

Daniel Banka
Torbjørn Frugård
Mathias Jensen

Dalux som kvalitetssikringsverktøy i byggproduksjon

Dalux as a Quality Assurance Tool in Building Production

Bacheloroppgave i Bachelor ingeniørfag bygg
Veileder: Robert Mortensen
Mai 2019

Rapporten er ÅPEN

Oppgavetekst med problemdefinering

Prosjektets mål var å kartlegge hvilke endringer og hvilken betydning innføringen av digital kvalitetssikring i produksjonen har medført for Veidekke Bygg, forretningsområde Vest, herunder kvalitetssikringen, dokumentasjonen, rutinene og ressursbruken. Det er også undersøkt hvordan overgangen til digital kvalitetssikring ble oppfattet av brukerne, samt om det er potensiale for forbedring. Problemstillingen ble utarbeidet på bakgrunn av oppdragsgivers tema, relevans for bransjen samt gruppens ønsker. For å belyse problemstillingen ble det i tillegg utarbeidet 3 forskningsspørsmål:

I hvilken grad har Dalux påvirket kvalitetssikringen i Veidekkes produksjon?

1. Hvordan har innføringen av Dalux påvirket ressursbruken?
2. I hvor stor grad har Dalux påvirket kvaliteten på KS-dokumentasjonen?
3. Hvordan kan eventuelt kvalitetssikringen forbedres?

Andre interesseområder som har blitt belyst er forskjeller mellom distriktene Bergen og Trondheim, samt forskjeller i oppfatninger fra håndverkere og funksjonærer.

Stikkord fra prosjektet:

- Kvalitetssikring
- Dalux
- HMS
- Digitalisering
- Lean
- KS

Keywords from the project:

- Quality Assurance
- Dalux
- HSE
- Digitalization
- Lean
- QA

Forord

Bacheloroppgaven er skrevet vårsemesteret 2019 ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Oppgaven er vektet 20 studiepoeng, og er den avsluttende oppgaven for bachelorstudiet bygg- og miljøteknikk.

Vi tok selv kontakt med oppdragsgiver gjennom kontakter Torbjørn hadde fra tidligere sommervikariater i Veidekke Bygg Bergen, og ble invitert til temapresentasjon november 2018. Etter diskusjon i gruppen kom vi til felles enighet om tema «Bruk av digital kvalitetssikring i produksjon», noe som til vår store begeistring var et fagfelt intern veileder Robert Mortensen også hadde god kunnskap om. Veidekke har lenge hatt stort fokus på å digitalisere byggeprosessen med mål om å oppnå en papirfri byggeplass, og ønsket i den forbindelse en oversikt over hvilken innvirkning dette hadde hatt på kvalitetssikringen.

Gjennom arbeidet med oppgaven har vi fått økt vår kompetanse, ikke bare innenfor temaet, men for prosjektgjennomføring og byggeprosessen som helhet. Samarbeidet med ekstern veileder Andreas Denk, ekstern fagkontakt Alf Erstad og intern veileder Robert Mortensen har vært en smertefri prosess, og vi setter stor pris på deres engasjement og innsats for oppgaven.

Vi vil benytte muligheten til å rette en spesiell takk til:

- Intern veileder Robert Mortensen
- Ekstern veileder Andreas Denk
- Ekstern fagkontakt Alf Erstad
- Ekstern fagkontakt Stine Skogen
- Ekstern koordinator Hanne Linge
- HMS-ledere ved prosjekter i distrikt Trondheim
- Spørreundersøkelsens respondenter
- Intervjuobjekter

På tampen vil vi takke familie, venner og bedre halvdel for urokkelig støtte gjennom den tidvis krevende prosessen som ledet opp til denne rapporten.

Summary

The intent of this bachelor thesis was to document how much of an impact the transition to Dalux, a digital tool for quality assurance, has had on Veidekke's quality assurance, specifically the resource usage and the documentation quality. The following statement makes up the basis of this thesis:

To what extent has Dalux affected the quality assurance in Veidekke's production?

The bachelor thesis is written for, and in collaboration with Veidekke Bygg, district Bergen. The thesis statement has primarily been investigated by conducting a survey and six interviews answered by their craftsmen and engineers, and by comparing the results to existing literature and research on the subject. The literature includes material on Dalux as a working tool, a presentation of quality and quality assurance, an introduction to different Lean-principles within management, and other relevant sources.

The fact that craftsmen and engineers have access to blueprints and technical drawings, checklists, discrepancy processing and other important information on their phones and tablets through Dalux, has proven to be a highly resource-saving measure. It transfers the work load from the production management on to the craftsmen and other parties in the project, and it simultaneously secures the flow of information and increases the documentation quality considerably.

The findings have shown that there is a broad consensus that Dalux is time saving both for the craftsmen and the engineers, but that the production management office experienced the biggest difference. However, the study has shown that the main advantage with Dalux as a QA-tool is the increased quality of the QA-documentation. The documentation has shown to be more complete as a result of checklists and discrepancy processing being more accessible on the construction site, and that everything is stored in searchable, electronic archives. It has become easier for craftsmen to work together with joint checklists that multiple parties can fill in on separate devices.

All in all, the study has shown that Dalux has had a highly positive impact on Veidekke's quality assurance, although there is room for improvement in some aspects. The findings primarily point to a lack of training with the software, a wish for notifications when technical drawings are updated and an improved user-interface within the app.

Innholdsfortegnelse

Oppgavetekst med problemdefinering	i
Forord	ii
Summary	iii
Innholdsfortegnelse	iv
Figurliste	vii
Tabelliste	viii
Forkortelser	ix
1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.1.1 Veidekke.....	1
1.2 Problemstilling	3
1.3 Oppbygging av oppgaven.....	4
1.4 Omfang og avgrensninger	5
2. Teori	6
2.1 Byggeprosessen	6
2.1.1 Byggeprosessens faser	6
2.1.2 Lean.....	7
2.1.3 Fremdriftsplanlegging og IP	9
2.2 Kvalitet og kvalitetssikring	11
2.2.1 Bakgrunn og historie	11
2.2.2 Krav til kvalitetssikring	12
2.2.3 Kvalitetssikring i byggproduksjon	13
2.3 Digitalisering	15
2.3.1 Utvikling og historie	15
2.3.2 Digitalt veikart – veien videre	16
2.3.3 Aktuelle problemstillinger	18

2.4 Dalux	20
2.4.1 Bakgrunn	20
2.4.2 Dalux Box	20
2.4.3 Dalux Field.....	21
2.4.4 Alternativer til Dalux	23
3. Metode.....	24
3.1 Forskningsmetoder	24
3.2 Valg av metode	26
3.2.1 Litteratursøk.....	26
3.2.2 Spørreundersøkelse	27
3.2.3 Intervju.....	28
3.3 Analyse av data	30
3.3.1 Kvantitativ analyse	30
3.3.2 Kvalitativ analyse	31
3.4 Troverdighet.....	32
3.4.1 Reliabilitet	32
3.4.2 Validitet.....	33
3.5 Forskningspraksis og etikk	34
3.5.1 Redelighet, sannferdighet og etterrettelighet.....	34
3.5.2 Beskyttelse av forskningsdeltakere	34
3.5.3 Usikkerhet	35
4. Resultater og observasjoner.....	37
4.1 Spørreundersøkelse	37
4.1.1 Innledende	40
4.1.2 Ressursbruk.....	41
4.1.3 Dokumentasjonskvalitet	42
4.1.4 Produksjonseffektivitet.....	43

4.1.5 Ytterligere forbedring	44
4.2 Intervju	45
4.2.1 Sammendrag, betong.....	45
4.2.2 Sammendrag, tømmer	46
4.2.3 Sammendrag, funksjonær	47
5. Analyse og drøfting.....	49
5.1 Hvordan har innføringen av Dalux påvirket ressursbruken?	49
5.2 I hvor stor grad har Dalux påvirket kvaliteten på KS-dokumentasjonen?.....	53
5.3 Hvordan kan eventuelt kvalitetssikringen forbedres?.....	58
6. Konklusjon.....	61
6.1 Hvordan har innføringen av Dalux påvirket ressursbruken?	61
6.2 I hvor stor grad har Dalux påvirket kvaliteten på KS-dokumentasjonen?.....	62
6.3 Hvordan kan eventuelt kvalitetssikringen forbedres?.....	63
6.4 Videre arbeid.....	64
6.4.1 Avvik/erfaringer	64
7. Referanser og kilder.....	65
Vedlegg	70

Figurliste

Figur 1: Byggeprosessens delprosesser (5)	7
Figur 2: Alternativ inndeling av byggeprosessens delprosesser (7)	7
Figur 3: Sammenheng mellom struktur og kultur (11)	9
Figur 4: Planlegging for sikker og effektiv drift (13)	10
Figur 5: Kvalitetssirkelen (16).....	11
Figur 6: Forskjell mellom sjekklister på papir og med Dalux (29).....	15
Figur 7: Digital byggeprosess (34).....	17
Figur 8: Ambisiøse mål knyttet til digitalisering (34).....	18
Figur 9: Plantegning kombinert med 3D-modellen (utklipp fra BIM-viewer).....	21
Figur 10: Bruk av AR i Dalux Field (46)	22
Figur 11: Ansvarstildeling i Dalux (utklipp fra Dalux Field)	22
Figur 12: Reliabilitet og validitet (62).....	32
Figur 13: Andel besvarelser per distrikt.....	40
Figur 14: Andel besvarelser per stillingstype	40
Figur 15: Respondentenes ansiennitet i stillingen.....	41
Figur 16: Besvarelser, "Dalux er tidsbesparende"	42
Figur 17: Besvarelser, tidsbruk per avviksmelding	42
Figur 18: Besvarelser, kvalitet på KS-dokumentasjon	43
Figur 19: Besvarelser, "Videre lærdom til neste prosjekt"	44
Figur 20: Besvarelser, "Dalux er tidsbesparende", håndverker/funksjonær.....	49
Figur 21: Besvarelser, "Koordinering av arbeid", håndverker/funksjonær	50
Figur 22: Besvarelser, "Utføre mitt arbeid mer effektivt", håndverker/funksjonær	52
Figur 23: Illustrasjon, oppbevaring av dokumentasjon (65).....	54
Figur 24: Besvarelser, "Videre lærdom til neste prosjekt", håndverker/funksjonær.....	55
Figur 25: Besvarelser, "Levere god dokumentasjon", håndverker/funksjonær	56
Figur 26: Besvarelser, "Levere god dokumentasjon", Trondheim/Bergen.....	57

Tabelliste

Tabell 1: Forkortelser	ix
Tabell 2: Fordeler og ulemper med kvalitative og kvantitative metoder (55).	25
Tabell 3: Resultater fra litteratursøk.....	27
Tabell 4: Prosjekter som besvarte undersøkelsen	37
Tabell 5: Besvarelser per spørsmål i spørreundersøkelse	38
Tabell 6: Resultater fra spørreundersøkelse.....	39
Tabell 7: Oversikt over intervjuobjekter	45

Forkortelser

Tabell 1: Forkortelser

	Beskrivelse	Eventuell norsk oversettelse
AR	Augmented Reality	Utvidet virkelighet
BAE	Bygg-, anlegg- og eiendom	
BIM	Building Information Modeling	Bygningsinformasjonsmodellering
BNL	Byggenæringens Landsforening	
DiBK	Direktoratet for Byggkvalitet	
EBA	Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg	
FDV	Forvaltning, drift og vedlikehold	
FoU	Forskning og utvikling	
HMS	Helse, miljø og sikkerhet	
IP	Involverende Planlegging	
KS	Kvalitetssikring	
NEM	Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helse	
NENT	Den nasjonale forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi	
NS	Norsk standard	
Pbl	Plan- og bygningsloven	
PDCA	Plan, do, check, act	Planlegge, utføre, kontrollere, korrigere
PUKK	Planlegge, utføre, kontrollere, korrigere	
QA	Quality Assurance	Kvalitetssikring
SAK	Byggesaksforskriften	
TEK	Byggteknisk forskrift	
TPS	Toyota Production System	Toyota produksjonssystem
UE	Underentreprenør	
VR	Virtual Reality	Virtuell virkelighet

1. Innledning

I dette kapitlet presenteres oppgaven, herunder valg av tema, en presentasjon av oppdragsgiver og deres rolle i arbeidet med oppgaven, formulering av problemstilling, samt oppbygging, omfang og avgrensninger.

1.1 Bakgrunn

Veidekke har gradvis tatt Dalux mer og mer i bruk i sitt kvalitetssikringsarbeid, med målsetning om papirløse byggeplasser, effektivisering av KS-funksjonen og økt kvalitet med oversiktlig dokumentasjon. I den forbindelse ønsker Veidekke Bygg distrikt Bergen å undersøke om Dalux faktisk har bedret kvalitetssikringen i deres produksjon og hvordan det eventuelt kan forbedres ytterligere. Veidekke mente at dette kunne forskes på gjennom en bacheloroppgave som fremhever brukernes opplevelser med Dalux, se temabeskrivelse i vedlegg 8.

Bakgrunnen for Veidekke Bergens implementering av Dalux kom fra en strategisamling i Bergen hvor alle funksjonærene var samlet, og praktisk talt stilte krav til et digitalt KS-system. Valget falt på Dalux grunnet at flere enkeltprosjekter allerede hadde tatt i bruk programvaren, et samarbeid som nå har ført til en rammeavtale som gir Veidekke stor innvirkning på videreutvikling av programvaren.

Gruppens valg av tema til oppgaven var på grunnlag av interesse og ønske om økt kompetanse innenfor kunnskapsfeltet. Da gruppen gikk i gang med bacheloroppgaven hadde de varierende, men ikke utfyllende kunnskap om Dalux og KS, hvilket gjorde det til en vesentlig faktor å øke kunnskapene innenfor dette feltet. I den forbindelse fikk gruppen en innføring i Dalux av Veidekke, samt tilgang til et prosjekt i Dalux Field som observatør. Gruppen fikk også tilgang til Veidekkes kvalitetsrutiner for «Involverende Planlegging», og det ble gjort litteratursøk etter relevant teori.

Gruppen er bosatt i Trondheim, mens oppdragsgiver holder til i Bergen. Dette førte til at de fleste møter med ekstern veileder og andre fagkontakter har foregått over Skype. I tillegg er situasjonen utnyttet ved at studentene benyttet prosjekter i både Bergen og Trondheim som en arena for spørreundersøkelse og intervjuer.

1.1.1 Veidekke

Bacheloroppgaven skrives for, og i samarbeid med, oppdragsgiver Veidekke Bygg. «Veidekke er en av Skandinavia største entreprenører og eiendomsutviklere. Selskapet utfører alle typer

bygg- og anleggsoppdrag, utvikler boligprosjekter, vedlikeholder veier og produserer asfalt, pukk og grus.» (1). Veidekke er kjent som en av Norges største aktører i BAE-næringen, har ca. 8000 ansatte og en omsetning på om lag 32 milliarder kroner pr. 2017 (1). Veidekke Bygg består av forretningsområdene Øst, Vest og Oslo, hvorav oppgaven har undersøkt Trondheim og Bergen, som er en del av område Vest.

Veidekke har tatt i bruk digital KS i lengre tid på enkeltprosjekter, men inngikk rammeavtale med Dalux i 2017, som førte til at det ble avgjort at alle prosjekter skal gjennomføres med Dalux. Formålet med dette var å effektivisere en ressurskrevende prosess, samt gi bedre og mer oversiktlig dokumentasjon for å oppfylle stadig strengere krav fra byggherrer og myndigheter.

Veidekke har stilt med ekstern veileder for rådgivning til oppgaveskriving, fagkontakter med ekspertise innen kvalitetssikring, tilrettelegging for undersøkelser og intervju og har ellers vært behjelpelig ved spørsmål.

1.2 Problemstilling

Problemstillingen er utarbeidet av gruppen, og basert på Veidekke distrikt Bergens beskrivelse av tema. Det ble også utarbeidet 3 forskningsspørsmål for å belyse problemstillingen:

I hvilken grad har Dalux påvirket kvalitetssikringen i Veidekkes produksjon?

- 1. Hvordan har innføringen av Dalux påvirket ressursbruken?*
- 2. I hvor stor grad har Dalux påvirket kvaliteten på KS-dokumentasjonen?*
- 3. Hvordan kan eventuelt kvalitetssikringen forbedres?*

Ved ressursbruk vektlegges tidsbruk til KS-oppgaver i størst grad, samt effektivisering og arbeidsmengde. Det er her spesielt undersøkt forskjeller i oppfatninger fra håndverkere og funksjonærer, og hvorvidt Dalux er tidsbesparende for deres arbeidsoppgaver. Koordinering av arbeid og samarbeid mellom ansatte vil også spille en stor rolle i om arbeiderne oppfatter Dalux som tidsbesparende. For å undersøke KS-dokumentasjonens kvalitet er det lagt vekt på dokumentasjonens sporbarhet, antall avviksmeldinger, programvarens brukervennlighet og hvor enkelt det er å levere god dokumentasjon. Det har ellers blitt fokusert på ansattes erfaringer for å utarbeide forbedringsforslag til KS-systemet.

I tillegg tar studien for seg forskjeller mellom distriktene Trondheim og Bergen, samt forskjeller mellom håndverkere og funksjonærer.

1.3 Oppbygging av oppgaven

I bacheloroppgaven introduseres først oppgaven og oppdragsgiver Veidekke, før det blir presentert utvalgt teori og Dalux som arbeidsverktøy. Deretter presenteres valg av forskningsdesign og metode, etterfulgt av at resultatenes hovedtrekk presenteres i eget kapittel. Resultatene vil så diskuteres opp mot problemstilling og utvalgt teori i «Analyse og drøfting»-kapitlet, før oppgaven munner ut i en konklusjon med besvarelse av problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål.

1.4 Omfang og avgrensninger

Bacheloroppgaven er utført i løpet av vårsemesteret 2019 og avslutter en bachelorgrad i bygg og miljø ved NTNU i Trondheim. Oppgavens omfang er 20 studiepoeng, noe som tilsvarer 500 arbeidstimer per student, i dette tilfellet totalt 1500 arbeidstimer. Prosjektgruppen består av tre studenter fra studieretningen Husbyggingsteknikk.

Oppgaven vil omhandle kvalitetssikring som utføres i produksjonsfasen av byggeprosessen, og hvordan Dalux som arbeidsverktøy har påvirket dette arbeidet i Veidekkes produksjon, mer spesifikt i distrikt Trondheim og Bergen. Arbeidsoppgaver som undersøkes i oppgaven er generell KS og bruk av Dalux, herunder dokumentering av utført arbeid (sjekklister), melding av avvik (herunder HMS), vernerunder, befaringsrunder og koordinering av arbeid.

Oppgaven baseres i stor grad på ansattes meninger og holdninger rundt digital KS, mer spesifikt Dalux, og hvordan dette arbeidsverktøyet har påvirket selve kvalitetssikringsarbeidet som utføres i produksjonen. Det er grunnet dette ikke foretatt undersøkelser eller studier som omhandler kostnader og kostnadsbesparelser.

2. Teori

I dette kapittelet presenteres teori som er valgt for å gi leseren tilstrekkelig forståelse og kontekst, samt for å diskutere opp mot funn gjort i studien. En teori er den sikreste viten som eksisterer ettersom den baseres på utallige observasjoner der hypoteser har blitt testet og bekreftet (2). Kapitlet går inn på byggeprosessen og dens faser, Lean og Veidekkes egne metodikk basert på Lean. Videre er det en innføring i hva kvalitet og kvalitetssikring er med påfølgende krav, og hvordan det brukes i byggproduksjon. Det orienteres om digitalisering og aktuelle problemstillinger ved digital KS før kapitlet avsluttes med en presentasjon av Dalux som arbeidsverktøy.

2.1 Byggeprosessen

En god byggeprosess er et suksesskriterium for at sluttresultatet skal være av riktig kvalitet og oppfylle kundens forventninger og behov. I dag stilles det derfor nye, strengere krav til kompetanse, endringsevne og ledelse. Når det gjelder spørsmål om hva som kjennetegner en god byggeprosess settes god kommunikasjon mellom involverte parter og informasjon om kundens ønsker øverst på lista (3). Byggeindustrien er derfor i ferd med å digitaliseres og det utvikles stadig nye digitale løsninger slik at informasjonsutvekslingen og kvalitetssikringen blir ivaretatt. Dette har også bidratt til en mer effektiv byggeprosess.

