se vedlegg 6, s.4, får ikke gruppen mulighet til å ta stilling til arbeidet i prøvedriften og ved avslutning av prøvedriften. Med bakgrunn på dette har gruppen valgt å avgrense deler av resultatene i den siste byggefasen.

4.2.1 Funn fra partenes plikter før prøvedriftsfasen

Før oppstarten på prøvedriftsfasen, skal det bli utført testprosedyrer på alle tekniske systemene med forklaring på testens hensikt. Den stiller krav til hva en test skal inneholde som kan være testens hensikt, referater til kravspesifikasjoner og starttidspunkt med antatt varighet og deltakelse (Standard Norge, 2016, s. 6). Det er også krav om å utarbeide en testrapport, der de som er ansvarlige for gjennomføring av tester er pliktig å utarbeide testprosedyrene. Testprosedyrer med detaljert beskrivelse av testgjennomføringen er gjort, med funksjonsbeskrivelser og gjennomføringsplan for testingen.

I webportalen til kommune blir testprosedyrene lagt inn, i tillegg ønsker firmaet at testprosedyrene skal ligge i deres webportal. ITB-ansvarlige viser til hvordan testprosedyrene skal se ut ifra NS 3935 som beskriver hva, hvordan, forventet resultat og aksept kriterier. Det er ikke nødvendig at alle testprosedyrer skal ser helt like ut, men er en ulempe for innholdskompetansen.

Ansvarsforhold er fordelt i planen for systematisk ferdigstillelse. Utføringsplan for hvordan testrapport skal se ut, hvordan den skal bli utført, og med angitt gjennomføringsperiode, tidspunkt og varighet (Standard Norge, 2016, s. 7), har blitt utført. Resultater av testene har blitt dokumentert etter standarden og tilsendt til kommunens webportal.

Byggherren er pliktig til å være aktiv deltaker i idriftsettingen av de tekniske installasjonene, samt plikter dem å være til stede under relevante og kritiske systemtester, og deltakelse for testene som er avtalt (Standard Norge, 2016, s. 7). Ettersom prosjektet ikke ble prosjektert etter systematisk ferdigstilling blir byggherren deltaker først i integrasjonstestene, med tilgang til prosjektmappene. Samt skal byggherren være en aktiv deltaker i opplæringsfasen. Kommunen har vært presise på at de ønsker all dokumentasjon fra arbeid utført i alle testprosedyrene. Om de kontrollerer mottatt dokumentasjon har det ikke blitt funnet om.

I testplanoversikten er det blitt utført fremdriftsplan med inkludert tid til planlegging og gjennomføring av avtalte tester. I tillegg levere den nødvendige FDV-dokumentasjonen for å gjennomføre testingen av de tekniske systemene. Leverandøren skal også utarbeide en komplett testplan som leverandøren har ansvar for, og dette skal ha blitt utført før integrasjonstestene (Standard Norge, 2016, s. 7). Hensikten for dette er at byggherren skal vite hvor langt i prosessen prosjektet har ankommet.

Hvis alt går etter planen som *4.1.5 Funn fra idriftsettings- og prøvedriftsfasen* beskrev, vil prøvedriftsfasen starte den 30. Juni og varer ut et år. For at prøvedriften skal starte må alle de avtalte testene ha blitt gjennomført og alle nødvendige dokumenter levert (Standard Norge, 2016, s. 7). I dybdeintervju med prosjekteringsleder, se vedlegg 6, ble det fortalt at det ikke blir tilsendt erklæringsskjema fra leverandør i forkant av prøvedriften.

4.2.2 Drøfting fra partenes plikter før prøvedriftsfasen

Det oppleves forskjell på kvalitet når det kommer til detaljerte testprosedyrer. I NS 6450 stilles det ikke direkte krav til kvaliteten. Grunnen for at kvaliteten kan variere kommer fra størrelsen på entreprenørene som skal utføre jobben og hvor stor kapasiteten deres er. Ulempen som oppleves er at det er ulik grad av detaljert beskrivelse, det vil si noen av testprosedyrene er mer detaljert enn andre. Et avvik som har blitt oppdaget er at testprosedyrene har kommet inn for sent i forhold til hva som er ønskelig. Krav om tidlig innsending finnes både i NS 6450 og har blitt sagt av ITB i dybdeintervjuet.

«Absolut både testplan og testprosedyre bør være i prosjekteringen, før de begynner å bygge. For da kan du avdekke hva som ikke kan bygges etter planen. For å få det systematisk og slik at alt ikke kommer på slutten teste områder etter området (kontrollområdet), stadig gjennom prosjektet.» - (ITB, Vedlegg 3, s.2, 07.04.2022)

Byggherre har vært aktiv når det kommer til opplæringen som ble gjort etter idriftsettingen. Likevel gjør entreprisformen at idriftsettingen av de tekniske bygningsinstallasjonene er blitt arrangert av totalentreprenør, der byggherre ikke har vært like aktiv. Ved kritiske tester ble ikke byggherren innblandet før på starten av de integrerte testene, og i henhold til NS 6450 er dette greit. Byggherre har også vært veldig aktiv når det kommer til mottakelse av relevante dokumenter som trengs for å være delaktig i tester og opplæring se vedlegg 4, s.10.

Siden den totaltekniske gruppen fra byggherren har leid inn ITB, har det ikke vært like lett å stille de kravene som skulle ha blitt stilt. Om firmaet hadde hatt sin egen ITB, kunne de ha purret mer på han til å få gjort de testprosedyrene som skal til. Prosjekteringsleder, se vedlegg 4, s.13, mener de tekniske entreprisene som den totaltekniske gruppen ikke har noe med ofte blir nedprioritert. Samspillet burde ha vært bedre og med en egen ITB hadde han fulgt opp bedriftens behov for fremdriftsstyringen og stilt krav til alle underentreprenører. Dette er noe som byggherre og TE ikke har vært borti så mye, slik at det blir en god læring av dette.

Når det kommer til testplanoversikten til leverandøren, er det viktig å melde tilbake og dokumentere dette. For helheten sin del er det også viktig at det gjøres en god jobb i forveien med å beskrive integrasjonstestene.

«Vi må bruke tid i prosjekteringen for å gå igjennom alle integrasjoner og beskrive de. Og dette er sjeldent gjort, og sjeldent at det er fylt ut, fordi folk gjør ofte bare det de pleier å gjøre uten å ha lest hva dei burde ha gjort.»(Gunnlaugur Trausti Vignisson, forelesning, 20.04.2022)

4.2.3 Funn fra partenes plikter i prøvedriftsfasen

Byggherren og leverandøren er pliktig å opprette felles prøvedriftslogg (Standard Norge, 2016, s. 8). I dette prosjektet skal prøvedriftsloggen bli laget under FDVU systemet som kommunen har lagt. Aktører som drifter de tekniske bygningsinstallasjoner i prøvedriftsfasen har ansvaret for sine tekniske systemer i et år etter at prøvedriften har startet.