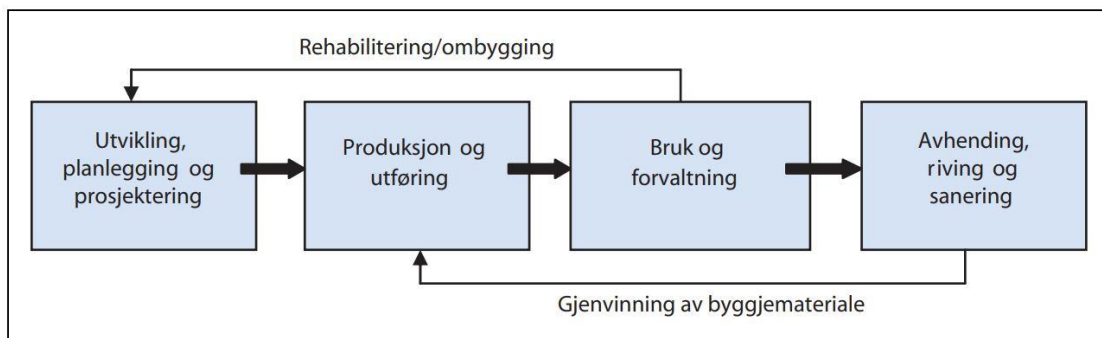
2.1.1 Byggeprosessens faser

For å kunne kvalitetssikre et helt byggeprosjekt er det nødvendig å dele opp i delprosesser eller faser. Det er ingen fasit på hvordan dette best gjøres, men det er utallige varianter som brukes i bransjen. SINTEF definerer byggeprosessen som «alle prosessene gjennom hele livsløpet til et byggverk; fra behovsavklaring, programmering, idé og konseptutvikling, til prosjektering og bygging, drifts- og bruksfase og til slutt avhending.» (4). I tillegg til dette, som til en viss grad kan defineres som kjerneprosesser, er det naturlig å inkludere administrative og offentlige prosesser i byggeprosessens helhet. Figur 1 viser en måte byggeprosessen kan inndeles.



Figur 1: Byggeprosessens delprosesser (5)

Administrative og offentlige prosesser omfatter regulering, byggesaksbehandling, valg av kontraktsformer, utleie og så videre, og har som oppgave å legge til rette for, planlegge og styre kjerneprosessene (6). Grunnet den store mengden eksisterende bygningsmasse i Norge, blir rehabilitering/ombygging en stadig mer aktuell fase. Figur 2 illustrerer en alternativ inndeling av byggeprosessen.



Figur 2: Alternativ inndeling av byggeprosessens delprosesser (7)

Kvalitetssikring forekommer i alle faser av byggeprosessen, eksempelvis i form av fremdriftsplanlegging i planleggingsfasen, kontroll av byggesaksdokumenter i prosjekteringsfasen og befaringsrunder i produksjonsfasen.

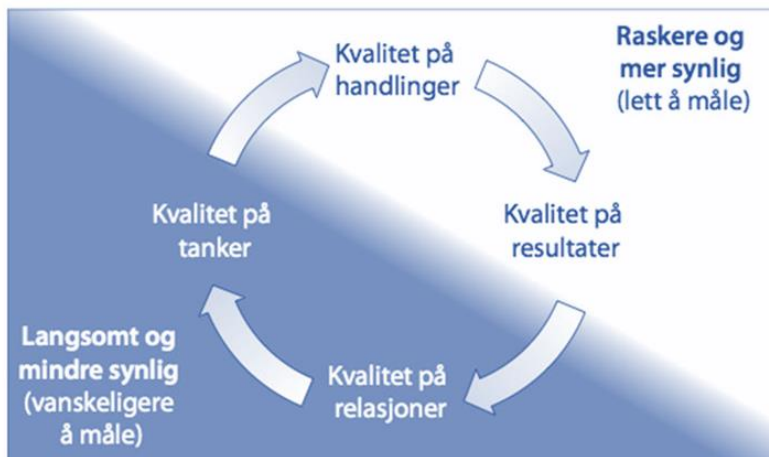
2.1.2 Lean

Lean er en filosofi som baserer seg på Toyota sitt system, TPS, og som skal gi et bærekraftig konkurransefortrinn. Begrepet Lean handler om slank produksjon som gjennom flyt, økt produktivitet og redusert sløsing skal effektivisere produksjonen (8). Det handler ikke om å jobbe hardere, men smartere, for å levere riktig kvalitet til riktig tid, med økt grad av fleksibilitet (9).

«Lean handler om å levere kunde verdi med minimalt tap av ressurser gjennom å etablere flyt og kontinuerlig forbedring.» (10). For å implementere Lean-filosofien er det noen hovedprinsipper som er viktig å forstå og utøve. Først og fremst er det viktig å optimalisere kunde verdien gjennom at man verken produserer for mye eller for lite av produktet, slik at produktet gir mest mulig nytteverdi. Det er viktig å fokusere på de riktige tidtakerne og utelukke de aktivitetene innenfor et selskap som ikke skaper nytteverdi for kunden. Man må fjerne hindringer og lagringer for å skape en flyteffektivitet som fokuserer på å få prosessen ferdigstilt, men det er også viktig å fokusere på en trekkende flyt. Det vil si at arbeidet ikke skal forhastes, slik at man etterpå står og venter på neste oppgave. Istedenfor skal man skape et system som skaper orden og dermed balanse mellom etterspørsel og arbeid (10).

En vanlig metode for å oppnå effektivitet er å ha en god struktur hvor alle kjenner sin rolle og hva hver enkelt må gjøre for å få en prosess unnagjort. Likevel har Lean et større fokus på kultur og hvordan det styrer strukturen. Man må skape en kultur hvor man kan delegere og involvere medarbeidere i utvikling av organisasjonen. Samtidig er det viktig å være åpen for at alle kan gjøre feil, slik at alle våger å være åpne om egne feil. Dette fører til økt avvikshåndtering man kan ta lærdom av. Dialog omtales som det viktigste verktøyet for en leder og gjennom å gi medarbeidere respekt og lytte til deres formeninger vil de få selvrespekt og ta mer ansvar (10).

Det er lettere å se verdien av struktur enn kultur. Kvaliteten på handlingene og resultatene er mye lettere å måle enn kvaliteten på relasjoner og tanker. Figur 3 illustrerer sammenhengen mellom struktur og kultur, hvilket er en vesentlig faktor i Lean-ledelse. Handlingene påvirker effektivt resultatene, mens det er en mer langsom og mindre målbar prosess å se verdien av relasjonenes påvirkning på tankene. For å implementere Lean-metodikken må man fokusere på å forbedre verdistrømmen kontinuerlig gjennom arbeid som læring, hvilket vil resultere i en god kultur (10). Dette vil være til hjelp i forbindelse med å holde tidsfrister i fremtidige prosjekt.




Figur 3: Sammenheng mellom struktur og kultur (11)

2.1.3 Fremdriftsplanlegging og IP

Byggebransjen blir ofte kritisert for å ikke holde tidsfristene sine som følge av dårlig planlegging. Det er flere faktorer som kan være årsak til dette. Omfattende prosjekter med mange underentreprenører og deltakere kan føre til logistikkproblemer i forhold til grensesnitt. Det er heller ikke alltid like lett å planlegge hvor lang tid en arbeidsprosess vil ta, i tillegg til at det kan oppstå nye behov og innvendinger til prosjektet. Med en god Lean-struktur kan hindringene reduseres, men man kan ikke forutse alt i et prosjekt. I den forbindelse er det viktig med gode fremdriftsplaner som oppdateres underveis i prosjektet.

Prosjektlederen har som regel det overordnede ansvaret for organisering av all fremdriftsplanlegging og oppfølging. Microsoft Project er et av mange program som kan brukes til å lage fremdriftsplaner og blir blant annet brukt av Veidekke i deres entreprenørvirksomhet. Programmet kan for eksempel kombineres med Excel og har blant annet muligheter for tidsbruk, ressursbruk og avhengigheter mellom aktiviteter. Fremdriftsplanen bør lages tidlig i prosjektet, men grunnet potensielle uforutsette hendelser og hindringer bør den oppdateres underveis. For at fremdriftsplanen skal følges best mulig har Veidekke innført et system som baserer seg på Lean, kalt «Involverende planlegging». På lik linje med Lean handler IP om å redusere tapt tid og risiko, samt skape flyt i produksjonen. Dette gjøres gjennom at alle deltar i planleggingen av eget arbeid, i tillegg til at fremdriftsplanleggingen kombineres med risikovurderinger. En måte fremdriften følges opp på er ved at det holdes morgenmøte hver morgen, hvilket skal føre til mer effektivt arbeid samtidig som det vil fungere som et HMS-tiltak (12).

Gjennom bruk av IP vil alle få større innflytelse og dermed mer kontroll over egne oppgaver, hvilket kan føre til økt arbeidsinnsats. Dersom planlagte aktiviteter ikke blir gjort skal man finne årsaken og lære av avvikene. Fremdriftsplanen oppdateres gjennom å øke detaljeringen når arbeidet nærmer seg. Hovedfremdriftsplanen tar for seg de overordnede tidsrammene, faseplanen detaljerer de overordnede fasene, mens utviklingsplanen analyser hvordan hindringene kan fjernes. Ukeplanen ser to til fire uker frem i tid, mens lagsplanen går mer i dybden på inneværende uke for den enkelte fagarbeider. Figur 4 viser en oversikt over hvem som er ansvarlig for hvilke plannivå og hvor dette bestemmes. For eksempel skal anleggsleder eller driftsleder holde driftsmøte hvor utviklingsplanen lages (12).

 Involverende planlegging for sikker og effektiv drift	Plannivå	Ansvarlig	Hvor	Fremdriftsplanlegging	Rigg-/logistikkplan	HMS risikostyring	
	0	Prosjektutvikling og prosjektering før oppstart	Prosjektleder Prosjekteringsleder	I utviklingsfasen	Lage en prosjekteringsplan for fasen Etablere beslutningsplan	Vurdere: Hovedadkomst Trafikk- og materiallogistikk Plassering av rigg og lager	Innhente (eventuelt lage) SHA-planen Miljøoppfølgingsplan Synliggjøre og videreformidle risiko
	1	Hovedfremdriftsplan (hele prosjektet)	Prosjektleder	Før oppstart av prosjekt	Lage oversikt over hovedaktivitetene Sette milepæler	Lage overordnet rigg- og driftsplan	Identifisere farer i og mellom hovedaktivitetene og synliggjøre dem i planen
	2	Faseplan (for hver fase)	Anleggsleder	Faseplanmøte	Lage faseplan	Lage en omforent rigg- og driftsplan for fasen	Identifisere farer i midlertidige konstruksjoner, i enkeltaktiviteter og samtidige aktiviteter Synliggjøre behov for Sikker Jobb Analyse (SJA) i planen
	3	Utkvikksplan (5-9 uker)	Anleggsleder	Driftsmøte	Detaljere aktiviteter Identifisere og fjerne hindringer	Ta hensyn til plassering av kommende leveranser i rigg- og driftsplan	Vurdere risiko i enkeltaktiviteter Dialog mellom samtidige aktiviteter Bestemme hvilke SJAer som skal lages
	4	Ukeplan (2-4 uker)	Formann	Basemøte	Kontrollere at alle aktivitetene er på samme detaljeringsnivå og i riktig rekkefølge Identifisere og fjerne hindringer	Gjennomgå leveranser kommende uker Oppdatere rigg- og driftsplan	Vurdere farer i enkeltaktiviteter og i midlertidige konstruksjoner Dialog mellom samtidige aktiviteter Lage SJAer
	5	Lagsplan (uken)	Bas	Lagsmøte	Gjennomgå ukens aktiviteter Beslutte endelig lagsplan	Gjennomgå ukens leveranser, plassering og inn- og uttransport	Gjennomgå SJA
	6	Siste utsjekk (dagen)	Hver enkelt, og de som jobber sammen	Morgenmøte	Hendelser fra gårdsdagen? Kort gjennomgang av dagens gjøremål	Kort gjennomgang av leveranser, plassering og inn- og uttransport	Gjennomgå risikoen i dagens arbeidsoppgaver
7	Løpende	Hver enkelt	I arbeidet			Den enkelte vurderer løpende risikoen i sitt arbeid	

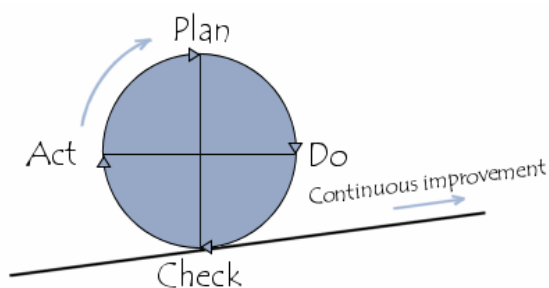
Figur 4: Planlegging for sikker og effektiv drift (13)

Fremdriftsplanlegging, Lean og IP er ulike hjelpemidler og arbeidstilnæringer med mål om å sikre at byggeprosessen gjennomføres som planlagt, så effektivt som mulig, og at det ferdige produktet er av riktig kvalitet. Et fellesnavn for slike prosesser er kvalitetssikring.

2.2 Kvalitet og kvalitetssikring

For å kunne sikre at et produkt har riktig kvalitet må man først definere hva kvalitet er for det aktuelle produktet. NS-EN 1990:2015 (Ledelsessystemer for kvalitet) definerer kvaliteten til en organisasjons produkter og tjenester som «evnen til å tilfredsstille kunder og tiltenkt og utilsiktet påvirkning av relevante interesseparter» (14). En mer folkelig definisjon av begrepet kan være «i overensstemmelse med fastsatte krav eller behov som antydnet» (15). I et byggeprosjekt vil dette, blant annet, innebære at et bygg med riktig kvalitet er i overensstemmelse med inngått kontrakt mellom tiltakshaver og de(n) aktuelle leverandøren(e).

For å oppnå riktig kvalitet er det derfor viktig at organisasjonen som leverer produktet har et kvalitetssikringssystem som forsikrer at alt som blir gjort er i samsvar med det som er planlagt, samt at prosjektet oppnår de interne målene i organisasjonen. Figur 5 viser kvalitetssirkelen etter W. Edwards Deming (også kalt PCDA-sirkelen, PUKK-sirkelen og Deming-sirkelen) som oppsummerer noe av essensen i et kvalitetssikringssystem.



Figur 5: Kvalitetssirkelen (16)

I bygg- og anleggsprosjekter utføres kvalitetssikring oftest i form av internkontroll, med unntak av lovpålagte uavhengige kontroller utført av ansvarlige foretak.

2.2.1 Bakgrunn og historie

Kvalitetssikring av produkter og tjenester har ikke alltid vært en selvfølge. William Edwards Deming fikk gjennomslag for sin kvalitetslære i USA rundt 1980, men hadde lenge før dette lært opp japanske ledere (17). Læren hans anses som en del av grunnlaget for dagens kvalitetssystemer, og baserer seg på 14 prinsipper. Noen av prinsippene omhandler lederskap, opplæring innad i bedriften, implementering av styringssystemer og planlegging av konstant forbedring (18). Han beskrev behovet for kvalitetssikring i USA slik: «We have learned to live in a world of mistakes and defective products as if they were necessary to life. It is time to adopt a new philosophy in America.» (19).

I byggebransjen har det lenge vært krav om en form for kvalitetssikring av prosjekter og arbeid. Aktuelle lover og forskrifter innebærer følgende, hvor årstall angir første utgivelsesår: *Forskrift om systematisk HMS-arbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften, 1997)*; *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygg- og anleggsplasser (Byggherreforskriften, 1995)*; *Forskrift om byggesak (Byggesaksforskriften, 1997)*.

2.2.2 Krav til kvalitetssikring

Veiledning til SAK10 definerer at «Alle foretak som erklærer ansvarsrett eller søker om sentral godkjenning skal ha skriftlige rutiner for kvalitetssikring som tilfredsstiller krav gitt i eller i medhold av plan- og bygningsloven.» (20), og hensikten med dette systemet er å sikre at tekniske krav i Pbl oppfylles, samt at arbeidet utføres i henhold til byggetillatelse. SAK beskriver videre at det er krav om at alt utført arbeid og all kvalitetssikring skal dokumenteres, og fremstilles slik at kommunen og andre eventuelle kontrollorgan enkelt kan få innsyn (20).

Foretak som søker sentral godkjenning for ansvarsrett fra DiBK skal ha kvalitetssikringsrutiner som inneholder følgende:

- rutiner for å identifisere, ivareta, verifisere og dokumentere oppfyllelse av krav
 - rutiner for å ivareta de plikter og oppgaver som følger av foretakets ansvar og funksjon i tiltaket
 - rutiner for å styre andre foretak som foretaket knytter til seg (f.eks. UE)
 - rutiner for å identifisere, behandle og lukke avvik, samt hindre gjentakelse av avvik, fra krav
 - rutiner for å ivareta registrering, versjonshåndtering, videreformidling og oppbevaring av dokumentasjon som viser at krav er oppfylt
 - organisasjonsplan
 - rutiner for å sikre at foretaket har nødvendige og oppdaterte kunnskaper om krav i Pbl
 - rutiner for å sikre jevnlig gjennomgang og oppdatering av kvalitetssikring
- (20)

Utover dette vil hver enkelt foretaks kvalitetssikringsrutiner være ulike, avhengig av foretakets størrelse, fagområde og tiltaksklasser foretaket arbeider innenfor.

2.2.3 Kvalitetssikring i byggproduksjon

Advokat Eirik V. Rise skrev i 2019 at «for 10 år siden var offentlige anskaffelser av byggarbeider normalt priskonkurranser. Utviklingen viser at «kvalitet» i ulike former vektlegges stadig hyppigere og tyngre i byggherrenes evaluering.» (21). Til tross for eventuelle svakheter ved slike kvalitative vurderinger i anskaffelsesprosesser, er denne påstanden et eksempel på et økende fokus rundt kvalitet og kvalitetssikring i BAE-næringen. Kvalitetssikring i byggproduksjon omfatter en rekke prosesser tilrettelagt for å oppfylle krav i lover og forskrifter, krav og ønsker fra byggherre, samt interne kvalitetskrav i foretaket som utfører arbeidet.

Et tiltak skal alltid følge arbeidstegninger og en eventuell BIM-modell som skal følge med dokumentasjonen (22), og etter utført arbeid skal det også foreligge utfylte sjekklister, ofte med vedlagte bilder. En sjekklister inneholder ulike punkter som varierer utfra tiltaket og kan utføres underveis eller ved sluttkontroller. Noen sjekklister angår spesifikke fagfelt, for eksempel spørsmål rundt vinduskvalitet, mens andre er mer overordnet (23). Veidekke har ukentlige vernerunder hvor det benyttes sjekklister, hvorav alle fagfelt og områder kontrolleres i forbindelse med HMS og KS.

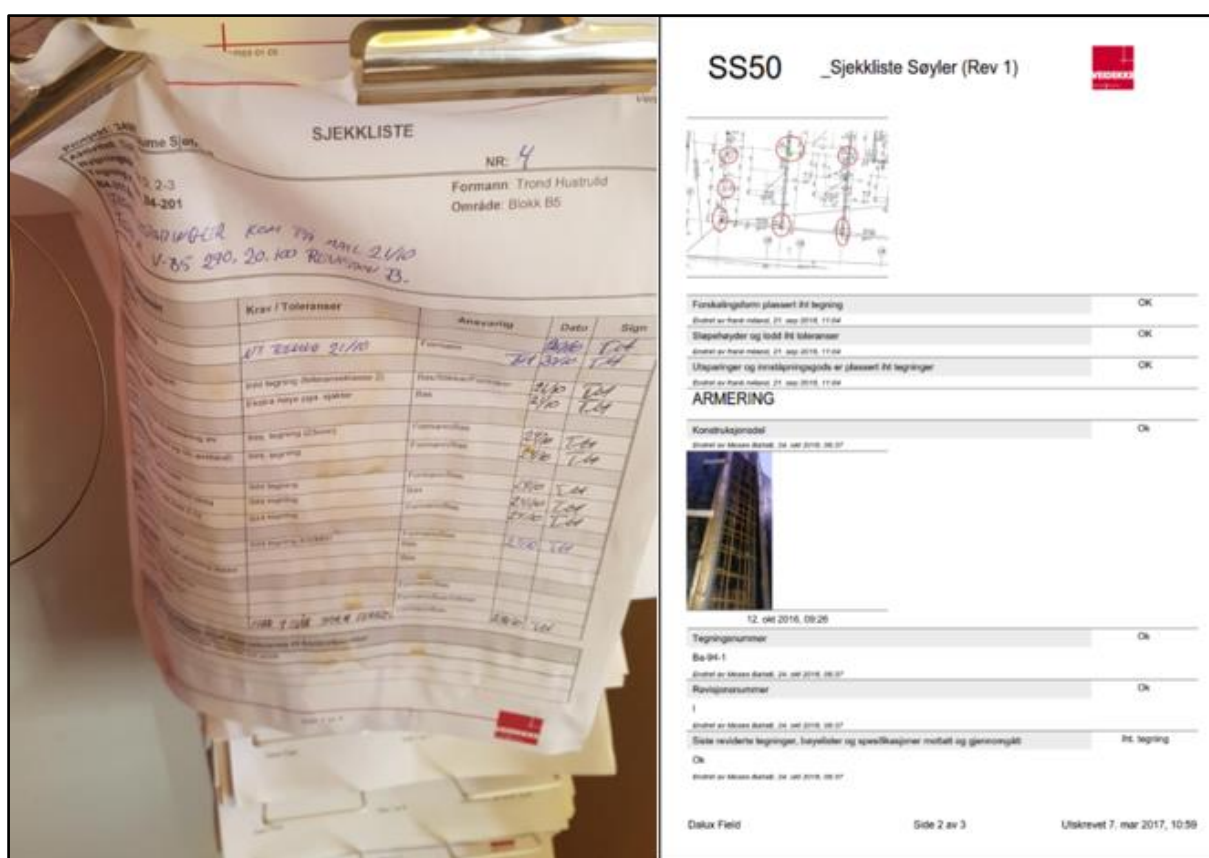
Dersom definerte krav ikke samsvarer med prosjektering, utført arbeid eller et produkt skal det føres avvik. Det samme gjelder dersom fremgangsmåten ikke stemmer med gjeldene rutiner og alle på byggeplassen er ansvarlig for innmelding (24). Det er også vanlig at det føres avvik i forbindelse med en uavhengig kontroll, vernerunde eller andre typer kontroller. Dersom kontrollerende melder avvik, står ansvarlig prosjekterende eller utførende ansvarlig for å lukke avviket og gi tilbakemelding til kontrollerende om hva som er gjort. Utførende kan lukke avviket ved å vise til at arbeidet står i samsvar med produksjonsunderlaget, prosjekterende kan vise til at prosjekteringen er i samsvar med gjeldende lover og regler, ellers må avviket ombygges eller omprosjekteres etter kontrollørens merknad for utbedring (25). Gjeldende krav i forbindelse med avvik kan være TEK, Pbl og mye mer, avhengig av tiltaket.

Hver bedrift i byggebransjen har et eget kvalitetssystem som inkluderer internkontroll og en kvalitetsplan. Kvalitetsplanen bygger i tillegg på standarddokumenter og rutiner, og bør utarbeides så tidlig som mulig før prosjektstart (26). Det er tidligere nevnt en del eksempler på rutiner for KS, men mer spesifikt kan rutiner i forbindelse med HMS for eksempel være å sette opp sperringer og ta på seg verneutstyr før man setter i gang med sveisearbeid. I den forbindelse er det viktig at HMS-ansvarlig og andre arbeidere opplyser om alle HMS-rutinene, samt følger opp at rutinene blir fulgt.

Fra og med 1. juli 2010 har det vært krav om å oppbevare dokumentasjon i minimum 5 år etter ferdigattesten er levert (27), noe det også er krav om for KS-rutiner hos ansvarlige tiltak. For å effektivisere de nevnte prosessene i en bransje i utvikling, er digitalisering en kritisk komponent videre fremover. I dag er potensialet stort for digitalisering, da mange prosesser fortsatt foregår på papir, samt ytterligere forbedring og effektivisering av allerede digitaliserte prosesser.

2.3 Digitalisering

Digitaliseringen av bygg- og anleggsnæringen ligger sentralt i effektivisering, kvalitetssikring og kostnadsbesparelse (28). De siste årene har byggebransjen arbeidet intensivt med saker som er viktige for industriens fremtid. Grunnet ny teknologi vil gjennomføringen av prosjekter skje raskere, mer effektivt, billigere og fremfor alt, med økt grad av informasjonsutveksling. Det utvikles stadig nye digitale løsninger og i fremtiden vil de fleste prosessene bli digitalisert. Avgang fra papirutskrifter vil føre til større effektivitet i driften og digitaliseringen vil gjøre det mulig å bruke ressurser på en enda mer effektiv måte. Figur 6 illustrerer forskjellen mellom sjekklister i papirform og sjekklister i det digitale verktøyet, Dalux Field.



Figur 6: Forskjell mellom sjekklister på papir og med Dalux (29)

2.3.1 Utvikling og historie

Byggebransjen har lenge hatt et rykte for å være svært konservativ, og det har vist seg at byggenæringen er den næringen som pr. 2014 satser *minst* på forskning og utvikling. Styreleder i Bygg21, Petter Eiken, mener en av de største utfordringene er kulturen i bransjen, og at aktørene ikke anser FoU som lønnsomt (30).

De siste årene har mange aktører omfavnet digitaliseringen i større grad, og særlig har bruk av nettbrett blitt en av de mest benyttede digitale løsningene i utførelsesfasen. Nettbrett gir enklere tilgang til oppdaterte 3D-modeller, tegninger og dokumentasjon på kontoret, men også på byggeplassen. Dette reduserer risikoen for feil og kvalitetsavvik. Nettbrett gir også tilgang til informasjon om oppfølging og ansvarsfordeling, og det er lettere å følge opp oppgaver som har blitt gjort. I tillegg er det lettere å holde oversikt over fremdriften i prosjektet og redusere tid brukt til overvåking av oppgaver og ansvar. Et nettbrett inneholder hundrevis av tegninger og det er lett å bære sammenlignet med stabler av papir. Det reduserer også tidsbruk på utskift og distribusjon av tegninger (31)

Et annet eksempel på et digitalt verktøy som er i utstrakt bruk i dag er BIM, et digitalt verktøy som benyttes til planlegging og gjennomføring av byggeprosjekter. Denne programvaren baserer seg på en 3D-bygnings- eller konstruksjonsmodell og tilbyr planleggingssikkerhet både til utførende, byggherren og andre involverte i byggeprosessen (32). «Alle byggekomponentene inkludert i BIM er beskrevet i detalj med hensyn til visuelle, tekniske og funksjonelle egenskaper. Ved å integrere tids- og kostnadsfaktorer går 3D-modellen gradvis over til en 4D- eller 5D-modell.» (32).

En 4D-modell inkluderer planleggingsdata i BIM-modellen, noe som gir mulighet til å visualisere fremdriften av utførelsen, samt hvilken rekkefølge ulike arbeider må utføres i. Når det tilføres en kostnadsdimensjon i tillegg til dette, er modellen en 5D-modell som kan trekke ut nøyaktig kostnadsinformasjon (33).

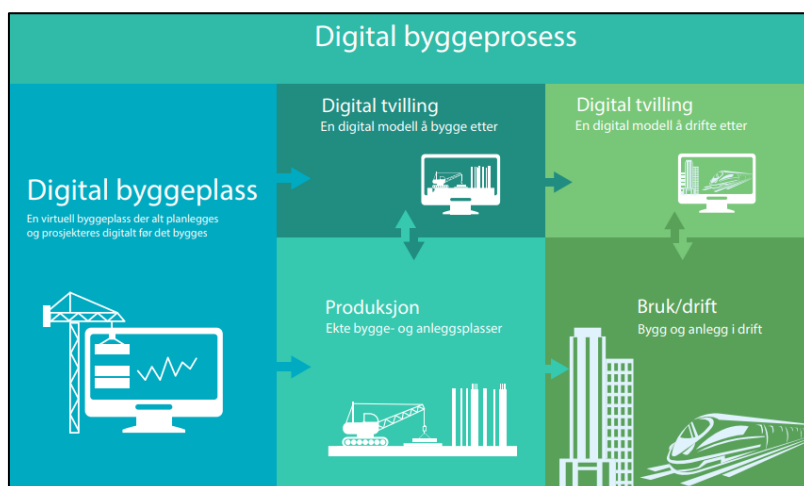
2.3.2 Digitalt veikart – veien videre

En forutsetning for at gevinstene fra digitaliseringen skal kunne høstes er at næringen må digitalisere sammen. BAE-næringen, stat, kommune, samt forsknings- og utdanningsinstitusjonene må samarbeide for at digitaliseringen skal utnytte potensialet sitt.

Det har derfor blitt opprettet et felles digitalt veikart for den omstillingen bransjen må gjennom. Styringsgruppen bak kartet besto av representanter fra BNL, Statsbygg, EBA, DiBK, Bygg21 med flere. Veikartet gir et overordnet rammeverk for hvordan «næringen må jobbe for å bli en heldigital, konkurransedyktig, bærekraftig og seriøs næring i 2025.» (34). Det skal av private og offentlige stilles krav til digitale leveranser i deres bestillinger. Dette skal gjøres ved at de bestiller en digital byggeprosess med «digital byggeplass» og «digital tvilling». Den digitale byggeprosessen kjennetegnes ved at alt prosjekteres digitalt før det bygges. Selv om

digitaliseringen er på god vei har man ikke sluttet med den gamle byggeprosessen. Prosjektstyringen foregår noe digitalt, men også ved hjelp av papirdokumenter og ofte snakker ikke de digitale systemene sammen godt nok (34).

Ved en digital byggeplass» er det mulighet for å stimulere, teste og analysere byggeprosjektet før byggeprosessen settes i gang. Dette vil bidra til et vellykket prosjekt og redusere risikoen i produksjonsfasen, noe som igjen vil resultere i fornøyde kunder (34). Figur 7 viser fokusområdene ved digital byggeplass.



Figur 7: Digital byggeprosess (34).

«Digital tvilling» handler derimot om at det skal være mulig å befare prosjektet før det er fysisk gjennomført. VR-briller kan tillatte oss å gå på befaring i den digitale utgaven av det prosjekterte bygget. Dette vil føre til at det kan sjekkes om alt er slik det skal være før produksjonsfasen settes i gang i den virkelige verden. Det kan også bestilles materialer i dette verktøyet slik at de blir levert til prosjektet med koder som gjør at roboter kan sette de sammen. Den digitale tvillingen vil også fortelle når det er behov for vedlikehold og drift av det ferdige byggverket. Det er med andre ord stort potensiale i gevinstene som følge av digitalisering (34).

Figur 8 illustrerer at det også er store ambisjoner om å redusere klimagassutslippene forårsaket av BAE-næringen. Store kostnadsreduksjoner, raskere prosjektgjennomføring og økning av eksport av produkter og tjenester kan realiseres dersom det planlegges og prosjekteres digitalt. For å få til dette må det investeres i et digitalt løft de neste årene (34). Gjennom digitalt veikart skal BAE-næringen være heldigitalisert innen 2025. De ønskende effektene av digitaliseringen er redusert kostnad, halvering av byggetiden og klimagassutslippene slik det er i dag (34).



Figur 8: Ambisiøse mål knyttet til digitalisering (34).

Den digitale utviklingen i BAE-næringen vil også ha klare positive effekter for HMS. Digital HMS-tavle er et av verktøyene som har blitt tatt i bruk det siste året. Alt av avvik innenfor HMS og kvalitet blir registrert på skjermen. I tillegg inkluderer tavla alt av kontaktinfo, mannskapslister, forhåndsmeldinger og varslingsplaner (35). HMS på byggeplass vil ivaretas på en bedre og mer oversiktlig måte. Prosjektlederen vil få mer oversikt over aktiviteter på byggeplassen og sende meldinger til byggeplassen direkte via HMS-tavlen (36).

2.3.3 Aktuelle problemstillinger

Med digitale hjelpemidler er det noen problemer som kan oppstå ved bruk på en byggeplass. For å ha tilgang til systemet må hver arbeider også ha tilgang til et nettbrett, en smarttelefon eller en PC, samt at denne enheten må ha tilgang til internett. Ifølge intern spørreundersøkelse besvart av baser i Veidekke er det prøvd ut med bruk av ruter på byggeplass for internettilgang, men at plassene som har prøvd dette tidvis sliter med dekning, og derfor foretrekker 4G (37). Ved manglende dekning er arbeiderne nødt til å avvente med avviksmelding, noe som øker sannsynligheten for at avvik ikke meldes i det hele tatt. Mangel på dekning kan også medføre at arbeidstegninger ikke er oppdatert til nyeste versjon, som igjen kan føre til byggefeil og avvik.

I tillegg må enhetene brukt for digital tilgang, til for eksempel arbeidstegninger, tåle de påkjenninger og forhold som oppstår på en byggeplass. For å hindre unødig innkjøp av nytt utstyr bør et minstekrav være tilstrekkelig vann- og fuktmotstand, ripebestandighet og slagmotstand. På nettbrett kan dette eksempelvis sikres med et «værdesel» som pakker inn selve brettet.

En annen problemstilling ved digitalisering er valget av programvare, og ulike programvarers grensesnitt mot hverandre. Der er en stor fordel om alle aktører i et tiltak benytter samme

programvarer, eller at de valgte programvarene kommuniserer på et tilfredsstillende nivå. Om ikke dette er tilfelle vil ikke fordelene ved bruk av digitale plattformer være tilstede, og det vil samtidig medføre merarbeid og ekstra tidsbruk for koordinering og kommunikasjon. En mulighet er at totalentreprenører og hovedentreprenører stiller krav til at UE og andre aktører i tiltaket tar i bruk samme programvare som dem.

I tillegg til ovennevnte problemstillinger forekommer det også en del kostnader ved digitalisering av byggeprosessen. Eksempler på dette er utgifter til anskaffelse av nettbrett og BIM-stasjoner, abonnement på programvare, opplæringsressurser og internettilgang på byggeplassen. Kompetansebygging, opplæring og faglig påfyll er en utfordring i seg selv, særlig for personer med manglende digital forståelse og grunnkompetanse.

Byggebransjen har tatt en rekke steg i riktig retning med tanke på digitalisering, men har fortsatt stort potensiale for videreutvikling. Det foreligger en rekke utfordringer og problemstillinger ved å digitalisere byggeprosessen, og et arbeidsverktøy med mål om å effektivisere og digitalisere en rekke delprosesser, og som er i utstrakt bruk i bransjen i dag, er Dalux.

2.4 Dalux

Dalux er et dansk firma som jobber med kvalitetssikring gjennom digitalisering og har hatt stor utvikling de siste årene. Dalux gjør stadig nye utviklinger rettet mot byggebransjen, og har produsert Dalux FM, Dalux Project og Dalux Build. Dalux FM gir en oversikt over alle eiendommer og bygninger en bedrift jobber med, samt et overordnet kart over dette. Det er også lagt inn en HelpDesk-funksjon som skal gjøre det lettere for brukere og leietakere å bestille service og rapportere feilmeldinger (38). Dalux Project tar for seg mengder og tilbudslister, og koordineres med Revit og Excel (39). I Norge er ikke Project og FM like utbredt. Det er mer populært å bruke Dalux Build som tar for seg entreprise og gir muligheter for å ha oversikt og følge prosjektets fremgang fra kontoret. Med Dalux Build minimerer man risiko for å bryte lover, regler og bedriftens strategi og plan. Dalux Build er delt opp i Dalux Box og Dalux Field og fungerer best når de to kombineres.

2.4.1 Bakgrunn

I dag blir Dalux brukt i over 60 land (40), og veksten har vært stor i Norge de siste par årene, som har ført til at Dalux har åpnet kontor i Oslo (41). Veidekke valgte å ta i bruk Dalux forholdsvis tidlig og har gjennom samarbeid utviklet kvalitetssikringsverktøyet, mens andre aktører som eksempelvis BetonmastHæhre valgte å ta i bruk Dalux Field og Dalux Box i 2018. BetonmastHæhre begrunnet valget ved at de tror det vil bedre kommunikasjonen og dokumentasjonen gjennom 3D-modeller, AR og andre muligheter og fordeler digitaliseringsverktøyet gir. På Dalux sin hjemmeside beskrives det som «den komplette og mest brukervennlige løsningen for prosjektledelse i byggebransjen.» (40), og bygg.no opplyser at 4 av de 5 største bedriftene i Norge bruker Dalux i dag (42).

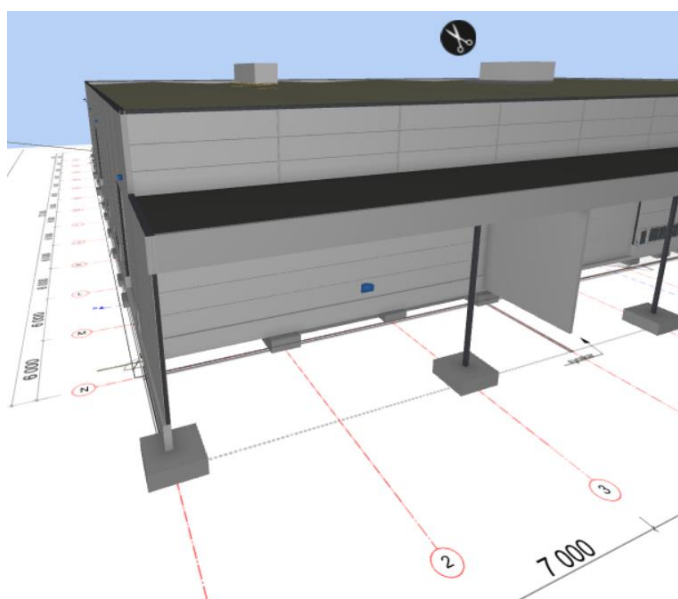
2.4.2 Dalux Box

Dalux Box er et dokumentbibliotek som samler alt av informasjon og modeller. Biblioteket oppdateres kontinuerlig og holder dermed alle på prosjektet oppdatert. Man kan legge inn firmaets standarder, rutiner og sjekklister som man videre kan bruke i alle prosjekt. Filene for et prosjekt kan synkroniseres fra en PC og videre åpnes med mobiler, nettbrett og lignende av alle som er invitert til prosjektet (43). Dette gir større muligheter for samarbeid på tross av større avstander.

2.4.3 Dalux Field

Det er Dalux Field som tar for seg kvalitetssikringen og som brukes ute på byggeplassen. Det blir også brukt til HMS i tillegg til at det er Danmarks ledende virksomhet innen BIM-basert FDV (41). Med dette verktøyet kan man se plantegninger og 3D-modeller, fylle ut sjekklister og skjemaer og føre avvik og oppgaver som kan tildeles personer på prosjektet. Alt dette gjøres via en vanlig smarttelefon eller PC (44). Dalux BIM Viewer følger med Dalux Field, Dalux FM og Dalux Project. I 2016 ble det etablert en ny funksjon som kombinerer 2D og 3D (45). Man kunne tidligere se plantegningen og 3D-modellen i en todelt skjerm, men nå kan man også se dem kombinert. Figur 9 viser hvordan dette ser ut i Dalux.

Dalux er også det første firmaet noensinne som har laget en app for mobiltelefoner som bruker AR, også kalt TwinBIM. Augmented reality er en kombinasjon av virkelighetsbildet og 3D-modellen, og kan brukes med Dalux Field (46). AR er en kombinasjon av virkelighetsbildet og 3D-modellen, og kan brukes med Dalux Field (46). Et eksempel på bruk av AR er å peke mobilen med kamera mot et punkt i konstruksjonen, for så at programmet viser hva som er planlagt å bygge der. Figur 10 illustrerer bruk av AR i Dalux Field.