Byggherren er pliktig å drifte de tekniske bygningsinstallasjonene etter deres egne rutiner. De har også ansvar å melde ifra om ulemper og forståelser ved de tekniske systemene. Om det oppleves uønskede hendelser eller feil av betydning skal det bli rapportert til leverandøren (Standard Norge, 2016, s. 8).

Leverandør er pliktig å gjennomføre og kontrollere systemene sine regelmessig. Det blir lagd protokoll i samarbeid med byggherren over hvor ofte leverandøren skal kontrollere systemene. Ved dette skal det også utarbeides besøksrapporter for hver kontroll som leverandøren sjekker (Standard Norge, 2016, s. 8).

4.2.4 Drøfting av partners plikter i prøvedriftsfasen

Når det kommer til drift av de tekniske bygningsinstallasjonene er det viktig at ledelsen har en klar tanke om hvordan bygget skal fungere, se delkapittel 2.5.1 *Ledelse*. Tanken bak dette er at det ikke skal oppstå problemer når prøvedriftsperioden starter. Om de som skal overta bygget er uten kompetanse til å drifte det hender det ofte at systemintegratorer og ITB fra prosjektet må være igjen og bistå i testene, og dette vil koste ekstra, se delkapittel 2.3.3 *Idriftsettings- og prøvedriftsfasen*. Det oppfattes etter intervjuet med prosjekteringsleder at byggherre og leverandør har god kontroll på sine plikter ved drift av bygget og dokumentering av dette.

4.2.5 Funn fra avslutning av prøvedriftsfasen

Avslutningen av prøvedriftsfasen blir gjennomført ved at leverandør utarbeider en rapport om hvorvidt kontraktens krav er oppnådd i prøvedriftsfasen. I tillegg skal leverandør legge ved eventuelle feil som er avdekket og status på dem (Standard Norge, 2016, s. 8). Under prosjektet har totalentreprenøren rapportert for hvert fag og system, i en byggherrerapport. For hvert fag og system må leverandørene vise en logg på hva som er feil. Ved gjentakende feil så er det blitt gitt forslag til forbedringer på funksjon, se vedlegg 4, s.15. Det siste som leverandøren skal gjøre i avslutningen av prøvedriftsfasen er å gjennomgå og eventuelt bearbeide driftsinstrukser med erfaringer fra prøvedriftsperioden (Standard Norge, 2016, s. 8). Dette er noe som regnes med å få tilbakemelding på ifølge prosjekteringsleder. Tester og levert dokumentasjon av testprosedyrer er fremstilt skriftlig. Dette er for å ha en sikkerhet på å kunne vise til dokumentasjonen senere, om det skal oppstå noen konflikter ved overtakelse.

4.3 Funn og drøfting fra NS 3935

NS 3935 er en standard som inneholder informasjon om de integrerte tekniske bygningsinstallasjoner med forkortelse ITB, prosjektering, utførelse og idriftsettelse (Standard Norge, 2019). Informasjonen som er tildelt i standarden forteller om hva ITB skal utgjøre under de forskjellige fasene i byggeprosessen, som kapittel 4.1 *Funn og drøfting fra faser i byggeprosesser i henhold til NS 6450 og NS 3935* handler om. Deretter om partners plikter, helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til ITB, RITB og systemintegrator leverandørene.

4.3.1 Funn fra partners plikter

Partners plikter handler om de forskjellige aktørene skal utføre diverse plikter for å vedlikeholde forbindelsen mellom hverandre. Nevnt i delkapittel 4.1.2 *Drøfting fra prosjekteringsfasen* ble det fortalt at ITB ble tatt inn for sent i prosjektet i henhold til NS 3935. Dette gjorde det vanskelig for ITB å innfri alle kravene som er satt til han i tidligfase.

Hele kjernen i systematisk ferdigstilling er at ITB ansvarlige skal være den grunnleggende styrende rådgiveren i det systematiske arbeidet til de tekniske anleggene. Ved dette så er det veldig viktig at ITB skal bli tatt inn tidlig i prosjektet for at systematisk ferdigstilling skal bli gjort på en best mulig måte - (Gunnlaugur Trausti Vignisson, forelesning, 20.04.2022)

ITB-ansvarlig mener at det har vært en god samhandling mellom de tekniske aktørene. ITB har også myndighet til å sikre en helhetlig teknisk løsning i henhold til prosjektets mål ved denne skolen. De har hatt ITB-møte annenhver uke og i idriftsettingsfasen ble dette endret til møte hver uke. Under møtene har det ikke vært noen sekreter, noe som vil gjøre det vanskeligere å notere og huske hva som blir sagt under møtene. I tillegg nevner prosjekteringslederen, se vedlegg 4, s.16, at under Covid-19 ble det vanskeligere å kommunisere med hverandre, som delkapittelet 4.4.1 *funn fra ikke nedskrevet elementer* snakker om. ITB er også pliktig å tilhøre prosjektorganisasjonens ledelse og i dette prosjektet så er han det (Standard Norge, 2019, s. 3).

Alle kontrakter om leveranse og prosjektering av tekniske bygningsinstallasjoner skal inneholde krav til at NS 3935 innvirker (Standard Norge, 2019, s. 3). Dette er viktig for entreprenørene for å vite hva som kan settes krav på. Prosjekteringsveilederen som er blitt opprettet har lagt til rette for at prosjektet skal ha alle muligheter for å bli gjennomført i henhold til NS 6450 og NS 3935. Ifølge NS 3935 skal RITB hos prosjekterende og systemintegrator leverandør ha myndighet og ansvar for å ivareta ytelsene (Standard Norge, 2019, s. 4). ITB, se vedlegg 3, s.3, nevner at dette prosjektet er en totalentreprise slik at RITB-en skal gjøre det som blir priset. RITB-en skal sikre at de prosjekterende har prosjektert riktig. Fordelen med at prosjektet er en totalentreprise er at da kan prosjekterende velge ulike veier for å oppnå målene. Samt skal ITB supplere med RITB og systemintegratorer.

4.3.2 Drøfting fra partners plikter

I byggebransjen der det er flere personer som har ansvar over flere områder, blir det krevende for en person å ha ansvar for alt. ITB nevner at referatene til ITB-møtene har vært mangelfull, ettersom at det har vært lite å rapportere og begrenset med hvor mye tid som

skulle brukes i prosjektet, se vedlegg 3, s.5. Dette kan unngås med enkle løsninger som å ha en sekreter i møtene. Å stole på hukommelsen til den ansvarlige for møte kan påvirke hva som blir sagt under møtene. Derfor er det viktig å avholde møter med en sekreter som kan notere ned viktige elementer, og etterpå lage en oppsummering sammen med den ansvarlige for møtet. ITB er en sentral rolle som har et bredt spekter av ansvarsområder, derfor er det viktig at han tilhører prosjektorganisasjonens prosjekteringsgruppe. Som nevnt i teori 2.5 *Organisasjon, roller og ansvar*, er forholdet mellom ledelsen og innholdskompetansen viktig siden dette legger til grunn hvor mye kunnskap om systematisk ferdigstillelse prosjektorganisasjonen har.

4.3.3 Funn fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til ITB

For å ivareta helheten og grensesnittene til ITB-ansvarlig gjelder det at han skal ha egen RITB og systemintegrator leverandør og sørge for at dette valget skjer (Standard Norge, 2019, s. 4). Ifølge ITB, se vedlegg 3 s.4, sier han at han har sine egne RITB og systemintegrator ved at RITB-en er en toppsystemintegrator. Med dette mener ITB at RITB har ansvar over de forskjellige systemintegratorene og at jobben de gjør blir gjennomført. Siden prosjektet er en totalentreprise, har totalentreprenør tatt på seg ansvaret å utføre detaljprosjekteringen. Dette fører til at TE kontraherer egne RITB og systemintegrator, og ikke ITB. NS 3935 er laget med hensyn på generalentreprise, slik at enkelte krav i standarden ikke inngår dette prosjektet, se delkapittel 2.7.1 *Utførelsesentreprise*.

ITB-ansvarlig skal være ansvarlig for organiseringen og møtestruktur for gjennomføring av NS 3935 (Standard Norge, 2019, s. 4). Her har ITB-koordinatoren organisert ITB-møter. ITB-møtene har vært et godt hjelpemiddel for å kunne diskutere gjennomføringen av tester, samt å dokumentere dette etter møtet. Det ITB og den totaltekniske gruppen har satt søkelys på er å følge opp de dokumentene som skal gjennomføres i henhold til systematisk ferdigstillelse og hvem som har ansvaret over dem.

ITB følger opp aktiviteter og milepæler når testene blir fullført. Disse milepælene blir skrevet ned i et FDV-dokument, som ligger inne på kommunen sin sky. Ettersom ITB skal ha planer for at opplæring av prøvedrift forefinnes, er det viktig at hver enkelt entreprenør lager sin

egen plan for hvordan opplæringen med brukere skal fungere. I dybdeintervjuet med ITB, se vedlegg 3, s.5, ble det nevnt at den ikke var ferdig laget, men møtet var den 7. April. Prosjektets prøvedriftsperiode skulle starte den 13. Mai, men ble utsatt. Dette førte til at ITB enda ikke hadde fått opplæringsplanen, noe som delkapittelet *4.1.6 Drøfting fra idriftsettings- og prøvedriftsfasen* beskriver. Som nevnt tidligere var dybdeintervjuet før påsken, slik at utarbeidelsen av en overordnet beskrivelses-plan var på den tid planlagt. I dybdeintervjuet med ITB, se vedlegg 3, s.5, nevner han at de ikke har rapportert de tverrfaglige arbeidet ved denne skolen.

I dette prosjektet har ITB tatt ansvar for å sikre at NS 3935 gjelder. ITB skal også sikre at nødvendige aktører er informert om ansvar og forventninger til prosessen, og sikre en god organisering og etablering av ITB-arbeidene (Standard Norge, 2019, s. 5). Dokumentering over avklaringer og beslutninger handler om dokumentasjon over beskrivelser med avvik. ITB-koordinatoren ser på kravene og hva som har blitt utarbeidet, og til slutt godkjenner (Standard Norge, 2019, s. 5). Datoen over dokumenteringene gjør det lettere for de som skal rette opp i avviket å vite hvilken rekkefølge som egnes best for å løses. *«Det er viktig å ha slik om at noen har besluttet noe og gjort endringer uten å formidle til de andre så kan vi da gå inn i dokumentene og sjå om det har kommet inn noen endringer eller ikke»* - (ITB, vedlegg 3, s.6, 07.04.2022)

Diverse andre hovedoppgave ITB har i henhold til NS 3935 er å rapportere fra utarbeidet arbeid fra ITB-arbeidet, og dette er noe han ikke har gjort som han mener han burde ha gjort. ITB skal dokumentere avvik fra krav og mål, fremdrift, status av tester, KPI og annet nødvendig dokumentasjon fra arbeidet og i dybdeintervjuet, se vedlegg 3, s.7, nevnte ITB at han har planlagt å utarbeide dette (Standard Norge, 2019, s. 5). ITB-ansvarlige skal sørge for at ytelser til RITB og systemintegrator leverandør blir formulert i tilbudsgrunnlaget, noe som har blitt gjort. Ettersom prosjekteringsveileder er med som en del av kontrakten, inneholder den hva som er kravet til RITB og systemintegrator.

ITB skal informere om roller til partene i forbindelsen med ITB arbeidet, som er blitt gjennomført. Han skal også innkalle til møter og tester for driftspersonell og brukeren noe som ITB nevnte i dybdeintervjuet, se vedlegg 3, s.8, at de skulle begynne med rundt påske

tiden. Til slutt har ITB ansvar å sørge for at alle krav i tilbudsgrunnlaget og i kontrakten er gjennomført, noe som har blitt gjennomført (Standard Norge, 2019, s. 6).

4.3.4 Drøfting fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til ITB

Etter dybdeintervjuet med RITB kom det fram at RITB har ansvaret for de ulike systemintegratorene, men har ikke tatt på seg tittelen «toppsystemintegrator» som ITB nevnte, se vedlegg 3, s.4 og vedlegg 5, s.2. Dette er noe som RITB kunne ha vært mer klar over slik han hadde fått et bedre samspill med systemintegrator leverandørene og ha oversikt over hva de leverer. Ettersom systematisk ferdigstilling er ledelse styrt ifølge kapitlet 2.5 *Organisasjon, roller og ansvar*, er det prosjektorganisasjonens ledelse som har ansvaret å opplyse RITB om hvilket ansvar han har i prosjektet.

Det flere faktorer som kan påvirke situasjoner. Ifølge prosjekteringslederen, se vedlegg 6, s.2, så var det RITB som kom inn i prosjektet uten å vite at han var RITB. Han fikk vite dette under møtene. Når totalentreprenøren skulle arbeide med den totaltekniske gruppen, trodde TE at de skulle arbeide med en av dem som hadde erfaringer fra andre prosjekter. TE fikk også vite under ITB-møtene at det var en annen person som skulle være RITB i dette prosjektet, se vedlegg 6, s.2. Det oppfattes at det har vært problemer med kommunikasjonen mellom prosjektorganisasjonens ledelse og den totaltekniske gruppen der det ikke har vært tydelig nok at det skal prosjekteres i henhold til systematisk ferdigstilling.

I teorikapitlet 2.7 *Entreprisemodell* kommer det fram forskjellen mellom de ulike entreprisformene. Dette påvirker noen punkter i NS 3935 som gir andre ansvarsområder enn beskrevet. I henhold til funnet om at prosjektet er en totalentreprise, ser en at det er totalentreprenør med sin totaltekniske gruppe og ikke ITB som kontraherer RITB og systemintegrator leverandør.