Figur 9: Plantegning kombinert med 3D-modellen (utklipp fra BIM-viewer)



Figur 10: Bruk av AR i Dalux Field (46)

Nye Veier satte krav om at digitalisering skulle settes i sentrum under prosjektet E6 Arnkvern – Moelv. Dette prosjektet er det Veidekke Anlegg som har ansvar for og da ble samarbeidet med Dalux et naturlig valg. Sammen har de utviklet muligheter for å se kart, tegninger og BIM offline, samt tatt i bruk GPS-spring for å se hvor man er i BIM-modellen. Når man jobber på et veiprojekt vil dette være en stor fordel med tanke på at man sparer mye tid på å finne de riktige tegningene for der man står (47). I tillegg brukes springen som nevnt til for eksempel AR. Videre har Dalux Field bidratt til å effektivisere dokumenteringen gjennom sjekklister som enkelt fylles ut og avvik som føres på plassen. Når man oppretter avvik og oppgaver oppgir man en ansvarlig person slik at denne personen automatisk får beskjed om hva som er feil eller hva som skal gjøres, samt plassering av avviket/oppgaven. Videre kan da den ansvarlige enten videreføre eller besvare avviket/oppgaven med en klarmelding eller avvisning. Hvis man går inn på menyen i Dalux Field og velger «Organisasjon», får man oversikt over hvem som kan tildele og hvem som kan videreføre oppgaver og avvik. Figur 11 illustrerer ansvarstildeling i Dalux.

KCA Deutag	Entrepriser Brukergrupper	
	Oppretter	Svarer
<ul style="list-style-type: none"> Modulinnstillinger Lokaliteter Organisasjon Kontrollplaner Dashboard Alle oppgaver (168) Alle sjekklister (48/73) <ul style="list-style-type: none"> Betong Elektro Elementmontasje HMS 	Entreprise: Betong, Veidekke	
	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Marius Sæterbø, Veidekke ————— Marius Sæterbø, Veidekke </div>	
	Entreprise: Elektro, Bravida	
	Oppgaver fra Bravida El <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-top: 5px;"> Oluf Harald Kversøy, Bravida Norge ————— Stine Skogen, Veidekke </div>	

Figur 11: Ansvarstildeling i Dalux (utklipp fra Dalux Field)

2.4.4 Alternativer til Dalux

Denne oppgaven fokuserer på digital kvalitetssikring i produksjon med Dalux, men det finnes også andre aktuelle programvarer med noen likhetstrekk.

På lik linje med Dalux kan StreamBIM vise tegninger og 3D-modeller på mobil, nettbrett og PC. Det er også muligheter for å se ulike mål, noe som effektivt gir mulighet for å se nøyaktig hvor ting skal plasseres (48).

Bimsync kan visualisere 2D, 3D og 4D i tillegg til at det kan brukes som et kommunikasjonsverktøy. Som Dalux er det en skybasert programvare, men det mangler derimot flere muligheter som Dalux har, som for eksempel at det ikke er kompatibelt med mobil og nettbrett (49).

Synchro er en programvare som brukes til prosjektplanlegging og prosjektstyring gjennom 4D-modellering. For at Synchro skal kunne brukes ute på byggeplassen er det laget en app som kan brukes for mobile enheter med muligheter for posisjonering (50). 4D-modellering er ikke kompatibelt med Dalux, men Dalux har mye flere muligheter når det kommer til kvalitetssikring ellers.

PlanGrid er enda en programvare som kan brukes via en app på mobil og nettbrett. Her kan man se oppdaterte plantegninger, føre avvik og markere hvor avviket er og hvem det gjelder. Det er mange likheter til Dalux, men det er ikke mulig å ta i bruk 3D-modellering (51).

3. Metode

Følgende kapittel vil gi en innføring i hvilke forskningsmetoder som benyttes og hvordan kunnskap innsamles og analyseres. «Det er måten å forvalte innhenting og håndtering av kunnskapen på som bestemmer hvorvidt den holder vitenskapelig mål» (52). Valget av metode forteller hvordan man bør arbeide for å innhente og å etterprøve kunnskap, og begrunnelsen er ofte at man mener metoden vil gi gode data og belyse problemstillingen på en faglig interessant måte (53).

3.1 Forskningsmetoder

Vilhelm Aubert beskrev metode slik:

En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener formålet, hører med i arsenalet av metoder (54)

Det er vanlig å skille mellom kvantitative forskningsmetoder som baserer seg på en liten mengde opplysninger fra et stort antall undersøkelsesobjekter, og kvalitative forskningsmetoder som samler en stor mengde opplysninger fra et fåtall undersøkelsesobjekter. Selv om det er vanlig å skille disse to metodene kan de også kombineres, noe gruppen har valgt å gjøre i dette forskningsprosjektet. Kvantitative metoder har som mål å samle resultater i form av målbare enheter, i motsetning til kvalitative metoder som er mer orientert mot mening og opplevelser rundt et tema (53).

Vi kan bruke de kvalitative metodene for å få mer informasjon om menneskelige egenskaper som erfaringer og opplevelser. Metoden er mer fleksibel og kan for eksempel gjennomføres i form av semistrukturert intervju som gir rom for ustrukturerte svar. Kvantitative metoder derimot bygger på numeriske data i form av tall og er preget av systematikk for eksempel i form av spørreundersøkelse. Alle forskningsmetoder, uavhengig av om det er kvalitativ eller kvantitativ, må tilfredsstillende visse krav som det stilles til verktøy som skal levere vitenskapelig kunnskap (52). Tabell 2 belyser fordeler og ulemper ved kvalitative og kvantitative metoder.

Tabell 2: Fordeler og ulemper med kvalitative og kvantitative metoder (55).

	Kvalitative metoder	Kvantitative metoder
Fordeler	<ul style="list-style-type: none"> - Detaljerte data (utfyllende svar) - Kan stille relevante oppfølgingsspørsmål - Enklere å sikre god validitet 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnadseffektiv datainnsamling - Ingen direkte kontakt mellom forsker og undersøkelsesobjektet. - Svarene kan analyseres matematisk/statistisk.
Ulemper	<ul style="list-style-type: none"> - Tidkrevende å planlegge og gjennomføre. - En god del etterarbeid. - Direkte kontakt mellom forsker og undersøkelsesobjektet (påvirkning). 	<ul style="list-style-type: none"> - Usikkerhet rundt hvordan spørsmålene blir tolket / forstått av undersøkelsesobjektet. - Lite detaljerte data - Det kan oppstå unøyaktigheter i datamateriale på grunn av stor mengde materiale som må behandles.

På bakgrunn av fordeler og ulemper med de ulike metodene, samt en vurdering av hvilke metoder som passet best for å belyse problemstillingen i oppgaven, kom gruppen fram til følgende forskningsmetoder: spørreundersøkelse og intervju.

3.2 Valg av metode

Valg av forskningsmetode ble gjort på bakgrunn av oppgavens problemstilling, som var å finne ut i hvor stor grad Dalux har påvirket kvalitetssikringsarbeidet i Veidekkes produksjon. Før innsamling av data begynte, valgte gruppen å gjennomføre litteratursøk etter relevant teori om temaet.

Etter litteratursøket ble det benyttet en kombinasjon av kvantitativ og kvalitativ metode for å best belyse problemstillingen. Det ble i første omgang gjennomført en kvantitativ spørreundersøkelse med forhåndsbestemte svaralternativer med mål om å få frem fellestrekk hos undersøkelsesobjektene, generelle erfaringer, meninger om verktøyet, og eventuelt forbedringspotensialet. Det ble antatt at informasjonen innhentet fra undersøkelsen ikke ville være tilstrekkelig for å besvare forskningsspørsmålene, og gruppen bestemte derfor å gjennomføre semistrukturerte intervjuer i etterkant.

Målet med disse kvalitative intervjuene var å belyse resultatene fra undersøkelsen, gi utfyllende informasjon der det var behov, samt styrke resultatenes validitet. Det var viktig for gruppen å få frem informasjon som ikke kom frem fra resultatene fra spørreundersøkelsen, så spørsmålene i intervjuguiden ble basert på nettopp dette. I tillegg ble det lagt opp til at intervjuobjektene skulle utdype rundt problemstillinger ved dagens KS-system, dette for å gi bedre grunnlag til å undersøke ytterligere forbedringer.

3.2.1 Litteratursøk

For å undersøke tidligere arbeid rundt temaet kvalitetssikring, samt for å øke kunnskapen innad i gruppen, ble det foretatt litteratursøk etter relevante bøker, artikler, tidsskrifter og annen litteratur. I hovedsak er dette gjort med søkemotorer som Google og databaser som Oria, som gir tilgang til litteratur fra norske fagbibliotek og forskning, samt Google Scholar som søker gjennom akademisk litteratur globalt. Tabell 3 viser at antall treff varierte veldig med språk og søkeord, og at det ble i hovedsak brukt åpne søkeord.

Tabell 3: Resultater fra litteratursøk

Søkeord	Antall treff		
	Oria	Google	Google Scholar
Kvalitetssikring	3 952	2 460 000	18 100
Kvalitetssikring bygg	106	633 000	13 000
Kvalitet bygg	504	11 900 000	32 700
Kvalitetsstyring	646	241 000	1 560
Quality Assurance	1 264 944	513 000 000	1 780 000
Quality Management	6 576 107	4 190 000 000	5 570 000
Quality Assurance Construction	261 024	132 000	1 330 000

Litteraturen funnet i litteratursøket var av varierende kvalitet, og det ble ikke funnet noe litteratur eller forskningsoppgaver som omhandlet lignende problemstillinger som i denne oppgaven. På bakgrunn av dette har oppgaven tatt utgangspunkt i annen relevant litteratur, men utforsker et nytt tema som tilsynelatende ikke er undersøkt tidligere.

Etter råd fra intern veileder brukte gruppen en stund på å lese seg opp på temaet før det ble utformet endelig spørreundersøkelse og intervjuguide.

3.2.2 Spørreundersøkelse

En spørreundersøkelse benyttes for å stille fastsatte spørsmål til en større mengde deltakere, og har som formål å definere fellestrekk og likheter. Gruppen ønsket å kartlegge holdninger og erfaringer de ansatte hadde med Dalux som kvalitetssikringsverktøy, sammenlignet med kvalitetssikring på papir. Det ble tatt utgangspunkt i problemstillingen, og herunder spesifikt forskningsspørsmålene, for å utforme en undersøkelse som besvarer disse best mulig. Det ble valgt å skille mellom innledende spørsmål (stilling, erfaring osv.), spørsmål om ressursbruk (herunder tid og effektivitet), spørsmål om kvalitet (dokumentasjon, kommunikasjon osv.) og spørsmål om eventuelle forbedringer til kvalitetssikringssystemet og Dalux.

Før utvalg av respondenter diskuterte gruppen med ekstern veileder og andre fagkontakter i Veidekke hvilke kvalifikasjoner det var ønskelige at respondentene skulle inneha, og det ble konkludert med at ønsket var å nå ut til «den gjennomsnittlige ansatte». Respondenter ble derfor valgt ved tilfeldig utvalg, og med målsetning om et høyt antall besvarelser for bedre

muligheter for generalisering av resultatene. Det tilfeldige utvalget ble foretatt ved at alle Veidekkes ansatte i gitte prosjekter fikk mulighet til å besvare undersøkelsen, samt muligheten til å levere blank eller ufullstendig besvart undersøkelse.

Spørreundersøkelsen kjennetegnes av lukkede spørsmål med faste svaralternativer, herunder en større andel graderings spørsmål med varierende skala. I tillegg inneholder undersøkelsen to åpne spørsmål, samt ett oppfølgings spørsmål, med tekstsvar. Gruppen forventet ikke like stor svarprosent på de åpne spørsmålene som på flervalgsspørsmål, men inkluderte de likevel for å ha et bedre grunnlag til å belyse forskningsspørsmål angående ytterligere forbedringer. Som forside til undersøkelsen ble det lagt ved et informasjonsskriv som opplyste om formål, anonymitet, antall spørsmål og lignende. Undersøkelsen med informasjonsskriv er vedlagt i sin helhet (vedlegg 4).

Under utforming av undersøkelsen måtte gruppen avgjøre om undersøkelsen skulle besvares på papir eller elektronisk, og i tilfelle elektronisk, hvilken plattform som skulle benyttes. Det var enighet rundt at det mest gunstige med hensyn til arbeidsmengde ville vært elektronisk besvarelse. Likevel anså gruppen det, etter nøye vurdering og diskusjon med ekstern veileder, som mer sannsynlig å få en høyere svarprosent ved bruk av papirformat som besvares av de ansatte i arbeidstiden.

Den praktiske gjennomføringen innebar forhåndsmelding til 6 aktuelle prosjekter i Trondheim om utlevering av spørreundersøkelse, for så å møte opp med papirene. Informasjonsskriv ble sendt med forhåndsmelding (vedlegg 3) til HMS-ledere ved prosjektene. Gruppen fikk tildelt en kontaktperson i distrikt Trondheim som bistod med praktisk tilrettelegging og koordinasjon med prosjektene. Forhåndsmelding og utlevering av undersøkelser i Bergen ble gjort av ekstern fagkontakt i Veidekke, Alf Erstad, som også innhentet besvarelsene og sendte disse pr e-post til gruppen. Hvert enkelt prosjekt avgjorde om de selv ville skrive ut undersøkelsene, eller om gruppen skulle levere disse. Alle besvarelsene var innhentet og loggført i Excel 9 dager etter forhåndsmelding.

3.2.3 Intervju

«Intervjuet har som formål å tolke meningen med sentrale temaer i intervjupersonens livsverden. Intervjueren registrerer og tolker meningen med det som blir sagt, og måten det blir sagt på.» (53). Intervjuene i dette prosjektet var basert på en forhåndsutformet intervjuguide på grunnlag av besvarelser fra spørreundersøkelsen, og ble utformet for å nansere resultatene,

samt gi utdypende informasjon. Intervjuguiden ble kun brukt som et veiledende dokument for å holde en sammenhengende kontekst gjennom intervjuet, og var åpen for oppfølgingsspørsmål der dette var passende, se vedlegg 7 for fullstendig intervjuguide. Denne typen intervjugjennomføring klassifiseres som *semistrukturert intervju*.

Et intervju har som mål å gå i dybden rundt et tema, og det var dermed ikke nødvendig med en stor mengde intervjupersoner. Det ble, i samarbeid med ekstern veileder, planlagt å begynne med tre intervjupersoner fra hvert distrikt. For å sikre at alle synspunkter ble inkludert, valgte gruppen å intervju en funksjonær, en betong-håndverker og en tømmer-håndverker fra hvert distrikt. Ekstern veileder og tilretteleggingskontakt i Trondheim kom med forslag til personer som kunne være aktuelle, og gruppen vurderte disse personene til å være velegnede kandidater på bakgrunn av tilstrekkelig erfaring.

Etter endt intervju ble det produsert skriftlige intervjureferater på grunnlag av lydopptak. Intervjureferat ble sendt via e-post til alle intervjuobjekter for godkjenning, dette for å unngå eventuelle feilgjengivelser og konflikter. Gruppen mottok ingen anmodninger om endring i intervjureferat.

Målet med intervjureferatene og de samlede resultatene fra undersøkelsen var å besvare forskningsspørsmålene, og dermed problemstillingen, med tilfredsstillende grad av sikkerhet. For å sammenstille rådataene, finne mulige besvarelser til forskningsspørsmålene og avdekke sammenhenger måtte dataene analyseres.

3.3 Analyse av data

«Å analysere betyr at en går gjennom den innsamlede informasjonen og diskuterer hvilke svar på problemstillingen datamaterialet kan gi. Dette er et tolkningsarbeid der forskeren forsøker å forstå hva empirien betyr for de spørsmålene som hun har stilt.» (56). I denne prosessen ble det prioritert å være selvkritisk til egen analyse, utforske alle muligheter, samt å finne mulige svar på forskningsspørsmål og problemstilling.

3.3.1 Kvantitativ analyse

Spørreundersøkelsen ble foretatt i papirform, noe som medførte at resultatene måtte digitaliseres i etterkant for bearbeiding. Dette ble gjort i et forhåndsutarbeidet Excel-skjema der de ulike svaralternativene ble kodet om til tall fra 1 til 5, eksempelvis «ja» = 1, «nei» = 2 og «vet ikke» = 3, og tekstbesvarelser ble loggført som fulltekst før de ble delt inn i ulike kategorier. Denne metoden resulterte i en frekvenstabell som la grunnlag for videre statistisk bearbeiding. Under innføring av resultatene hadde en av gruppemedlemmene ansvar for å lese opp besvarelsene, mens en annen loggførte dette i Excel og den tredje personen kvalitetssikret prosessen. Dette ble oppfattet som uproblematisk til tross for at ingen av gruppemedlemmene hadde erfaring med dette fra tidligere.

Etter innføring av resultater i Excel var unnagjort, ble først totale besvarelser for hvert spørsmål illustrert i stolpediagram slik at gruppen fikk dannet et helhetsbilde av situasjonen. Det ble valgt å utelukke noen besvarelser basert på deres svar om tidligere erfaring, da gruppen konkluderte med at disse respondentene ikke hadde tilstrekkelig grunnlag til å besvare spørsmålene med en tilfredsstillende grad av reliabilitet. Eksempelvis er besvarelser fra respondenter som ikke har brukt Dalux, ikke tatt med i videre analyse av resultatene. Der det ble spurt om forskjeller med Dalux kontra KS på papir, inkluderte gruppen kun besvarelser fra respondenter som hadde erfaring med *både* KS på papir og Dalux.

Valgene gruppen tok under analysen av data medførte at antall *aktuelle* besvarelser ble noe lavere, men samtidig medførte det økt grad av reliabilitet i besvarelsene som faktisk ble benyttet. Etter denne filtreringen begynte gruppen å se etter trender, forskjeller og sammenhenger i besvarelsene. Dette ble gjort ved å sammenligne resultater fra ulike respondentgrupper ved bruk av grafiske krysstabuleringer.

Ved analyse av resultatene er det etterstrebet å skape et klart skille mellom hva som er gruppens tolkninger av dataene, og hva rådatamaterialet viser. I den kvantitative analysen er

dette nokså uproblematisk da besvarelsene i stor grad er tallbasert og presentert som statistiske diagrammer, med gruppens tolkninger som tekst.

3.3.2 Kvalitativ analyse

«Kvalitativ analyse innebærer som regel at forskeren fortolker empirien, enten det nå er hva intervjupersoner sier, hva som står i dokumentene eller hva vi har observert.» (57).

Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag (NEM) skriver at «innen kvalitativ forskning studeres menneskelig handling og språklige ytringer, og en kvalitativ studie gir derfor muligheter for flere gyldige alternative tolkninger samtidig.» (58). Dette vil si at tolkningen eller analysen av de kvalitative funnene vil ha innvirkning på resultatene, så i denne oppgaven etterstrebes det en så objektiv og nøytral tolkning som mulig.

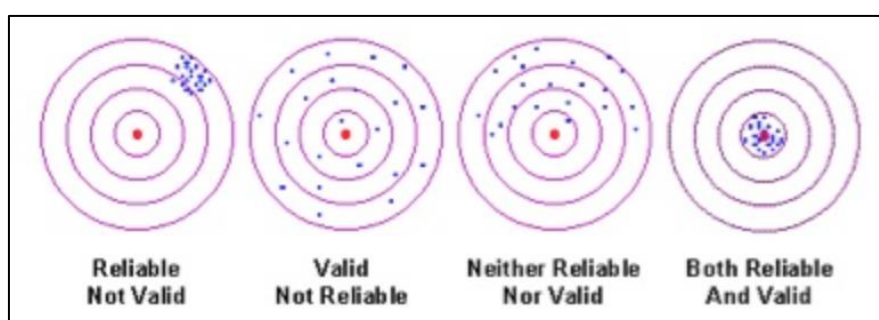
I tillegg er det lagt fokus på å skille mellom hva som er forskerens tolkninger og hva som er deltakernes tolkninger. Dette er gjort ved at direkte utsagn fra intervju er fremlagt som sitat, fulgt av gruppens fortolkninger av utsagnet. Ved å presentere råmaterialet slik, er det enklere for leseren å skille mellom hva som er forskerens fortolkninger av det som blir sagt, og det som er sagt uten forskerens tolkninger (59). Intervjuobjektens formeninger er ellers fremlagt som sammendrag.