Det vi ser er jo at vi har en del standarder som er utviklet for å håndtere systematisk ferdigstilling, og de er skrevet og laget slik de egner seg best i generalentreprise. Det er statsbygg og store aktører som har arbeidet med norsk standard, der det har vært med mange rådgivere, men lite entreprenører. Så man jobber nå hardt for å få standarden til å enge seg bedre for totalentreprise og samspillsentreprise -

Under hovedoppgaven til ITB blir det nevnt at avklaringer og beslutninger i prosjektet er dokumentert med gitt dato. Dette er viktig for å ha oversikt over om noen endringer utføres, for å formidle at her er det blitt gjort endringer. Dokumentasjonen burde ikke bare inneholde datoen, men den bør også inneholde underskrift og tittel på personen som har utført endringen.

Å rapportere fra ITB-arbeidet var noe ITB-ansvarlige i dette prosjektet mente burde ha blitt gjort. Kirsilä (2007) beskrev i teoridelkapittelet *2.3.3 Idriftsettings- og prøvedriftsfasen* viktigheten spesielt i idriftsettingsfasen at ITB bidrar til å skape forståelse mellom de ulike aktørene. ITB rollen bidrar til å være den kompetente personen som har kontroll over at de nødvendige standardene blir fulgt, og å rapportere dette videre. ITB burde også bidra til etablering av en sekreter under møtene til å dokumentere, som *4.3.2 Drøfting fra partners plikter* nevner.

4.3.5 Funn fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til RITB

RITB skal kontrollere at prosjekteringen oppfyller kravene som ITB-ansvarlig setter (Standard Norge, 2019, s. 5), og i dette prosjektet er det oppfylt av RITB. RITB-en har ikke fått tid til å se på at tilbudsgrunnlaget ivaretar de overordnede kravene for ITB ettersom han kom for sent inn i prosjektet. I dybdeintervjuet, se vedlegg 5, s.1, bekrefter han at standardene NS 6450 og NS 3935 er beskrevet i tilbudsgrunnlaget.

ifølge RITB, se vedlegg 5, s.2, har prosjektet utarbeidet et grunnlag for testprosedyrer og akseptkriterier. Der har prosjektet et eget dokument, hvor det står hva det er for noe, hvilken systemer de hører til, hvilke testprosedyrer som skal brukes, hvilke godkjenningskrav og hva som skal til for å bli godkjent slik delkapittelet *4.2.1 Funn fra partenes plikter før prøvedriftsfasen* nevner. RITB har ansvar for integrasjonstestene i dette prosjektet, mens mekanisk ferdigstilling og funksjonstester er det leverandørene som har ansvar for. RITB rapporterer til ITB-ansvarlig om prosjekteringen ivareta samspillet mellom de tekniske

installasjonene gjennom ITB-møtene, se vedlegg 5, s.2.

Hovedoppgaven til RITB i henhold til NS 3935 er å sikre at de tekniske løsningene tilfredsstilles til prosjektets krav og mål (Standard Norge, 2019, s. 6). Dette har blitt løst fortløpende av RITB om det har oppstått utfordringer. Om det har vært større problemer så har det blitt tatt opp i ITB møtene. RITB har gjort en god jobb å sikre overordnede funksjonalitet og samarbeider godt med øvrige prosjekterende på framdriftsplanen.

RITB sitt ansvar for utarbeidelse av dokumentasjon er å lage overordnede funksjonsbeskrivelser, systemoversikt for alle fag og foreløpig testplan (Standard Norge, 2019, s. 6). I dybdeintervjuet med RITB, se vedlegg 5, s.4, sier han at det har blitt utarbeidet to forskjellige dokumenter. Det ene er et beskrivelsesdokument som heter grensematrise av tekniske fag. Dokumentet inneholde en systemoversikt for alle fag med overordnede funksjonsbeskrivelser. I tillegg har RITB utarbeidet plan for systematisk ferdigstilling som ITB har laget i tidligfase, se vedlegg 3, s.2 og vedlegg 5, s.4. Oppfatningen av utarbeidelsen RITB har gjort ved dokumentasjonene nevnt over er at det har blitt gjort en god jobb.

RITB skal også utarbeide dokumentasjon på testprosedyrer med akseptanskriterier for FAT, funksjons-, integrasjons-, fullskala-, stabilitets- og ytelsestester (Standard Norge, 2019, s. 6). FAT er et annet ord for fabrikktest, og i dette prosjektet er det ikke utarbeidet fabrikktest som nevnt i delkapittelet *4.1.3 Funn fra installasjons- og igangkjøringsfasen*.

Funksjonstestene skal være ferdig før integrasjonstestene og integrasjonstestene skal være ferdig før fullskaletestene. Delkapittel *4.1.6 Drøfting fra idriftsettings- og prøvedriftsfasen* forteller hvordan integrasjons- og fullskaletestene gikk, og at stabilitet- og ytelsestester blir gjennomført ved slutten av prøvedriftsfasen.

RITB har fremskaffet funksjonsbeskrivelse med nødvendig underlag som funksjonstabeller, kapasitet og tegninger, som har blitt gjennomført ved denne skolen. RITB har også ansvaret for dokumentasjon over ITB-aktivitetene og milepælene til ITB i den overordnede fremdriftsplanen, inkludert opplæringsplan og prøvedrift. Han skal og dokumentere forhold som er avklart i egne ITB-møter (Standard Norge, 2019, s. 6). Disse forholdene er forhold mellom fagene, hvor de integrerer opp mot hverandre, men også rent forhold som går på

leveranse, se vedlegg 5, s.5. Alt blir avklart i ITB-møtene.4.3.6 Drøfting fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til RITB

RITB har det samme problemet som ITB med at han også kom sent inn i prosjektet. Dette bygges videre på hvorfor en svak start i systematisk ferdigstilling utgjør en tyngre arbeidstid i slutfasen. Ved en god utarbeidelse av grunnlag for testprosedyrer og akseptkriterier vil det gjøre at bedriften får en god metaforikk, slik at de kan kommunisere med hverandre bedre og gjennomføre riktig ved førstegang, se vedlegg 5 s.2. Delkapittelet 2.6.2 *Takplanlegging* og delkapittelet 2.6.3 *Trinnvis testing – «unngå å ende opp med stor mengde feil og systemfeil»* nevner hvordan å planlegge over fordelingen av et prosjekt. Ved å bruke kontrollområder og vogner til å fordele prosjektet, vil arbeidere begynne på et bestemt område. Deretter vil nye arbeidere gå til det område og ferdigstille det, mens de andre begynner på et nytt område. Dette nevnte prosjekteringslederen, se vedlegg 4 s.6, ved at ulike soner har fargeleggingskoder, som beskriver prosessen til kontrollområdet. Dette er en tankegang som støttes av Vignisson.

Og dette med å ha fokus på kontinuerlig forbedring gjennom tester mest mulig og tidlig som mulig underveis i bygget, så derfor er vognene i kontrollområdene så viktig for testing, for da kan vi gå inn og teste om ting er koblet riktig og at vi har en forutsetning for at de tekniske funksjonene virker. – (Gunnlaugur Trausti Vignisson, foreleser, 20.04.2022)

I delkapittelet 4.3.4 *Drøfting fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til ITB* blir det nevnt hvor viktig dokumentasjon er, og i dybdeintervjuet med RITB, se vedlegg 5 s.4, har han flere forskjellige dokumentasjoner som han skal utarbeide. Ved en god dokumentasjon i forhold til RITB, vil det gjøre integrasjonen mellom de ulike fagene lettere. Om det skulle være testing, forståelse eller prosedyrer.

4.3.7 Funn fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til systemintegratorene

For systemintegrator leverandør er det viktig å ha bearbeidet tester på sine egne produkter og løsninger, samt ivareta kravene som er stilt (Standard Norge, 2019, s. 5). I planen for systematisk ferdigstilling er det et dokument som beskriver hvem som har ansvar over de forskjellige fagene. Her er det mulig å finne ut hvem av systemintegratorene som har utarbeidet de diverse dokumentene. Ettersom systemintegrator leverandørene har ansvar å funksjonere og løse grensnitt som er beskrevet, har RITB bearbeidet et dokument som heter «anlegg og dokumentoversikt» med fysisk montering, koblet, egensjekk og innregulering. Dette er da en del av funksjonstestene, se vedlegg 5, s.3.

Systemintegrator leverandørene skal også utarbeide detaljert testplan der testene blir gjennomført og sikrer at den planlagte opplæringen er utført (Standard Norge, 2019, s. 5). Testplanen er ikke blitt utarbeidet av systemintegratorene, men heller av RITB i dette prosjektet, se vedlegg 5, s.3. Den generelle opplæringen hos Vaksdal skule var planlagt å bli gjennomført i uke 18 og avslutte torsdag 12. Mai. Dybdeintervjuet med RITB var den 10. Mai, slik at de ikke hadde kunnskap om at testene og selve opplæringsplanen skulle bli forskjøvet. RITB nevner også at det finnes forskjellige opplæringer som foregår under denne perioden, der brukerne er velkomne til å bli med på funksjons-, integrasjons- og fullskalatester, se vedlegg 5, s.3.

Hovedoppgaven til systemintegrator leverandøren i henhold til NS 3935 inneholder å sikre funksjonelle grensesnitt mot sidestilte entrepriser (Standard Norge, 2019, s. 6). Under dybdeintervjuet med RITB nevner han at systemintegratorene har hatt dialog mellom alle fagene som gjelder funksjonelle grensesnitt. RITB vet likevel ikke hvilken type dokumentasjon som har blitt gjort, se vedlegg 5, s.5. Systemintegrator leverandørene skal også organisere og koordinere sidestilte entrepriser som har blitt gjennomført i dette prosjektet, ved å leie inn forskjellige underleverandører inn forbi sitt fagfelt. Et eksempel fra dette prosjektet er at automasjon og alarm skal bli integrert sammen under elektro, slik at systemintegratorene leier inn en som har kunnskap og erfaring i dette.

Systemintegrator leverandørene skal stille og avholde møter (Standard Norge, 2019, s. 6).

RITB sier at han vet de har hatt møter, men vet ikke hvor ofte. Han nevner også at testplanene til systemintegratorene er detaljert utarbeidet. Systemintegratorene skal bidra i gjennomføringen av tester på tvers av entreprisegrenser. I dette prosjektet har systemintegratorene ansvaret for integrasjonstestene til sine fag, slik at arbeidet blir fordelt. RITB nevner også at han ikke vet hvor mye de har gjennomført, se vedlegg 5, s.5. Til slutt skal systemintegratorene planlegge og gjennomføre all tverrfaglige tester innenfor sine egne entrepriser. Dette er gjennomført i dette prosjektet, men RITB sier at de burde vært mer involvert og at det er han som måtte ha tatt ansvar.

Systemintegrator leverandøren sitt ansvar for utarbeidelse av dokumentasjon er å verifisere gjennomførbarheten av funksjoner i kravspesifikasjon og alle tekniske og funksjonelle grensesnitt (Standard Norge, 2019, s. 7). I dybdeintervjuet med RITB nevner han at systemintegrator leverandørene har utarbeidet verifiseringen av funksjoner i kravspesifikasjon, men han har ikke konkret dokumentasjon på dette, se vedlegg 5, s.7. Ved alle funksjonelle grensesnitt ble det nevnt i delkapittelet *4.1.3 Funn fra installasjons- og igangkjøringsfasen* at leverandørene ikke har verifisert dette. Andre ansvar systemintegratoren har for utarbeidelse av dokumentasjon er å revidere endelig testprosedyrer med akseptkriterier. Systemintegratoren har gjort dette og dokumentasjonen skal ligge i webhotellet til kommunen, se vedlegg 5, s.7.

Systemintegrator leverandørene skal også ha ansvar for utarbeidelse av igangkjøringsplan og de forskjellige testene. De testene NS 3935 nevner er FAT, funksjons-, integrasjons-, fullskala-, stabilitet- og ytelsestester. Etter alle testene er utført skal systemintegrator leverandørene utarbeide en testrapport. Ettersom alle testene ikke er fullført, bearbeides det enda på dem.

De andre ansvarene systemintegratorene skal arbeide med er å oppdatere og beskrive tekniske grensesnitt som er bygget. Ifølge RITB nevner han at under dette prosjektet vil de tekniske grensesnittene bli laget tegninger ut av, se vedlegg 5, s.8. Systemintegratorene skal også gjennomføre og dokumentere opplæring. I tillegg delta i prøvedrift i henhold til kontrakt. I dybdeintervjuet med RITB fortalte han at han skal også bli med på dette og finne ut hvor ofte de skal ha statusmøter.

4.3.8 Drøfting fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til systemintegratorene

En viktig jobb systemintegratoren gjør er å organisere og koordinere sidestilte entrepriser. Dette gjøres ved å kontrahere riktige underentreprenører til de ulike testene, slik at arbeidet blir gjort riktig av personer med riktig kompetanse. Etter en studie gjort av Kirsilä (2007) fra teorigdelkapittelet *2.3.3 Idriftsettings- og prøvedriftsfasen* kommer det frem at mange av feilene når det kom til integreringen av de tekniske systemene, oppstår ved at entreprenørene ofte jobbet med oppgaver de ikke var ment til å gjøre. Dette førte til flere feil under testingen.

I dybdeintervjuet med RITB, se vedlegg 5, s.5, ble det spurt om systemintegratorene avholder møter. Han svarte ja, men vet ikke hvor ofte. I delkapittelet *4.3.4 Drøfting fra helheten og grensesnittene til ITB* ble det fortalt om RITB og ITB sitt syn på «toppsystemintegrator». ITB vil da ha krav på at RITB skal være ansvarlig over systemintegratorene. Til tross for dette så har det oppstått problemer med kommunikasjonen mellom den totaltekniske gruppen og prosjektorganisasjonens ledelse. Dette gjorde det vanskelig for RITB å få en overordnet kontroll over systemintegratorene, se vedlegg 6, s.2.