Analyse av kvalitative intervju foregikk både under intervjuene, i tillegg til vanlig analyse i etterkant. Grunnen til at det ble gjort fortløpende analyse underveis i intervjuene var for å sikre at alle relevante innspill intervjuobjektet nevnte, ble videre utdypet og diskutert; Dette gjorde det enklere å komme med gode oppfølgingsspørsmål for å sikre at intervjuobjektet ble forstått riktig.

Ved analyse av innhentet data er det mange faktorer som spiller inn på hvilken konklusjon forskningsarbeidet ender opp med. Et forbehold for at analysen kan gjennomføres på en god måte, og at konklusjonen er riktig, er at dataene som analyseres har god troverdighet, herunder høy grad av reliabilitet og validitet.

3.4 Troverdighet

Validitet og reliabilitet er to begreper som er viktige når det er snakk om oppgavens troverdighet. Validitet forteller i hvilken grad man ut fra resultatene av en studie kan trekke gyldige konklusjoner om det man har satt seg som mål å undersøke (60). Grad av validitet er avhengig av hvor godt egnet det innsamlede datamaterialet er til å svare på det ønskede spørsmålet. For at validiteten skal være av høy og sikker kvalitet er det viktig at det stilles gode og relevante spørsmål og at de riktige områdene måles (61). Reliabilitet omtales som konsistens eller stabilitet i målinger, og i hvilken grad resultatene er etterprøvbare. Figur 12 illustrerer forskjellene mellom reliabilitet og validitet.



Figur 12: Reliabilitet og validitet (62).

3.4.1 Reliabilitet

Slik det ble skrevet er reliabilitet knyttet direkte til etterprøvbarehet. Det ble benyttet en kombinasjon av kvantitativ og kvalitativ metode i form av henholdsvis spørreundersøkelse og semistrukturert intervju. Når det gjelder reliabilitet er det den kvalitative metoden som blir den største utfordringen. Reliabiliteten baserer seg på stabilitet og konsistens i målinger, og siden det i et intervju vektlegges og tolkes ting på ulike måter, kan det skape variasjon i resultatene (55). Dette problemet kan reduseres ved å gjengi intervjuguide som vedlegg og ved at intervjuobjektene forblir anonyme slik at de ikke blir påvirket av konsekvensene deres utsagn kan få.

For å oppnå høy reliabilitet i den kvantitative metoden er det viktig å behandle det store datamaterialet på en nøyaktig og ryddig måte. I tillegg er det viktig at spørsmålene er utformet nøyaktig og med gode svaralternativer slik at de er etterprøvbare (55). Gruppen har valgt å løse dette ved å utforme spørsmålene i spørreundersøkelsen som flervalgsspørsmål med gradering.

3.4.2 Validitet

For å oppnå høy grad av validitet var det den kvantitative metoden som ble den største utfordringen. Spørreundersøkelsen ble utformet slik at spørsmålene baserte seg på forskningsspørsmålene og hadde flervalgsspørsmål med gradering. Undersøkelsen ble besvart av 162 ansatte i Veidekke og den store datamengden bidro til høyere validitet.

Semistrukturert intervju er mer fleksibelt og gir mulighet for mer utfyllende svar slik at man får mer dybde i etterspurt informasjon, og dermed høyere validitet. Intervjuspørsmålene ble utformet med åpne spørsmål slik at intervjuobjektene kunne svare mer utdypende, hvilket økte graden av validitet.

Ved forskningsarbeid er det stort fokus rundt å presentere data og resultater med høy grad av reliabilitet og validitet, samt å formidle denne forskningen på en tilfredsstillende måte. Selve forskningsarbeidet i seg selv vil avgjøre om forskningen som utføres er av riktig kvalitet, og sannsynligheten for å oppnå dette øker ved at forskere utøver god forskningspraksis, og tar etiske hensyn.

3.5 Forskningspraksis og etikk

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har gruppen fulgt forskningsetiske retningslinjer for naturvitenskap og teknologi etter beste evne. Dette er et sett retningslinjer utarbeidet av *Den nasjonale forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi (NENT)* i 2007, og omhandler all forskningspraksis i Norge, inkludert studentarbeider (63). Spesielt aktuelle temaer for denne oppgaven var som følger: *Redelighet, sannferdighet og etterrettelighet; Beskyttelse av forskningsdeltakere; Usikkerhet, risiko og føre var-prinsippet.*

3.5.1 Redelighet, sannferdighet og etterrettelighet

Å utøve redelig, sannferdig og etterrettelig forskning av god kvalitet innebærer å ikke skjule, fordreie eller forfalske noe, gjøre rede for andres ideer og forskning på en presis måte, samt å gjøre data tilgjengelig for etterprøving (63).

Gruppen har utøvd god forskningspraksis i form av å presentere fullstendige resultater fra forskningen, samt ved å skape et klart skille mellom hva som er gruppens tolkninger og hva som er forskningsdeltakernes besvarelser. Alle kilder brukt til sammenligning og teori i oppgaven siteres og henvises til som god forskningsskikk, og oppgavens gradering er åpen for å sikre tilgjengelighet for etterprøving. Dataene er gjort etterprøvbare ved at fullstendig spørreundersøkelse og intervjuguide er vedlagt oppgaven, og ved at arbeidsprosesser og gjennomføringsmetoder er forsøkt detaljert beskrevet.

3.5.2 Beskyttelse av forskningsdeltakere

For å oppfylle alminnelige krav om fritt og informert samtykke har gruppen forsikret seg om at alle forskningsdeltakerne:

- a) forstår hensikten med prosjektet og det som angår deres egen deltakelse i prosjektet*
- b) kan vurdere sin egen situasjon*
- c) kan foreta en selvstendig avgjørelse om man vil delta uten ytre press på grunnlag av informasjon og egne preferanser og verdier*
- d) fritt kan kommunisere sin avgjørelse*

(63)

Dette er tatt hensyn til ved at alle deltakerne ble informert om hvordan deres bidrag skulle brukes i oppgaven, og at alle besvarelser og kommentarer ble holdt anonyme. I undersøkelsen ble dette gjort via et informasjonsskriv som forside før selve spørsmålene begynte (vedlegg 4). For å sikre at alle potensielle deltakere foretok en selvstendig avgjørelse om de ønsket å besvare

spørreundersøkelsen, ble det også nevnt i informasjonsskrivet at det var en mulighet å la spørsmål stå ubesvart. Ved intervju ble dette gjort ved korrespondanse før intervjudato, samt før intervjustart, se informasjonsskriv (vedlegg 6).

For å sikre respondentenes anonymitet og personvern i undersøkelsen, valgte gruppen å kun presentere resultater som tabeller, diagrammer og andre statistiske mål, dette for å hindre at enkeltbesvarelser kunne gjenkjennes. I intervju ble deltakerne informert om at den eneste informasjonen om dem som publiseres er hvilken rolle de har i et byggprosjekt, deres stillingstype, samt deres distriktstilhørighet. Grunnet det lave antall intervjuobjekter valgte gruppen å utelate alle personlige opplysninger om deltakerne.

Det ble gjort lydopptak av intervjuene i sin helhet, dette for å garantere korrekt gjengivelse i etterkant. Alle intervjuobjektene ble opplyst om lydopptak på forhånd, og hadde mulighet til å trekke seg om dette ikke var ønskelig. Det ble opplyst om hvor lenge lydopptakene kunne oppbevares før sletting, og intervjureferat ble sendt tilbake til intervjuobjektene for godkjenning før publisering. Dette ga intervjuobjektene muligheten til å trekke tilbake utsagn, endre ordlyden eller be om andre justeringer.

3.5.3 Usikkerhet

Svært få spørsmål i forskning kan besvares med total sikkerhet, og det vil nesten alltid foreligge en grad av usikkerhet i resultatene. Gruppen har, til tross for manglende erfaring med forskningsarbeid, forsøkt å formidle graden av sikkerhet i resultatene. Sekretariatsleder for Den nasjonale forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi, Helene Ingierd, skrev i 2015 at «god formidling krever mer enn regelføring; det kreves også gode skjønnsmessige vurderinger som ikke alltid kan nedfelles i regler.» (64). Grunnet gruppens manglende erfaring med forskningsarbeid er det, på bakgrunn av Ingierds påstand, i hovedsak benyttet skjønnsmessige vurderinger for å formidle usikkerheten.

Forskningsdeltakere til spørreundersøkelse og intervju ble utvalgt på bakgrunn av deres kvalifikasjoner og erfaringer, og deres egnethet til å belyse problemstillingen. Valg av deltakere ble gjort i samarbeid med ekstern veileder, og på bakgrunn av vurderinger gjort innad i gruppen. For å oppnå tilfredsstillende validitet var det viktig at deltakerne hadde god kunnskap og forståelse om temaet, og det ble derfor valgt ut intervjuobjekter med lang erfaring i bransjen.

Et større usikkerhetsmoment i arbeidet med oppgaven var en skjevfordeling i antall besvarelser fra hvert distrikt. 131 besvarelser fra distrikt Trondheim sammenlignet med 31 besvarelser fra

distrikt Bergen gjorde det vanskeligere å sammenligne distriktene med en tilfredsstillende grad av sikkerhet.

Gruppen valgte også å undersøke forskjeller i besvarelsene avhengig av respondentenes stillingstype og distriktstilhørighet. Slike krysstabuleringer medførte at resultatene for noen tilfeller kun baserte seg på et fåtall besvarelser. Eksempelvis ble det gjort en sammenligning mellom hva respondenter fra Trondheim og Bergen mente om påstanden «Dalux er tidsbesparende»; etter filtrering lå det 92 besvarelser til grunn i Trondheim og 16 i Bergen. Ved slike sammenligninger er det derfor presisert antall besvarelser fra hver gruppe som ligger til grunn, slik at resultatenes relevans og sikkerhet er åpen for tolkning.

4. Resultater og observasjoner

I dette kapitlet vil det redegjøres for resultater og observasjoner innhentet gjennom spørreundersøkelse og intervjuer. Alle resultater er innhentet fra prosjekter der Veidekke er entreprenør. Resultatene fra spørreundersøkelsen presenteres ved bruk av tabeller, grafer og gruppens kommentarer, mens intervjuene blir presentert med tre sammendrag, ett per stillingstype.

4.1 Spørreundersøkelse

Etter innhenting og innføring av besvarte spørreundersøkelser i Excel, ble det sammenlagt 162 besvarelser fra distriktene Trondheim og Bergen. Tabell 4 viser hvilke prosjekter fra hvert distrikt som deltok i spørreundersøkelsen. For å sikre anonymitet og respondentenes personvern ble det valgt å ikke filtrere besvarelser på grunnlag av prosjekttilhørighet. I tillegg antas det at en større andel respondenter baserer sine besvarelser på samlet erfaring fra ulike prosjekter, slik at prosjekttilhørighet ikke er av relevans.

Tabell 4: Prosjekter som besvarte undersøkelsen

Trondheim	Bergen
Nye Nidarøhallen	KCA Deutag
Nærbyen	MO-senter
Lysgården	BBP Expo
Holtermannsvei 1	D07 Fløen
Tempeveien 22	Tveit Skole
Lilleby	

Som forventet var ikke alle spørsmålene i hver besvarelse besvart. Gruppen valgte for eksempel å eliminere besvarelser der respondenten svarte at de ikke hadde brukt Dalux i det hele tatt. Tabell 5 viser antall besvarelser per spørsmål i undersøkelsen.

Tabell 5: Besvarelser per spørsmål i spørreundersøkelse

Spørsmål #	Antall besvart	Spørsmål #	Antall besvart
1	160	12	151
2	160	13	149
3	160	14	151
4	160	15	154
5	161	15b	16
6	153	16	147
7	146	17	151
8	144	18	149
9	136	19	145
10	140	20	30
11	151	21	33

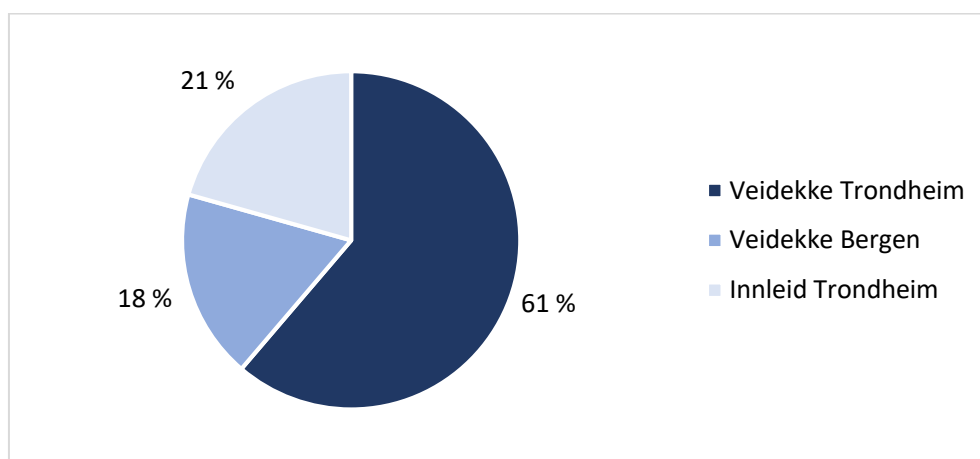
Spørsmål nr. 15b, 20 og 21 er spørsmål med tekstsvar, noe som kan forklare lavere antall svar. Tabell 6 viser en oversikt over besvarelser på noen av spørsmålene i undersøkelsen. Tabellen inneholder ikke innledende spørsmål som distriktstilhørighet, stillingstype og lignende da dette blir presentert grafisk videre i kapitlet. Spørsmål om forskjeller mellom KS på papir og KS med Dalux (f.eks. tidsbruk pr. avviksmelding før/med Dalux) er heller ikke inkludert i tabellen, men presentert grafisk. Resultatene ligger vedlagt i sin helhet som vedlegg 5.

Tabell 6: Resultater fra spørreundersøkelse

Tema	Under 1 år	1-2 år	3-5 år	6-8 år	Over 9 år
Ansiennitet i stillingen	13 %	11 %	21 %	16 %	39 %
Påstand	Helt uenig	Delvis uenig	Nøytral	Delvis enig	Helt enig
Dalux er tidsbesparende	3 %	6 %	13 %	38 %	40 %
Dalux medfører at du rapporterer flere avvik	3 %	10 %	31 %	37 %	19 %
Dalux bidrar til å øke kvaliteten på arbeid som utføres	3 %	9 %	31 %	42 %	16 %
Dalux har økt ditt bidrag til KS	0 %	5 %	39 %	47 %	17 %
Dalux gjør at du kan utføre ditt arbeid mer effektivt	3 %	3 %	26 %	49 %	18 %
Dalux gjør det enklere å koordinere arbeid med andre kollegaer og UE	0 %	7 %	38 %	37 %	18 %
Tema	Svært vanskelig	Vanskelig	Nøytral	Enkelt	Svært enkelt
Levere god dokumentasjon på utført arbeid med Dalux	1 %	2 %	27 %	55 %	15 %
Bruke Dalux Field-appen	0 %	4 %	25 %	48 %	13 %
Påstand	Flere ganger daglig	Noen ganger i uken	En gang i uken	Sjeldnere	Aldri
Dalux Field-appens tilgjengelighet er en fordel	32 %	50 %	10 %	7 %	1 %

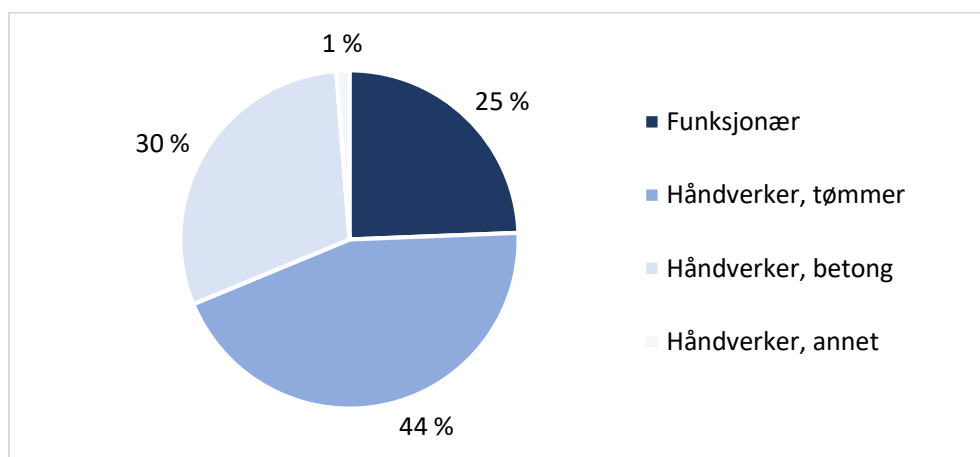
4.1.1 Innledende spørsmål

Besvarelser fra innledende spørsmål ga i hovedsak overordnede opplysninger om respondentene, herunder andel håndverkere kontra funksjonærer, antall år i stillingen samt hvilket distrikt respondentene tilhørte. Resultatene viste en noe ujevn fordeling mellom distriktene, der de fleste besvarelsene var fra distrikt Trondheim. For ordens skyld nevnes det at 21 % av besvarelsene var fra innleid personell i Trondheim, altså ikke fast ansatte i Veidekke, dette grunnet stor arbeidsmengde i tiden undersøkelsen ble gjennomført. Figur 13 viser fullstendig oversikt over respondentenes tilhørighet.

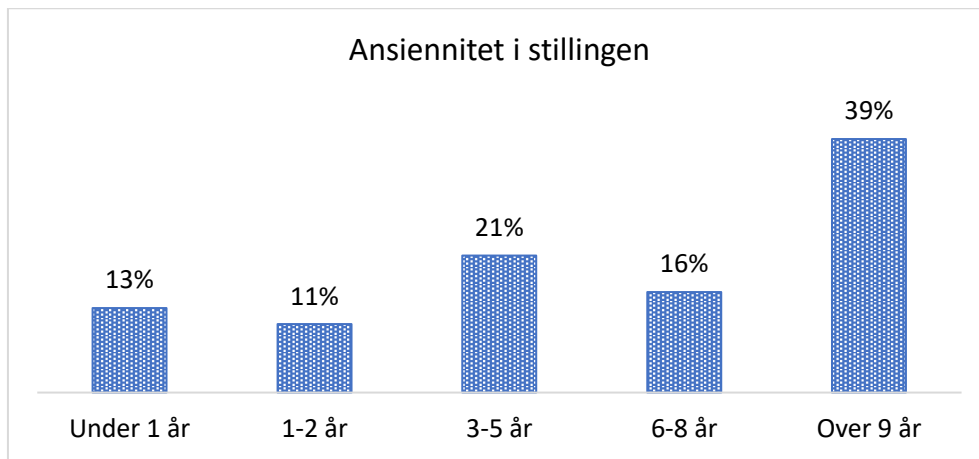


Figur 13: Andel besvarelser per distrikt

Videre viste resultatene at 75 % av besvarelsene var fra ansatte i håndverkerstillinger og de resterende var fra funksjonærer. Figur 14 viser fordelingen mellom håndverkere og funksjonærer, samt deres arbeidsområde. 55 % har vært ansatt i over 6 år, sammenlignet med 45 % med kortere tid i stillingen. Figur 15 viser ansiennitet respondentene hadde i stillingen sin.