Under det tverrfaglige arbeidet har systemintegrator leverandørene planlagt og gjennomført innenfor sine egne entrepriser. RITB forklarer at systemintegratorene burde ha vært mer involvert og at det er RITB som måtte ha tatt ansvar for dette, se vedlegg 5, s.6. Ettersom en av hovedoppgavene til en systemintegrator leverandør var å gjennomføre dette, så burde de ha gjort det og ikke RITB.

Systemintegrator leverandørene har et ansvar å utarbeide en dokumentasjon med verifisering. RITB forteller at han vet noen av verifiseringen er gjennomført, men har ikke et konkret dokument på dette. Dette fører tilbake til delkapittelet *4.3.4 Drøfting fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til ITB* og delkapittelet *4.3.6 Drøfting fra helheten, grensesnittene og hovedoppgavene til RITB* som forteller om hvor viktig dokumentasjon er.

4.4 Andre funn

Selv om NS 6450 og NS 3935 inneholder viktig informasjon for å lykkes med systematisk ferdigstilling i et prosjekt, kreves det flere faktorer for at prosjektet skal kunne oppnå maksimal fortjeneste. Disse faktorene kan komme fra andre diverse standarder og veiledere som inneholder relevante metoder, som kan bidra til økt produktivitet og lønnsomhet. Oppgaven legger vekt på NS 6450 og NS 3935, slik at i dette kapittelet blir det litt fokus på de ikke nedskrevet elementene.

4.4.1 Funn fra ikke nedskrevet elementer

I forord blir det nevnt at studietiden de siste årene har hatt en ekstrem påvirkning av Covid-19. Det er ikke bare skoler og studier som har hatt påvirkning av dette. Bedrifter og arbeid måtte finne en ny måte å løse situasjonen på. Resultatet ble bruken av hjemmekontor, men det er ikke alle type jobber som har muligheten til å endre jobben slik. Byggebransjen handler om å være til stede og bearbeide materialer for å få et ferdig produkt som tilfredsstillende alle kravene til bygget. Under en pandemi der folk skulle isolere seg, blir arbeidet krevende å gjennomføre. Derfor ble byggeprosjekter ofte forskjøvet. Selv om situasjonen ble bedre, var det likevel vanskelig å gjennomføre prosjekter som engang skulle vært ferdig.

For arbeider som måtte begynne med hjemmekontor fikk også mindre motivasjon til å jobbe. Om det var flere distraksjoner, generell jobbing hjemme eller ikke møte folk var det allikevel vanskelig å fullføre det planlagte arbeidet (Heidi, 2021). Ved dybdeintervjuet med prosjekteringslederen nevnte han at det var vanskeligere å kommunisere og samarbeide sammen, se vedlegg 4 s.16.

«problemet med Teams er at når vi blir for mange så er det mange som ikke våger å ta ordet eller sier ifra, selv om du tar ordet om og sjekker om alt er greit. Sitter du på borde over så blir det mye lettere å si din mening. I tillegg til å purre ut noen om det er noe feil, er det mye lettere å gjør ansikt til ansikt, i teams blir det å gjemme seg bak lukket kamera og mutet mikrofon» - (prosjekteringsleder, vedlegg 4, s.16, 24.04.2022).

Ved nye utfordringer, kreves det nye løsninger. Arbeide hjemmefra er en god løsning for å

ikke spre sjukdom, men det er viktig å bruke tiden på hva som er fornuftig og få en konstant åtte timers arbeid i løpet av en dag (Benjaminsen, 2020). Det er enklere sagt enn gjort og gruppen selv opplevde dette under Covid-19 situasjonen. Covid-19 kommer i bølger og i sommer 2021 gjekk ting på skinner, slik at til slutt bestemte statsministeren å åpne Norge i september (Tønnessen, 2021). Ved gjenåpningen førte det til i senere tid flere Covid-19 tilfeller.

Situasjonen i dag er heller ikke like enkel å komprimere. Utkommet av en krig er aldri positiv og denne verdenskrisen påvirker alle land, og spesielt leveransen av råvarer. Et eksempel er bensin og diesel prisen har økt de siste månedene (Torres, 2022). For byggebransjen blir varene dyrere, ettersom drivstoff og mindre produksjons av råvarer. Løsninger kan være å handel med andre land, som kan føre til en høyere pris.

4.4.2 Drøfting fra ikke nedskrevet elementer

I dybdeintervju med prosjekteringslederen nevnte han at under de elektroniske møtene var det mye lettere å ikke si noe i et møte, eller unngå å si ifra når det er noe. Ved flere personer under møter, vil det bli enda vanskeligere å ta ordet. Derfor er det blitt bedre med små møter mellom få personer, slik at alle som er der kan si meningen sin, se vedlegg 6, s.5. I delkapittelet *2.4.5 Teknologi*, blir det beskrevet hvor god teknologien er i dag. Det forteller hvordan Bim programmer kan brukes, spesielt i en slik situasjon. Selv Cloud-drive på nettet gjorde situasjonen enklere. Gruppen selv kan være enige der, for eksempel deling av webhotellet fra firmaet og arbeidsdokumenter gruppen deler med hverandre.

Ved gjenåpningen av Norge kom det flere Covid-19 tilfeller i slutten av november og i desember. Dette førte til at folk ikke kunne komme på jobb, måtte teste seg og noen av jobbene ble om til hjemmekontor igjen, se vedlegg 6, s.3. Det påvirket arbeidet i dette prosjektet, spesielt når fagarbeidere ikke kan møte opp motsetning til kontorarbeidere. I delkapittelet *4.1.6 Drøfting fra idriftsettings- og prøvedriftsfasen* ble det nevnt at prosjektet ble forskjøvet med 1 uke. Dette skyldes av Covid-19 problemene og leveransen av gulvbelegget, se vedlegg 6, s.3.

5 Konklusjon

Gruppen har i denne bacheloren sett på bruken av systematisk ferdigstilling på Vaksdal skule. Med bakgrunn for dette, ble oppgaven drøftet ved denne problemstillingen: Hvordan har arbeidet med systematisk ferdigstilling blitt gjort i henhold til NS 6450 & NS 3935?

For å få en rask oversikt over dette så anbefales det å se til vedlegg 1 og 2. Likevel så er ikke disse tabellene tilstrekkelige nok til å svare på spørsmålet. Etter drøftingen av funnene hentet fra intervju og dokumentanalyser fra prosjektet, kommer det fram hvordan arbeidet med systematisk ferdigstilling har blitt gjort i henhold til NS 6450 og NS 3935. Det er tydelig at konkurransegrunnlaget er bevisst i bruken av NS 6450 og NS 3935, men for at systematisk ferdigstilling skal lykkes på en best mulig måte så må dette være tydelig for hele organisasjonen. Noe som kommer tydelig frem etter drøftingen av resultater er at prosjektorganisasjonen til dette prosjektet har tatt godt i bruk av systematisk ferdigstilling ved NS 6450 og NS 3935, men mangler den totale forståelsen av konseptet. Dette gjør at det ikke direkte er prosjektert for systematisk ferdigstilling selv om dette er godt tatt i bruk.

Sein innhenting av ITB og RITB, samt uklarheter rundt ansvarsinndeling viser at det er fortsatt litt å hente når det kommer til forståelse av konseptet. Systematisk ferdigstilling er en ledelsesstyrt prosess som krever at ledelsen har den rette kompetansen og systematikken i arbeidet, og for å få til dette så er ITB og RITB en viktig brikke for å få på plass kunnskapen rundt temaet. Størrelse og entreprisreform har også noe å si for konklusjonen rundt problemstillingen. Ved et mindre prosjekt som Vaksdal så vil enkelte elementer ikke være like viktige enn i de største prosjektene. Entreprisereformen kan bidra til forskjellig engasjering av byggherre der en utførelsesentreprise vil kunne engasjere byggherren i større grad enn totalentreprise.

Byggebransjen er en konservativ bransje og er som Lean Construction nevner en bransje som er vanskelig å endre vaner på. I drøftingen så har kommunikasjon vært en gjenganger der enkelte krav i NS 6450 og NS 3935 hadde blitt løst om det hadde vært bedre kommunikasjon imellom fagene. Dette er noe som ligger igjen der de ulike fagene er vant til å gjøre ting på sin måte uten å vite hva de andre gjør. Om arbeidet med systematisk ferdigstilling klarer å endre denne kulturen så er mye gjort. Når det kommer til besvarelse av problemstillingen

så har gruppen kommet fram til at det har blitt gjort en bra jobb med den systematiske ferdigstillelsen i henhold til NS 6450 og NS 3935. Det foreligger i tillegg områder der de selv er bevisste på forbedring. Denne tanken om forbedring er veldig positivt til videre prosjekter der man lærer av feil og kan gjøre det mer riktig neste gang.

Sammen med problemstillingen ble det også stilt to forskningsspørsmål som skulle svares på underveis i oppgaven.

Hva kan forventes ved bruken av systematisk ferdigstillelse?

Den tydeligste forventningen til et prosjekt som tar i bruk systematisk ferdigstillelse er fornøyde kunder. Til tross for utsettelse av prøvedriften så nevnte prosjekteringsleder at byggherre var veldig fornøyd med prosjektet. En kan også forvente at større fokus på integrasjoner mellom aktører, samt mere fokus på funksjonsbeskrivelser og dokumentering, vil minske feil under testing og drift. En kan også forvente at tidligere prosjektering og planlegging vil føre til at prosjektene øker flyteffektiviteten og verdiskapingen.

Er det forbedringspotensialet når det kommer til bruk av NS 6450 og NS 3935?

På selve standardene er det forbedringspotensial. Ettersom standardene ikke er laget for alle typer entrepriserformer, blir det vanskelig å ta det inn i alle typer prosjekter. Standardene blir situasjonsbestemt. Disse standardene er gode på store prosjekter med krevende systemer. Ved et tydelig konkurransegrunnlag fra ledelsen, kan dette øke potensialet. Bakgrunnen for dette er å ta med de punktene i standarden som er relevant for konkurransegrunnlaget. Økt kompetanse og bevissthet rundt temaet er også noe som vil øke forbedringspotensialet til kommende prosjekter.

Den samlede konklusjonen er at Prosjektet har brukt systematisk ferdigstillelse og tatt i bruk NS 6450 og NS 3935 på en bedre måte enn hva som var forventet. Det ligger allerede gode rutiner til grunn å jobbe med, så med økende kompetanse og samspill mellom hver enkelt vil dette føre til at kommende prosjekter blir mer vellykket.

6 Avslutning

Formålet med denne bacheloroppgaven er å sette søkelys på hvordan dagens byggebransje kan ha nytten av systematisk ferdigstilling der det ble drøftet nøye opp mot utvalgte standarder. I dagens samfunn så er et bygg ikke lenger et bygg, der de tekniske installasjonene har tatt over mer og mer av arbeidet. Dette fører til nye måter å tenke på det en må fokusere mer på driften av bygget, og ikke bare å overlevere bygget når det er ferdig bygd. Denne bacheloren har tatt for seg relevante teorier som bidrar til økt forståelse av systematisk ferdigstilling, samt empirisk data som bygger på drøfting av funn. Drøftingen har blitt delt inn i ulike faser i NS 6450 og NS 3935 og vil kunne bli brukt til senere forskning.

Systematisk ferdigstilling vil være et viktig tema fremover, og spesielt om byggebransjen fortsetter med den lave fortjenesten. Bruken av systematisk ferdigstilling sammen med Lean vil kunne gjøre store endringer i et prosjekt med stor andel av tekniske systemer. Likevel så avhenger dette at alle er villige til å ta inn denne informasjonen og å endre gamle rutiner. Det håpes på at prosjektet hos Vaksdal skule har blitt mer obs på bruken av systematisk ferdigstilling, og at denne bachelor oppgaven kan bidra til en bedre forståelse for dette temaet. Systematisk ferdigstilling er noe som er kommet for å bli, og vil bare bli mer og mer relevant ettersom teknologien utvikler seg.

Gruppen var godt fornøyd med løsningen av problemstillingen som viste at prosjektet i Vaksdal hadde tatt til seg god lærdom i bruken av systematisk ferdigstilling ved NS 6450 og NS 3935. Dette til tross for at temaet er nytt for mange og det fortsatt ligger forbedringspotensialer.

7 Kildebruk

Benjaminsen, C. (2020, mars 21). *Forskning på hjemmekontor: Vi får gjort like mye.*

<https://forskning.no/arbeid-data-kommunikasjon/forskning-pa-hjemmekontor-vi-far-gjort-like-mye/1658298>

Bergsli, A. T. (2015, august 11). *1 av 6 sliter med data-kunnskapene—Arbeidslivet.no.*

<https://www.arbeidslivet.no/Velferd/Utdanning/1-av-6-sliter-med-data-kunnskapene/>

Beste, T. (2020). *Effekten av systematisk ferdigstilling i statlige byggeprosjekter.* 15.

BIM - The Future of Construction. (2019, juli 16). *LetsBuild.*

<https://www.letsbuild.com/blog/bim-maturity-levels>

Byggordboka (Red.). (2018). *Entrepriseformer.*

<https://www.byggordboka.no/artikkel/les/entrepriseformer>

Bystørm, L. (2015, april 10). *Opplæring av driftspersonell og brukere.*

https://www.nmbu.no/om/adm/eia/eiendomsinformasjon/dokumentasjon/prosjekt/samspill_prosjekt_plan/node/21730

Bøhlerengen, T., Moum, A., & Høilund-Kaupang, H. (2016, juni 13). *Lærer ikke byggenæringen av egne feil? | Sintef Byggforsk.*

<https://www.aftenposten.no/meninger/kronikk/i/Oy5Qw/laerer-ikke-byggnaeringen-av-egne-feil-sintef-byggforsk>

Codex Advokat. (2017, september 5). *Totalentreprise som kontraktsform | Totalentreprise |*

Spør advokaten! Entrepriserettsadvokater.no.