Figur 14: Andel besvarelser per stillingstype



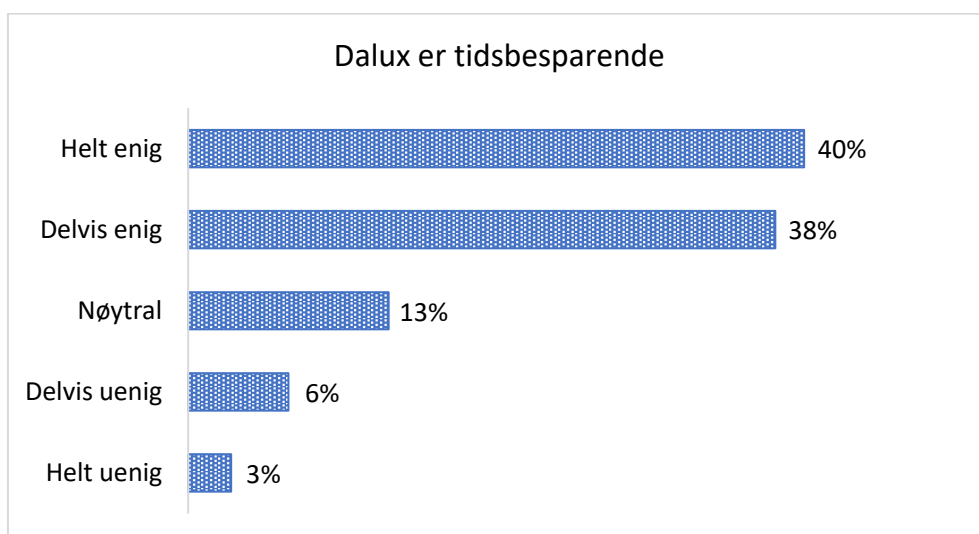
Figur 15: Respondentenes ansiennitet i stillingen

I videre kapitler vil det i hovedsak fokuseres på de respondentene som har erfaring med kvalitetssikring både på papir og med Dalux, da det er disse ansatte som har tilstrekkelig grunnlag til å besvare spørsmålene. Unntak fra dette er underkapitlene som omhandler produksjonseffektivitet og ytterligere forbedring, da spørsmålene om disse temaene var mer generelle for KS med Dalux.

4.1.2 Ressursbruk

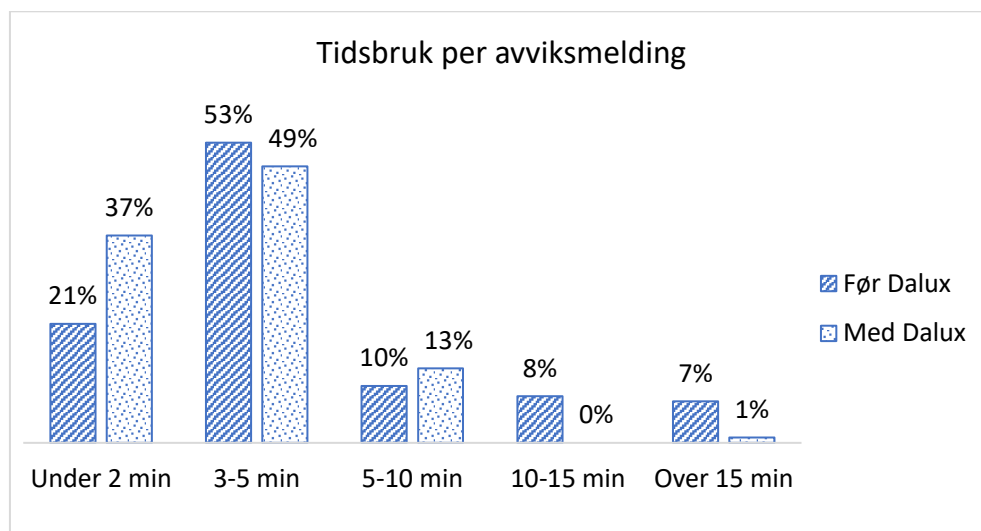
Ressursbruken på KS omfatter i stor grad tidsbruk og tidsbesparelse, spesielt besparelser ved unngåelse av papirarbeid. Da innledende spørsmål viste at ca. 31 % av respondentene ikke hadde erfaring med *både* Dalux og KS i papirform, ble disse besvarelsene sett bort fra ved gjennomgang av spørsmål om ressursbruk. Grunnet bestod dermed av 111 besvarelser.

Figur 16 illustrerer hvor enig eller uenig respondentene var i påstand om at Dalux er tidsbesparende.



Figur 16: Besvarelser, "Dalux er tidsbesparende"

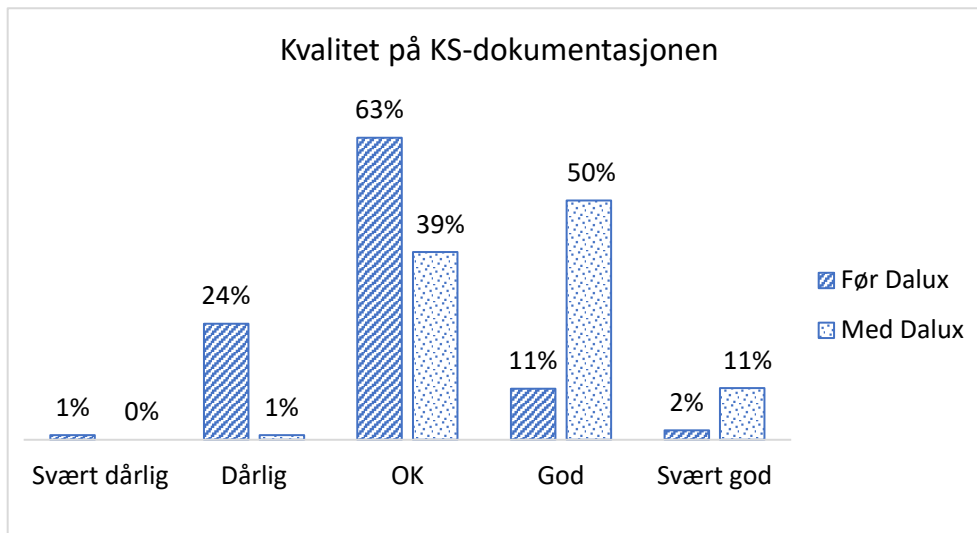
Figur 17 illustrerer hvor lang tid respondentene brukte på å føre ett avvik med KS på papir, sammenlignet med i Dalux. Resultatene viser at *svært* få bruker over 10 minutter per avviksmelding i Dalux, sammenlignet med 15 % med KS på papir. I tillegg er det nesten en dobling i andelen respondenter som bruker under 2 minutter med Dalux.



Figur 17: Besvarelser, tidsbruk per avviksmelding

4.1.3 Dokumentasjonskvalitet

Dokumentasjon av riktig kvalitet skal være lett tilgjengelig, sporbar, fullstendig og forståelig for å oppfylle krav i SAK. Dalux har som mål å oppfylle alle disse kravene ved å ha dokumentasjonen tilgjengelig i søkbare sky-systemer og en oversiktlig app som gjør det enkelt å rapportere avvik. Figur 18 viser hva respondentene mener om KS-dokumentasjonens kvalitet *med* Dalux og *før* Dalux ble innført. Som figuren viser svarte de fleste respondentene at KS-dokumentasjonen var av akseptabel kvalitet *før* innføring av Dalux, men det var *svært* få som mente dokumentasjonen var god eller *svært* god. 13 % av respondentene svarte at dokumentasjonen var god eller *svært* god *før* Dalux, sammenlignet med 61 % som svarte det samme om dokumentasjonen *med* Dalux.



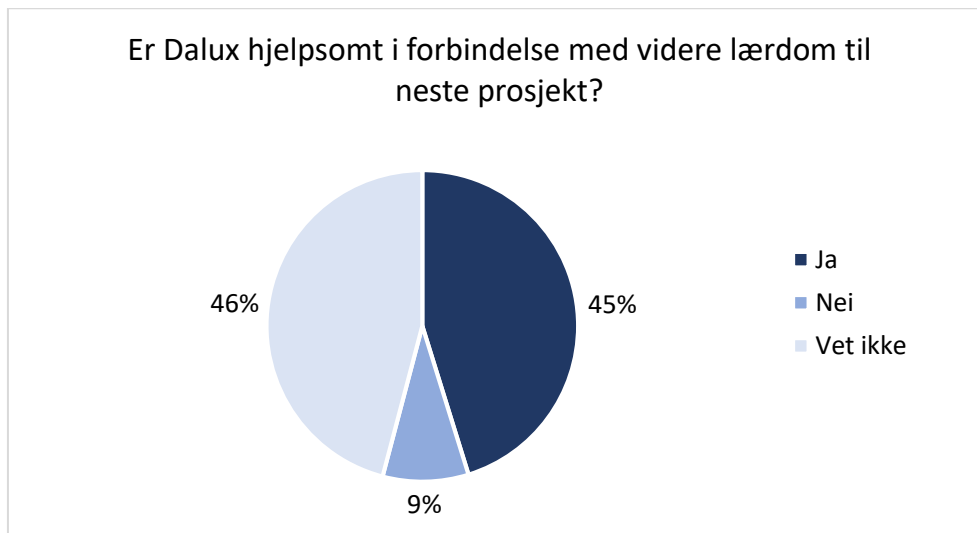
Figur 18: Besvarelser, kvalitet på KS-dokumentasjon

Kvaliteten på dokumentasjonen vil også avhenge av andelen avvik som faktisk meldes, da lavere andel avviksmelding medfører ufullstendig dokumentasjon. På spørsmål om Dalux hadde medført at de rapporterte flere avvik svarte 52 % av respondentene at de var delvis eller helt enige.

4.1.4 Produksjonseffektivitet

Videre er alle besvarelser der respondentene svarte at de har brukt Dalux tatt med, uavhengig av om de hadde erfaring med KS i papirform også. Dette grunnet at de videre spørsmålene er mer generelle om KS med Dalux, og mindre sammenligning med KS i papirform. Totalt er det her lagt 147 besvarelser til grunn.

Ved spørsmål om Dalux var en fordel i forbindelse med videre lærdom til neste prosjekt, var det bare 9 % som svarte «nei». Figur 19 viser at det ellers var en veldig jevn fordeling mellom «ja» og «vet ikke». Dersom man svarte «ja» var det lagt opp til at man skulle forklare hvordan i neste spørsmål, og dette kan være grunnen til at 46 % valgte å svare «vet ikke» på dette spørsmålet.



Figur 19: Besvarelser, "Videre lærdom til neste prosjekt"

Det var en mer positiv svarprosent på fordelene med appens tilgjengelighet og de fleste var positive til appens brukervennlighet. Tabell 6 viser at 67 % sa seg delvis eller helt enig i at Dalux gjør at man kan utføre arbeidet sitt mer effektivt og 55 % var positive til at koordineringen med andre arbeidere har blitt enklere med Dalux.

4.1.5 Ytterligere forbedring

Da undersøkelsesspørsmål om ytterligere forbedring av kvalitetssikringssystemet og Dalux ble besvart med tekst, kan ikke disse besvarelsene fremstilles grafisk eller numerisk. Gruppen valgte derfor å samle alle tekstbesvarelsene for så å analysere disse. Noen hyppig nevnte punkter var ønske om:

- Bedre armeringstegninger i Dalux (spesielt 3D)
- PC-versjonen av Dalux i appen (mulighet for ansvarstildeling i app)
- Et nettbrett til hver fagarbeider
- Bedre og mer stabil internettilkobling på byggeplass
- Bedre brukervennlighet i appen (layout, navigasjon, organisering, tilpasning)

Grunnet lav svarprosent på spørsmål om forbedring av KS-systemet og Dalux (Tabell 5, spm. 20-21), vurderte gruppen at besvarelsene fra undersøkelsen ikke ga godt nok grunnlag til å svare på forskningsspørsmål om forbedring. Dette ble tatt spesielt hensyn til ved videre bearbeiding av data, samt i utforming og planlegging av intervju.

4.2 Intervju

Intervjuet baserer seg på spørreundersøkelsen besvart fra 162 ansatte i Veidekke og skal avklare usikkerheter og gi informasjon som ikke kommer frem tydelig nok i spørreundersøkelsen. Den skal også gå i dybden på spørsmål fra undersøkelsen. Det ble laget en intervjuguide som besto av 24 spørsmål og ble utformet spesielt for å belyse det siste forskningsspørsmålet: «Hvordan kan kvalitetssikringsarbeidet forbedres?». Intervjuguiden er vedlagt i sin helhet (vedlegg 7).

Gruppen siktet på å gå i dybden av emnet, og det var dermed ikke nødvendig med stort antall intervjuobjekter. Intervjuene ble gjennomført ved en direkte samtale og bakgrunnen for valg av intervjuobjekter baserte seg på stillingstype, erfaring og tilgjengelighet. Koordineringskontakt i Trondheim, Hanne Linge, samt HMS-ledere ved ulike prosjekter, hjalp til med koordinering av intervjuene i Trondheim, mens Alf Erstad bisto med tilrettelegging i Bergen. Gruppen gjennomførte 6 intervjuer, henholdsvis 3 i Trondheim og 3 i Bergen. Tabell 7 viser oversikt over intervjuobjektene.

Tabell 7: Oversikt over intervjuobjekter

Intervjuobjekt	Stillingstype	Rolle	Distrikt
Intervjuobjekt 1	Håndverker betong	Bas	Trondheim
Intervjuobjekt 2	Funksjonær	HMS/KS-leder	Trondheim
Intervjuobjekt 3	Håndverker, tømmer	Instruktør/tømrer	Trondheim
Intervjuobjekt 4	Håndverker, betong	Bas	Bergen
Intervjuobjekt 5	Håndverker, tømmer	Tømrer (tidl. bas)	Bergen
Intervjuobjekt 6	Funksjonær	Formann	Bergen

4.2.1 Sammendrag, betong

Betonghåndverkerne (intervjuobjekt 1 og 4) hadde 12 og 30 års erfaring i byggebransjen, og hadde brukt Dalux på henholdsvis 1 og 4 prosjekter ved intervjudato. Begge håndverkerne ytret at Dalux var svært tidsbesparende for deres arbeidsoppgaver, og at hovedgrunnen til dette er at de har alle tegninger og skjemaer tilgjengelig på nettbrettet, noe som sørger for at alt er mer tilgjengelig sammenlignet med tidligere da slikt måtte hentes ut fra papirarkiver og permer. Mulighet for felles sjekklister for flere arbeidere ble også nevnt som en stor fordel. Ved

diskusjon rundt hva som kunne være grunnen til at noen mener Dalux ikke er tidsbesparende ble det nevnt manglende digital kompetanse, samt vanskeligheter med å lære seg programvaren som mulige forklaringer.

Begge håndverkerne ytret at den største fordelen i forhold til dokumentasjonen er enklere systematisering digitalt, samt at sjekklister fylles ut med en gang arbeidet er utført. Dette ble oppfattet som en stor forbedring fra tidligere da sjekklister for flere arbeidsoppgaver gjerne ble utført flere timer i etterkant. Håndverkerne anså det som en fordel at dokumentasjonen fra alle prosjektene lagres digitalt. De nevnte at det sjeldent settes av nok tid til analyse etter endt prosjekt, samt at de må bli flinkere til å planlegge sjekklister og kontrollpunkter i forkant av prosjekter.

Intervjuobjekt 4 hadde en mistanke om at, til tross for økning i antall avviksmeldinger, hadde andelen arbeidere som meldte avvik sunket etter innføring av Dalux. Det ble presisert at det ikke forelå grunnlag som støttet denne påstanden, men at dette var intervjuobjektets oppfatning. Det ble videre forklart at dette kan skyldes at de som er fortrolige med Dalux melder flere avvik som følge av bedre tilgjengelighet, men at de som ikke er sikre i bruken av programvaren unngår å melde avvik.

Av andre forbedringspunkter til Veidekkes KS-arbeid og Dalux ble det nevnt ønske om varsel ved endringer i arbeidstegninger, bedre planleggingsarbeid av KS-system i forkant av prosjektstart og mer opplæring i bruk av Dalux.

4.2.2 Sammendrag, tømmer

Begge tømmerne hadde forholdsvis lang erfaring i byggebransjen. Selv om tømmeren fra Trondheim (intervjuobjekt 3) hadde jobbet lengst, hadde tømmeren i Bergen (intervjuobjekt 5) lengst erfaring med Dalux, ettersom sistnevnte tok i bruk Dalux før det var innført for alle. Begge svarte at ressursbruken er relativ lik som før Dalux ble innført, men intervjuobjekt 5 var mest positiv til mulighetene for tidsbesparelse. Det ble i den forbindelse nevnt at de eldre har større problem med appen og ikke er interessert i å bruke den, samt at det kunne vært spart mer tid om det var en fast standard på skjemaene. Intervjuobjekt 3 ytret at man ikke alltid har tid til å se over i Dalux, og la til at det burde varsles når og hvor det er gjort endringer i arbeidstegninger.

Tømmeren i Bergen forklarte hvordan avvik enkelt og greit kan føres rett inn i systemet med mobilen, mens tømmeren i Trondheim kommenterte at man er nødt til å bruke privattelefonen til dette da det blir for tungvint å ta med seg nettbrettene ut på byggeplassen. Intervjuobjekt 3

var ganske likegyldig til hvordan Dalux har påvirket KS-dokumentasjonen, mens intervjuobjekt 5 var positiv til at alle nå kan føre inn i systemet. Begge nevnte hvor enkelt det er å ta et bilde og føre inn, og intervjuobjekt 5 tror antall avviksmeldinger har økt som følge av appens tilgjengelighet. De svarte også at KS-bidraget antagelig har økt både som følge av Dalux og økt fokus fra ledelse og arbeidere.

Når det gjaldt forbedringspunkter til Veidekkes KS-arbeid og KS-system sa intervjuobjekt 3 at alle må bli flinkere til å fylle ut skjemaene og at dette burde effektiviseres, ettersom mange ikke tar seg tid til å føre inn grunnet tidspress. En annen ting som ble nevnt var forbedringspotensial i holdningene til arbeiderne. Intervjuobjekt 5 poengterte at det ville vært en fordel å få tilbakemeldinger på avviksmeldingene, da dette ville økt nytteverdien av avviksføring. Det ble videre nevnt at kvaliteten på tegningene har forbedringspotensial da de blir nokså utydelige etter man har zoomet inn, samt at det kan være litt vanskelig å finne tegninger. Intervjuobjekt 3 avsluttet med forslaget om å ha en plantegning i papirform av hele bygget, for hver etasje, som man kan orientere seg etter.

4.2.3 Sammendrag, funksjonær

Funksjonæren i Bergen (intervjuobjekt 6) hadde veldig lang erfaring i byggebransjen og har jobbet i Veidekke siden 2007. Funksjonæren har benyttet Dalux til 3 prosjekter og bruker programmet hovedsakelig til oppretting av avvik og tegningsinformasjon. Funksjonæren i Trondheim (intervjuobjekt 2) jobber med HMS og KS, og har derfor mye erfaring knyttet direkte til Dalux, men har kun benyttet programmet til et prosjekt som har foregått i 1,5 år ved intervjudato.

Intervjuobjekt 6 mener at Dalux definitivt gir en besparelse i ressurser og tid da det gamle systemet var mer analogt og alt måtte legges inn manuelt. Funksjonæren mener at mesteparten av tidsbruken går til utarbeiding av sjekklister i Dalux som fagarbeidere må fylle ut og som funksjonærer må sjekke. Intervjuobjektet mener at Dalux er tidsbesparende grunnet digital registrering, enkel avviksplassering, samt at avvik er registrert med bilder. Funksjonæren mener også at kvalitet på KS-dokumentasjonen er på lik linje som ved det gamle systemet, men at det er mindre tidskrevende og mer oversiktlig ved bruk av Dalux.

Intervjuobjekt 2 derimot, mener at det har blitt brukt mer ressurser nå enn tidligere men at kvaliteten på dokumentasjonen er forbedret. Det ble nevnt at det brukes mindre tid knyttet til HMS, dette grunnet digital registrering slik at grønnlapper ikke behøves. Funksjonæren tror at

selve KS-kvaliteten har blitt bedre og at den kan forbedres ytterligere ved å samkjøre sjekklister på en bedre måte. Funksjonæren mener at å slippe papirarbeidet medfører stor tidsbesparelse, samt at digital lagring gir flere fordeler.

Ved diskusjon rundt hva som er årsaken til at det registreres flere avvik etter innføring av Dalux svarte intervjuobjekt 6 at det skyldes større fokus på bruk av Dalux i produksjonsfasen, og at det tidligere var en utfordring å samle inn avviksskjemaene fra fagarbeidere. Intervjuobjekt 2 begrunnet denne økningen med at verneprotokollen føres som avvik. Blant funksjonærene har registreringen blitt enklere, mens mange fagarbeidere ikke vil bruke Dalux på sin private telefon og benytter den gamle metoden med grønnblokken igjen.