<https://www.entrepriserettsadvokater.no/totalentreprise/totalentreprise-som-kontraktsform/>

Dalland, O. (2017). *Metode og Oppgaveskriving*. Gyldendal Forskning.

<https://www.akademika.no/9788205500709/realfag/naturvitenskap-filosofi-teori-og-metode/vitenskapelig-metode/metode-og-oppgaveskriving>

Dalsegg, H., & Lidsheim, T. (2019, september). *FORTSATT STERK VEKST MED LAVE MARGINER*

OG ØKT USIKKERHET [Pdf]. https://www.bdo.no/getattachment/Bransjer/Eiendom,-bygg-og-anlegg/BDO_Bygg-AnleggEiendomsrapporten_2019_screen.pdf.aspx?lang=nb-NO

dfø. (2021, juni 18). *NS 6450 Idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner /*

Anskaffelser.no. Anskaffelser.no. <https://anskaffelser.no/verktoy/maler-og-sa-kontrakt-og-avtalemaler/ns-6450-idriftsetting-og-provedrift-av-tekniske-bygningsinstallasjoner>

Eikeland, P. T. (2001). *Samspillet i Byggeprosessen*. 75.

Heidi, E. (2021, august 4). *Skal du tilbake til kontoret? Dette må ansatte og ledere være obs*

på. <https://www.oslomet.no/forskning/forskningsnyheter/tilbake-til-kontoret>

Johansen, P. R., & Hoel, T. I. (2016, januar 26). *SYSTEMATISK FERDIGSTILLELSE* [Pdf].

prosjektnorge.no. <https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/12/BA2015-systematisk-ferdigstillelse.pdf>

KHiB. (2017, januar 20). *SYSTEMATISK FERDIGSTILLELSE en oversik* [Pdf]. prosjektnorge.no.

<https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2018/12/2-SYSTEMATISK-FERDIGSTILLELSE-presentation.pdf>

Kildekompasset. (u.å.). *Kildekritikk*. Kildekompasset. Hentet 27. mai 2022, fra

<https://kildekompasset.no/kildekritikk/>

Kirsilä, J., Hellström, M., & Wikström, K. (2007). Integration as a project management concept: A study of the commissioning process in industrial deliveries. *International Journal of Project Management*, 25(7), 714–721.

<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.02.005>

Kristensen, K. H. (2016, januar 26). *LEAN I BYGGEPROSJEKTER* [Pdf]. prosjektnorge.no.

<http://v1.prosjektnorge.no/files/ba2015/lean.pdf>

Kaarbø, E. (2009, oktober 16). *Kombinerte metoder*.

<https://sykepleien.no/forskning/2009/10/kombinerte-metoder>

Lynne, A. (2018, november 5). *Dybdeintervjuer | Respons Analyse*.

<https://responsanalyse.no/metoder/kvalitative-metoder/dybdeintervjuer/>

moderniseringsdepartementet, K. (2016, mai 10). *Grønne løsninger krever digitalisering*

[Pressemelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no.

<https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/aktuelt-regjeringen-solberg/kmd/pressemeldinger/2016/gronne-losninger-crever-digitalisering/id2500254/>

Modig, N., & Åhlstrøm, P. (2019). *Dette er LEAN* (Første utgave). Rheologica Publishing.

<https://www.norli.no/dette-er->

<lean?gclid=CjwKCAjws8yUBhA1EiwAi tpEZLgObN33h3ZEJ678YbfKj2mM1fXihHNnR8Si loK6iGqGh-7XPFhbxC IIQAvD BwE>

Mørch, Ý. A. (2010). HVORDAN EN RAPPORT BØR SKRIVES. *NTNU*, 21.

https://www.ntnu.no/c/document_library/get_file?uuid=319739b3-5a19-49da-ae7b-4c4ef8a32b07&groupId=55728

Nilssen, T. E. (2019, september 2). *Hva er BIM? - Praktisk yrkesutøvelse (BA-BAT vg1)* - NDLA.

ndla.no. <https://ndla.no/nb/subject:1:0d67724e-d9fa-4365-9839-4cc91c012855/topic:2:3d79c5be-7830-49b5-8e6d-55c90e6c4f94/topic:1:a8cf7ae9-2438-4143-8f3c-92e19d706623/resource:50f8f118-86f8-4402-8147-b54273942d4d>

Petersen, J., Mjåset, S., Bekkeheien, P., Molid, S., & S. Kilde, H. (1998). *Kontrakt som styringsverktøy for IT-prosjekter* (STF38 A98215; s. 73+35).

https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/11/42-Kontrakt_som_styringsparameter_for_IT-prosjekter.pdf

Sander, K. (2020, oktober 25). Induktiv og deduktiv studier. *eStudie.no*.

<https://estudie.no/induktiv-deduktiv/>

Sander, K. (2022, mars 22). Dokumentanalyse / Innholdsanalyse. *eStudie.no*.

<https://estudie.no/dokumentanalyse/>

Standard Norge. (2011). *NS 8407*. Standard Norge.

<https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=45074142&version=1>

Standard Norge. (2016). *NS 6450*. Standard Norge.

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=805837>

Standard Norge. (2019). NS 3935.

<https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2017/ns-39352011---integreerte-tekniske-bygningsinstallasjoner-itb/>

Statsbygg. (2019). *Strategi for Systematisk ferdigstillelse*.

<https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=116091347&version=0>

Sundbye Toft, L. M., & Nisted, I. M. (2017, oktober 11). *Primære og sekundære datakilder—*

UTGÅTT - Markedsføring og ledelse 1 (LK06)—NDLA. ndla.no.

<https://ndla.no/nb/subject:1:433559e2-5bf4-4ba1-a592-24fa4057ec01/topic:2:183191/topic:2:105795/resource:1:93370>

Torres, M. A. N. (2022, mars 27). *Nå er byggebransjen livredd: – Mye mer alvorlig enn under*

pandemiuutbruddet. Nettavisen. <https://www.nettavisen.no/12-95-3424260563>

Tranøy, K. E. (2019). Metode. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/metode>

Tønnessen, E. (2021, september 24). *Åpner samfunnet nesten helt fra klokken 16.00 lørdag*

25. September. <https://khrono.no/apner-samfunnet-nesten-helt-fra-klokken-1600-lordag-25-september/614132>

Victor, L. (u.å.). *5 Game-Changing BIM Trends- Shaping the Future of BIM*. Hentet 8. mars

2022, fra <https://www.united-bim.com/5-innovative-trends-shaping-the-future-of-bim-technology/>

8 Vedlegg

Vedlegg 1: Sjekkliste og funn i henhold til NS 6450

Vedlegg 2: Sjekkliste og funn i henhold til NS 3935

Vedlegg 3: Dybdeintervju med ITB-ansvarlige

Vedlegg 4: Dybdeintervju med prosjekteringsleder

Vedlegg 5: Dybdeintervju med RITB-ansvarlige

Vedlegg 6: Dybdeintervju med prosjekteringsleder