Intervjuobjekt 6 forklarte det økte bidraget til KS med en kombinasjon av flere ting. Det ble nevnt at fagarbeidernes akkordtimer ikke godkjennes før sjekklistene for arbeidet foreligger i Dalux, noe som i praksis betyr at sjekklistene må utfylles før lønn kan utbetales. Intervjuobjekt 2 begrunnet derimot det økte bidraget med at Veidekke har fått en egen KS-leder, men nevnte også at selve programmet spiller en stor rolle i det økte bidraget.

Ved diskusjon rundt hva som er årsaken til at noen mener at Dalux ikke er tidsbesparende ble det nevnt av intervjuobjekt 6 at en del eldre medarbeidere ikke har klart å tilpasse seg til den teknologiske utviklingen. De er vant til å jobbe med plantegninger på papir, har lett for å miste orienteringsevnen ved zooming inn og ut på nettbrettet. Videre fortalte funksjonæren at dette ble løst ved å ha et veggkart i papirformat som fagarbeidere brukte ved siden av nettbrettene, hvilket medførte bedre oversikt. Det ble også nevnt at de yngre ansatte synes Dalux er veldig enkelt å bruke.

Funksjonærene har noen forbedringspunkter til KS-arbeid både når det gjelder Veidekke og Dalux. De nevnte at det burde vært lagt inn forskjellige toleransekrav og eventuelt andre krav i programmet. Ifølge intervjuobjekt 6 vil toleransekrav for avvik på høyder, retning, dør- og vindusmontering i Dalux være til stor hjelp. I tillegg ble det ytret ønske om forbedringer i navigeringssystemet, slik at man lettere finner fram til de forskjellige punktene. Et annet problem som ble nevnt var at oppdaterte tegninger plutselig kan dukke opp uten at man får varsel om det. Begge funksjonærene mente at et nettbrett per arbeider er realistisk og hadde skapt bedre resultater.

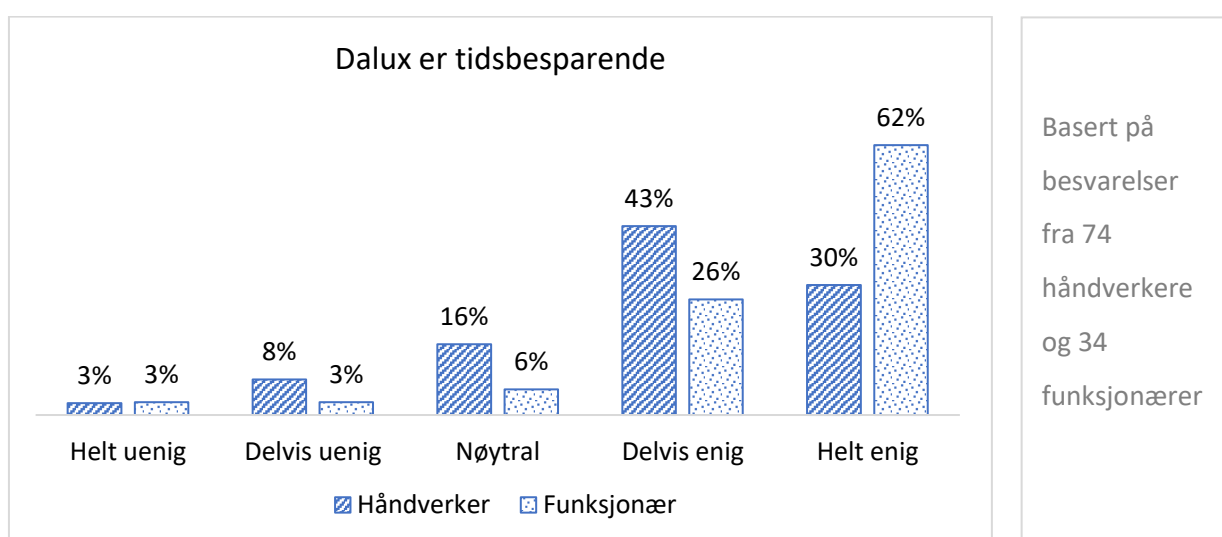
5. Analyse og drøfting

I dette kapitlet vil resultatene fra spørreundersøkelse og intervju analyseres og drøftes mot valgt teori. Resultatene fra undersøkelsen vil valideres med resultatene fra intervjuene, og det vil bli drøftet forskjeller, forklaringer og utdypninger.

5.1 Hvordan har innføringen av Dalux påvirket ressursbruken?

Ved diskusjon rundt ressursbruk i byggproduksjon vil det være naturlig å skille mellom håndverkere og funksjonærer da disse gruppene har forskjellige oppgaver, og dermed ulike tilnærminger til Dalux. Håndverkere vil bruke Dalux til å føre sjekklister for utført arbeid, melde eventuelle avvik og få tilgang til tegninger, mens funksjonærene vil kontrollere sjekklister, fordele ansvar for avvik, føre HMS-, og KS-avvik, føre verneprotokoll og så videre. For å oppnå mål om 50 % raskere prosjektgjennomføring i BNLs digitale veikart er det nødvendig å spare tid på slike prosesser, noe resultatene tyder på at Dalux gjør.

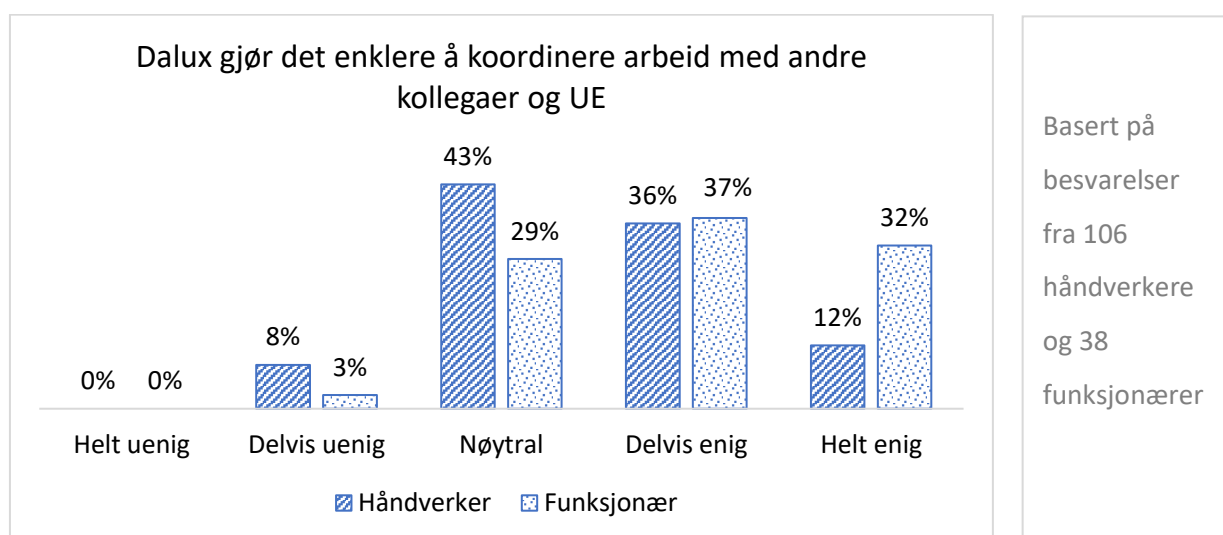
Majoriteten av de ansatte svarte at Dalux har hatt en positiv innvirkning på ressursbruken i form av at det er tidsbesparende. Spørreundersøkelsenes fokus på ressurser lå i hovedsak på tidsbruken og besvarelsene er meget positive. Et lite fåtall er uenig, noe som kan være en indikator på at ikke alle har tatt like stor del i implementeringen. En forklaring på det kan være at dette er arbeidere som har tilegnet seg en effektiv struktur de er komfortabel med. Når det da kommer helt nye verktøy som gjør at de må sette seg inn i noe helt nytt kan motivasjonen bli lav for enkelte. Dette kan sammenlignes med et av hovedproblemene når man skal innføre Lean-filosofi i en arbeidsgruppe, nemlig at det er lett å gå tilbake til gamle rutiner.



Figur 20: Besvarelser, "Dalux er tidsbesparende", håndverker/funksjonær

Figur 20 viser at funksjonærene som besvarte undersøkelsen er mer positive til at Dalux er tidsbesparende enn håndverkerne. En mulig forklaring til funksjonærenes positivitet er at deres stilling innebærer mye arbeid med digitale verktøy, og det kreves dermed at de er komfortable med bruken av disse. Funksjonæren i Trondheim begrunnet tidsbesparelsen med «at man slipper papirarbeidet, både det å hente lister og skrive ut, også hjelper det at det ligger forhåndsutfylte sjekklister. I forhold til avvik er det tidsbesparende at man kan sende det direkte til den UE det gjelder.», og funksjonær i Bergen begrunnet det med at «avvik blir så og si registrert automatisk, og man kan enkelt finne på plantegning hvor avviket er. [...] Før måtte man kopiere og skanne inn skjemaer.». Besvarelsene fra funksjonærene tyder på at Dalux har lettet arbeidsmengden med registrering og papirarbeid, samt at styring av UE er forenklet. Som nevnt i kapittel 2.2.2 stilles det krav til ansvarlige foretaks KS-rutiner for avvikshåndtering i SAK, og at anleggsledelsen oppfatter denne prosessen som forenklet vil kunne ha en svært positiv innvirkning.

Respondentenes positivitet blir tydeligere med besvarelsene fra undersøkelsen som viser at 55 % mener Dalux gjør det enklere å koordinere arbeid med kollegaer og UE. Figur 21 viser at også her er funksjonærene mer positive enn håndverkerne, noe som kan forklares ved at det spesielt forenkler avvikshåndtering og kommunikasjon fra anleggsledelsen. Denne hypotesen forsterkes ytterligere ved at funksjonærene er mer enige i at Dalux gjør at deres arbeid kan utføres mer effektivt. Figur 22 viser fullstendige besvarelser.



Figur 21: Besvarelser, "Koordinering av arbeid", håndverker/funksjonær

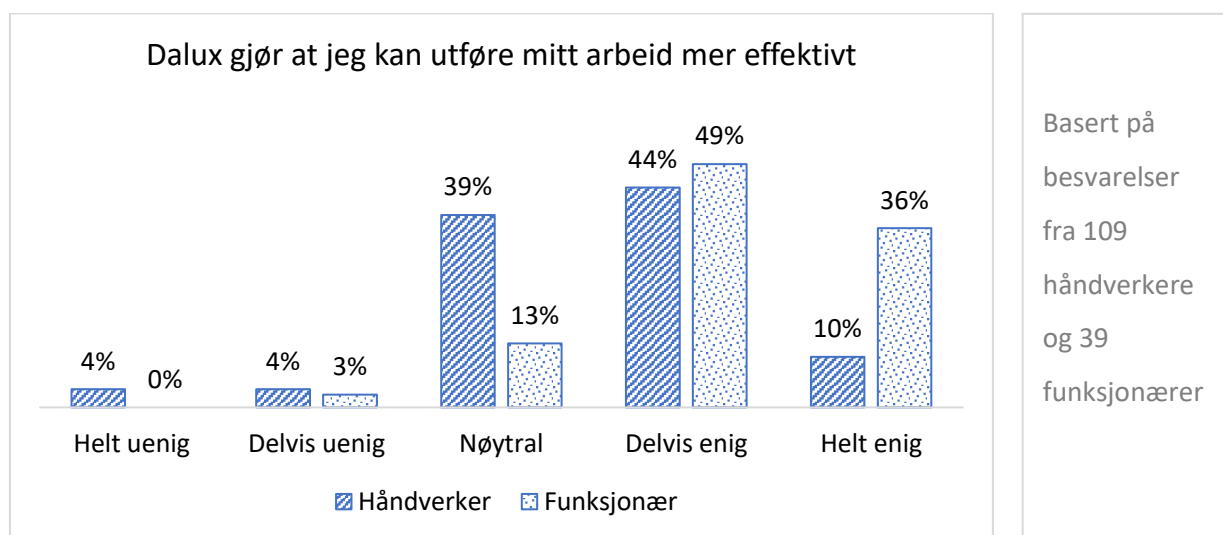
Funksjonær i Bergen fortalte videre at «det eneste vi bruker tid på er å utarbeide sjekklister i Dalux som arbeidere må utfylle og som vi må sjekke når de er utfylt.». Det er tydelig at

funksjonærene i produksjonen anser Dalux som et ressursbesparende tiltak, noe som kan forklares med lettet arbeidsbyrde og enklere koordinering på byggeplassen. Undersøkelsen viser dog at en liten andel funksjonærer mener Dalux er tidskrevende. Til tross for at denne andelen er svært liten, kan det tyde på at arbeidsverktøyet ikke er optimalt for alle. Funksjonæren i Bergen begrunner dette med at en del eldre medarbeidere ikke har klart å henge med i den teknologiske utviklingen. Manglende grunnkunnskaper og generell forståelse for teknologi er en kjent problemstilling ved digitalisering. Alder kan være en faktor som spiller inn her også, men resultatene fra spørreundersøkelsen viser at kun 4 % av respondentene mener Dalux Field-appen er vanskelig å bruke. Respondentene bestod av et bredt utvalg hvor alle aldersgrupper var representert, så vanskeligheter med å forstå teknologien er nok en svært liten del av forklaringen her. En annen mulig forklaring kan være som nevnt tidligere, at noen har funnet en effektiv arbeidsmåte de er komfortable med, og er motvillige til å omgjøre denne.

Håndverkerne i produksjonen har også vist seg å være positive til tidsbesparelsene Dalux medfører, men ikke i samme grad som funksjonærene (Figur 20). En håndverker fra Trondheim sa følgende om Dalux og KS i intervju: «Det blir for mye mas egentlig, vi har jo en ukeplan som vi må følge, noe som gjør at vi ikke alltid har tid til å gå inn og se over. Også går det jo utover akkorden når man må begynne å sette seg ned, uansett om det bare tar noen minutter.». Det er antydning til at denne håndverkeren ikke anser Dalux som et ressursbesparende tiltak, og begrunner dette med at tiden det tar å fylle inn i Dalux, går utover tiden personen bruker på arbeidsoppgavene sine. Dette kan være en mulig forklaring til hvorfor noen håndverkere ikke anser Dalux som tidsbesparende, da det kan ha negativ innvirkning på lønnen (akkord) deres.

I intervju med en annen håndverker i Trondheim ble følgende grunner gitt til hvorfor noen mener Dalux er tidskrevende: «At det kan være krevende å bruke Dalux i starten, at det kan være krevende å lære seg å bruke appen, men når man først har lært seg å bruke Dalux blir det tidsbesparende.». Intervjuene har vist at flere håndverkere velger å fortsette med KS på papir siden de er mest fortrolige med det, og får derfor ikke den nødvendige kompetansen som trengs for å bruke Dalux. En mulig løsning her ble presentert av funksjonær i Bergen, hvor det kreves at sjekklister foreligger i Dalux før akkordtimene godkjennes og lønn utbetales. På denne måten vil håndverkerne være nødt til å bli kjent med programvaren, og helst få opplæring i tillegg, noe som etter hvert vil kunne føre til at de er like komfortable med Dalux som de er med KS på papir. Et av Demings prinsipper for kvalitet omhandler opplæring innad i bedriften, og Lean-metodikken anbefaler også arbeid som læring.

Dalux kan gjennom digitale sjekklister, tegninger, lagringssystemer og kommunikasjonssystemer effektivisere arbeidet til både funksjonærer og håndverkere. Ifølge undersøkelsen mener 67 % av respondentene at Dalux effektiviserer arbeidet deres, noe som igjen vil kunne ha en positiv innvirkning på ressursbruken. Det kom tydelig frem i undersøkelsen at arbeiderne er enige i dette da hele 82 % anså det som en fordel å ha Dalux Field-appen tilgjengelig noen ganger i uken eller oftere.



Figur 22: Besvarelser, "Utføre mitt arbeid mer effektivt", håndverker/funksjonær

Resultatene tyder altså på at Dalux har en ressursbesparende virkning for både håndverkere og funksjonærer i produksjonen, noe som kan bidra med å nå BNLs mål om 50 % raskere prosjektgjennomføring innen 2025. Et annet hovedmål med digital kvalitetssikring er å bedre dokumentasjonen, noe Dalux har som mål å gjøre gjennom digital dokumentasjon og lettere tilgjengelig arbeidsverktøy.

5.2 I hvor stor grad har Dalux påvirket kvaliteten på KS-dokumentasjonen?

Et av Veidekkes hovedmål ved innføring av et digitalt arbeidsverktøy for KS var å bedre kvaliteten på KS-dokumentasjonen. Som presentert i kapittel 4.1.3 tyder resultatene fra spørreundersøkelsen på bred enighet blant ansatte om at KS-dokumentasjonen er vesentlig forbedret. I intervju med HMS/KS-leder for et prosjekt i Trondheim ble dette begrunnet med følgende:

For det første er det ikke håndskrevet, så det hjelper mye, også er det at man styrer dem litt ved at man bestemmer hva som fylles ut. På papir kunne de la være å fylle ut noe, men med Dalux kan man velge at de er nødt til å fylle ut enkelte ting. I tillegg har man nå med bilde på dokumentasjonen, og det er en enorm fordel.

Billedokumentasjon gir fordeler og resultatene fra undersøkelsen og intervjuene indikerte at mange så nytten av Dalux i den forbindelse. Eksempelvis er det mulig å ta bilder av armering før den støpes inn, og inne i en vegg før den lukkes. Dette vil kunne gjøre det enklere å fremstille fullstendig dokumentasjon for kommunen og eventuelle andre kontrollorgan, og gjør dokumentasjonen mer fullverdig.

Noe som vesentlig forbedret dokumentasjonskvaliteten, ifølge betongarbeider i Trondheim, var muligheten til å ha en delt sjekkliste på nettbrett eller mobil. Det ble i intervju nevnt et eksempel hvor en som utførte armeringsarbeid påbegynte en sjekkliste for betongarbeidet, kunne neste arbeider som skulle utføre støpingen fortsette utfyllingen av den allerede påbegynte sjekklisten. Tidligere ble en slik prosess ofte utført på to ulike sjekklister som ikke nødvendigvis havnet opp på samme plass. Felles sjekklister kan altså føre til mer fullstendig dokumentasjonen, noe som er viktig for å oppfylle krav nevnt i kapittel 2.2.2, samt at det kan føre til bedre samarbeid mellom håndverkere på byggeplassen.

Da Veidekke valgte å ta i bruk Dalux var en av grunnene at papir ikke tåler de påkjenninger som oppstår på en byggeplass, samtidig som de ønsket seg en papirløs byggeplass. Grunnet kravene som nevnt i kapittel 2.2.3 om oppbevaring av dokumentasjon, stilles det høye krav til system i papirene. De positive besvarelsene kan tyde på at de ansatte innser fordelene med digital dokumentasjon, og dermed foretrekker et digitalt system for KS som også vil motvirke rot på kontorene (Figur 23). Dette er ikke nødvendigvis tilfelle for alle, som funksjonær i Trondheim sa under intervju: «vi har kjøpt 6-7 stykk (nettbrett) og 4 av dem ligger fortsatt her inne (på anleggskontoret) Så jeg føler ikke de viser nok at de ønsker nettbrettene. Det er jo også ikke

lett å ta med nettbrettene i lommen over alt.»). Dette er noe Veidekke kan drøfte med sine ansatte, da god dialog er et av Lean-prinsippene som er mulig å bruke for å finne en bedre praksis.

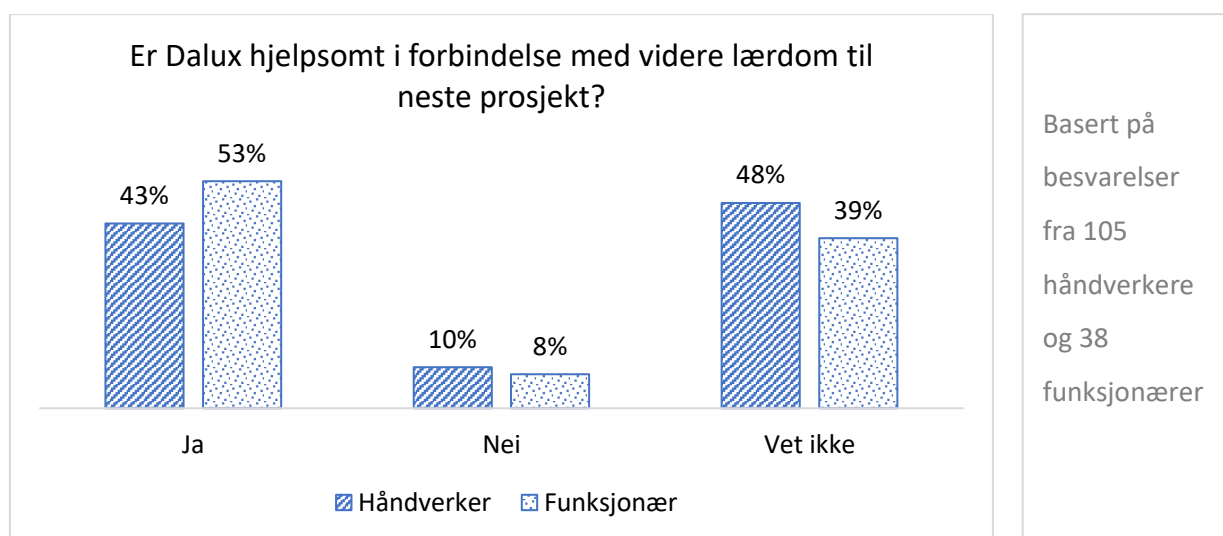


Figur 23: Illustrasjon, oppbevaring av dokumentasjon (65)

Spørreundersøkelsen tyder på at det har vært en økning i antall avviksmeldinger etter implementeringen av Dalux. En mulig begrunnelse kan være at Dalux gjør det lettere å føre avvik og at tilgjengeligheten av appen gjør at arbeiderne kan føre med en gang istedenfor å gå innom brakkene for å fylle ut papir. En annen forklaring, som nevnt av betonghåndverker i Bergen, kan være at de ansatte som er fortrolige med Dalux vil føre langt flere avvik enn tidligere, mens de som ikke er like fortrolige med Dalux unngår å føre avvik. Dette vil gi økt antall avviksmeldinger, men samtidig være en uheldig utvikling for kvalitetssikringen da færre deltar. Selv om det er naturlig å anta at økt bidrag til avviksrapportering fører til økt bidrag til KS kan det tenkes at det ligger mer i dette. Bidraget til kvalitetssikringen kan også ha økt siden Veidekke stiller høyere krav som følge av deres kunders forventninger.

For at Veidekke skal få flest mulig store prosjekter er de avhengig av å følge HMS- og KS-krav derfor stilles det store krav til avviksføring og avvikshåndtering. Selv om Veidekke innførte Dalux for å bedre kvalitetssikringen kan det hende KS-bidraget har økt som følge av god ledelse og formidling, hvilket følger prinsippene for Lean-ledelse. Dette understrekes av samtlige intervjuobjekter som mente kombinasjonen av Dalux og økt fokus fra ledelsen var avgjørende for det økte bidraget til KS.

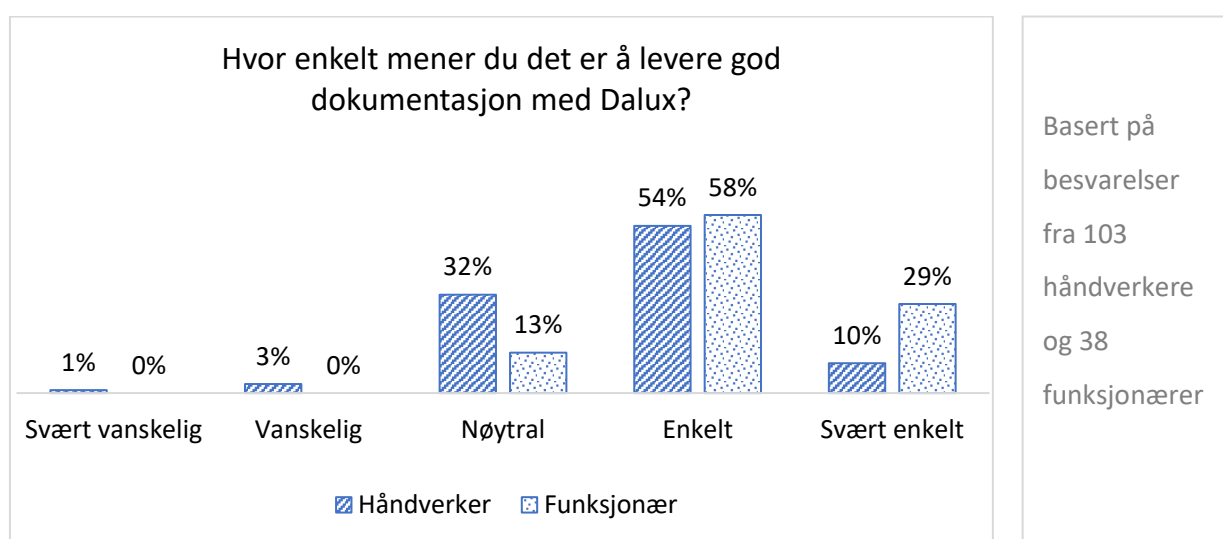
For å stadig utvikles, er det viktig for Lean-kulturen å forbedre verdistrømmen kontinuerlig, noe som spesielt gjøres ved å lære av tidligere feil og erfaringer. På spørsmål om Dalux var hjelpsomt i forbindelse med lærdom til neste prosjekt var det noen få som svarte «nei», hvilket tyder på at ikke alle ser like stor nytte av programmet. Mesteparten av «ja»-besvarelsene begrunnet dette med at dokumentasjonen fra Dalux gir god oversikt over hvor det er forbedringspotensial, samt at det er lett å søke i tidligere avvik og diverse i programmet. Ettersom funksjonærene tar større del i arbeidet med kontrollering og korrigerende vil det være naturlig å anta at de tar større del i forbindelse med lærdom til neste prosjekt, men det viste seg å være en nokså jevn fordeling mellom funksjonærer og håndverkere på dette spørsmålet (Figur 24).



Figur 24: Besvarelser, "Videre lærdom til neste prosjekt", håndverker/funksjonær

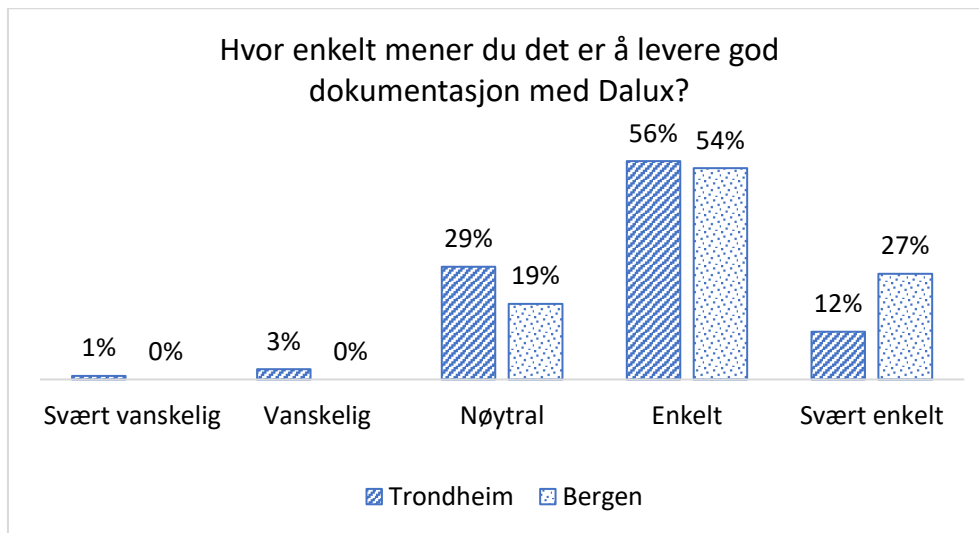
Samtidig er det viktig å presisere at kvalitetssirkelens hensikt er at hele organisasjonen skal forbedre seg, så det er ikke negativt at det er lik fordeling. Det at så mange har svart «vet ikke», samt noen «nei»-besvarelser kan være en indikasjon på at det foreligger forbedringspotensial når det gjelder å inkludere alle i sluttgjennomgangen av et prosjekt. En annen begrunnelse for svartallene kan være at Dalux ikke omhandler alle de fire punktene i kvalitetssirkelen. En god Lean-kultur gir riktig kvalitet på arbeidet og økt effektivitet gjennom relasjoner og læringsutveksling, noe Dalux har gode forutsetninger for å støtte opp om. I Dalux kan man føre avvik, fylle ut sjekklister, ha oversikt over hvem som står ansvarlig for oppgaver og mye annet. Da burde det være mulig å bruke denne informasjonen til korrigerende. Likevel ga ikke intervjuobjektene inntrykk av at Dalux ble brukt til korrigerende etter endt prosjekt i særlig grad, og det virket som de fleste arbeiderne ikke hadde tenkt mye over mulighetene. Dette kan igjen være en indikator på at det ikke er tilstrekkelig fokus på temaet i Veidekke, men at Dalux fortsatt er forholdsvis nytt kan også være en mulig forklaring.

Spørreundersøkelsen viser at et stort flertall finner det enkelt å levere god dokumentasjon på utført arbeid med Dalux, mens det bare er 3 % som finner det vanskelig. Dette kan være nok en indikator på at de fleste arbeiderne har et felles ønske om en papirløs byggeplass og at appens brukervennlighet er god. Figur 25 viser at funksjonærene synes det er noe enklere enn håndverkerne å levere god dokumentasjon med Dalux, noe som mulig kan forklares ved at de bruker programmet oftere, samt at de benytter PC-versjonen. En mulig fordel med PC-versjonen over mobilversjonen er større skjerm, bedre tegningskvalitet, samt større utvalg av funksjoner.



Figur 25: Besvarelser, "Levere god dokumentasjon", håndverker/funksjonær

Oppfatningen på tvers av distriktene er svært lik, noe som reflekteres i veldig like besvarelser på spørreundersøkelsen. En forskjell som ble lagt merke til i intervju var at enkeltpersoner i distrikt Bergen tok i bruk Dalux lenge før det ble bestemt at hele bedriften skulle benytte programmet. En av de få forskjellene mellom distriktene som ble funnet var at Bergen-ansatte var noe mer positive til ovennevnte spørsmål om hvor enkelt det er å levere god dokumentasjon med Dalux (Figur 26), noe som kan skyldes lengre erfaring med programvaren.



Basert på 115 besvarelser fra Trondheim og 26 fra Bergen.

Figur 26: Besvarelser, "Levere god dokumentasjon", Trondheim/Bergen

Spørreundersøkelsen og intervjuene ga mange positive indikatorer til Dalux sin påvirkning på ressursbruken og dokumentasjonen. Likevel var det noen besvarelser som var mer kritiske, hvilket kan tyde på et forbedringspotensial.

5.3 Hvordan kan eventuelt kvalitetssikringen forbedres?

For at Veidekke og Dalux skal forbedre seg er det viktig med mange engasjerte arbeidere som fremhever sine meninger og aktivt tar del i kvalitetssikringen, noe som er viktig for IP. For å forbedre kvalitetssikringen var det noen som mente alle burde ha hvert sitt nettbrett og at det burde være tilgang til WiFi eller 4G overalt. Dette vil naturligvis være en fordel, men Veidekke må ta høyde for kostnadene dette vil medføre. Forslaget om nettilgang overalt er et åpenbart behov for å optimalisere fordelene Dalux gir kvalitetssikringen, men kan være vanskelig å bedre med det første.

Funnene peker mot et behov for bedre opplæring innenfor KS og Dalux, og dette gjenspeiles i svarene om forbedring av KS. Enkelte mener at motivasjonen hos fagarbeidere må økes og det nevnes at det bør utføres sidemannskontroll. Da Dalux skulle implementeres i Veidekke i Bergen ble arbeiderne oppfordret til å lære av å prøve seg frem. Arbeid som læring er en god læringsstrategi og det er mange ansatte som er nysgjerrig på ny teknologi, men det vil alltid være noen som trenger mer tid for opplæring. En god Lean-struktur krever at alle kjenner sin rolle for å utføre prosessen raskest mulig, noe som krever at man bruker tid på at alle er innforstått med systemet og hvordan ting utføres. På spørsmål om opplæringen i Veidekke svarte håndverker i Bergen at det gis lite opplæring og at det hadde vært en fordel med mer. I tillegg at det er litt tilfeldig hvem som har fått og ikke fått opplæring. En av håndverkerne som ble intervjuet i Trondheim sa følgende om opplæringen:

Jeg synes det fungerte greit, men jeg tror det kunne vært en fordel og delt oss inn i mindre grupper under opplæringen, for noen som allerede kan mye gidder ikke høre på det grunnleggende de synes er enkelt. Og jeg tror det er viktig at man tar seg tid til å lære de litt enkle småtingene også.

Disse forslagene kan tyde på at opplæringen har vært litt generell og sporadisk. Forslaget om å dele inn i mindre grupper kan resultere i at flere sier ifra dersom de støter på problemer, og samtidig at fokuset for enkeltpersoner øker. Det gir dessuten muligheter til å fordele læringsgruppene utfra erfaring og dermed skape en trekkende flyt. Det nevnes ellers fra spørreundersøkelsen og intervjuene at det fungerer greit med arbeid som læring, hvor det er mulighet å lære selv i tillegg til å lære av kollegaer. Dette tyder gjerne på at samholdet er bra og at Dalux fungerer godt i bedriften.

Tilbakemeldingene om brukervennligheten viser gode tall, men noen respondenter trekker frem appens layout, navigasjon og organisasjonsdel som viktige forbedringspunkter. Det er også ønske om at PC-versjonen integreres i appen, og spesielt mange betongarbeidere kommenterte at armeringstegningene i 3D ikke var gode nok, uten å videre spesifisere hva problemene innebar. Det ble også nevnt ønske om filtreringsmuligheter for arbeidstegninger, eksempelvis skjule eller vise forskjellige fag.

Som beskrevet i intervjusammendrag ble det nevnt at oppdateringer som skjer i arbeidstegninger ikke varsles i Dalux, og at det ikke er markert på de oppdaterte tegningene hvor det er gjort endringer. Dette kan føre til at flere fagarbeidere jobber ut ifra eldre tegninger som skulle vært oppdatert, og at dette ikke oppdages før det er for sent. Tømrer i Bergen sa følgende om temaet: «(Det er) veldig viktig at tegningene er oppdaterte slik at alle har de samme tilgjengelige tegninger. Det er typisk at det kommer en elektriker som viser noe på tegningen som ikke eksisterer på min tegning. Tegningene må samkjøres.».

Det nevnes også at Dalux burde inneholde forskriftenes toleransekrav for avvik for høyder, retning, dør- og vindusmontering. En slik funksjon i Dalux hadde vært til stor hjelp og hadde gitt stor tidsbesparelse. Mange av de ansatte har jobbet i bransjen i mange år, men det er lett å glemme krav man er ute etter og det kan ofte være tidskrevende å finne fram til de ønskede kravene. Det ble også nevnt at kvaliteten på selve tegningene blir dårligere ved zooming og at det enkelte ganger kan være en utfordring å finne fram til de ønskede tegningene. Dette kan resultere i feil utført arbeid og ekstra bruk av ressurser. Tømrer i Trondheim foreslo en plantegning i papirform av hele bygget, for hver etasje, som man kan orientere seg etter, som en mulig løsning på dette.

Det ble nevnt ønske om standardskjemaer for sjekklister, da det per dags dato foreligger forhåndslagde lister som må tilpasses til hvert prosjekt. Å ha standardiserte sjekklister som kan brukes i alle prosjekter er nok ikke reelt da omfang, kompleksitet og spesifikasjoner vil variere for hvert enkelt prosjekt. Det ble også ytret ønske om tilbakemeldinger på avviksmeldingene, noe som ville økt nytteverdien av avviksføring, og samtidig bidra til å øke motivasjonen hos fagarbeidere. Dersom fagarbeidere hadde sett nytten av de enkelte avvikene som de har registrert kunne dette antagelig økt bidraget for KS.

«Det er viktig å sette av litt tid før man begynner på et prosjekt på kontoret til å sette seg inn i hvordan ting skal være, så man er mer oppdatert på hvordan ting skal se ut. Se litt i 3D og

diverse.» sa betongarbeideren i Trondheim med håp om at det kunne bli mer av dette med Dalux. Dette forslaget passer godt inn i IP-metodikken og kan være noe som er verdt å bruke mer tid på. Å bruke tid på kvalitetssirkelens første punkt, planlegging, kan være avgjørende for effektiviteten og for noen kan det være en fordel å få mer oversikt over hvordan prosjektet skal formes. Et forslag til oppfølging og kontinuerlig planlegging er bruk av 4D-modellering for å få et bilde av det ukentlige resultatet og fremdriften. Dette er noe Dalux ikke har mulighet til for øyeblikket, men kan være et fremtidsrettet forslag.

6. Konklusjon

Studiet har belyst ansattes synspunkter og holdninger etter innføring av Dalux som kvalitetssikringsverktøy, og det konkluderes med at denne innføringen i stor grad har medført positive innvirkninger for KS-arbeidet i Veidekkes produksjon. Besvarelsene fra distrikt Trondheim og distrikt Bergen var svært like, men den generelle oppfatningen er at enkeltpersoner i Bergen var tidligst ute med å ta i bruk Dalux.

6.1 Hvordan har innføringen av Dalux påvirket ressursbruken?

Det store flertall av forskningsdeltakerne mener Dalux har forbedret ressursbruken grunnet lettere tilgjengelig avviksføring, sjekklister og mer effektivt samarbeid mellom arbeidere, samt mer effektiv utfylling av skjemaer. Arbeiderne bruker mindre tid på anskaffelse av riktige skjemaer og lister, og kan heller fokusere tiden sin mot selve arbeidet. Studiets resultater viser en nedgang i tidsbruk per avviksmelding, samt en økning i antall avvik som meldes.

I tillegg til direkte tidsbesparelse ved utførelse av KS-oppgaver har det blitt antydnet at Dalux også effektiviserer andre arbeidsoperasjoner på byggeplassen. Eksempelvis anser flere håndverkere det som en fordel å ha arbeids-, og detaljtegninger tilgjengelig på nettbrett, noe som gjør at de ikke trenger å skrive ut nye tegninger ved hver oppdatering, samt at det er mer orden i dokumentene. Funksjonærene sparer mye tid knyttet til kommunikasjon og avvikshåndtering med UE, da flere operasjoner kan utføres i samme programvare, og avviksmelding med tilhørende bilder kan sendes direkte til UE for oppklaring.

Arbeidsbyrden ved innføring av avvik og gjennomgang av sjekklister er noe minsket, særlig i funksjonærenes favør. Dette grunnet at avvik kan kobles direkte opp mot sjekklister innad i appen og alle meldte avvik samles i en digital løsning uten manuell innføring av innleverte avviksnotater. Likevel mener noen mener ressursbruken er noe av den samme som tidligere, men at det er store forbedringer ved økt kvalitet på KS-dokumentasjonen.

6.2 I hvor stor grad har Dalux påvirket kvaliteten på KS-dokumentasjonen?

Studiet har antydnet at KS-dokumentasjonen er av vesentlig høyere kvalitet nå, sammenlignet med dokumentasjon i papirform, og at en av de største fordelene er muligheten til å legge bilder ved sjekklister og avviksmeldinger. Andre fordeler som fremheves er at alt lagres digitalt i et søkbart system, noe som også gjør det enklere for myndigheter og andre kontrollorgan å få innsyn i dokumentasjonen. Studiet kan tyde på at flere deltar aktivt i kvalitetssikringen og at den kvalitetssikringen som utføres er av høyere kvalitet.

Unngåelse av papirbruk på byggeplassen gir en ekstra sikkerhet siden dokumentene alltid oppbevares digitalt, noe som gjør det vanskeligere å rote bort eller ødelegge dokumentasjon. Felles sjekklister som ulike arbeidere kan fylle ut sammen dras også frem som en vesentlig forbedring av kvalitetssikringen, og er noe som medfører mer fullstendig og komplett dokumentasjon for utført arbeid.

6.3 Hvordan kan eventuelt kvalitetssikringen forbedres?

Bedre opplæring med programvaren, varsler ved oppdateringer i tegninger og tilbakemeldinger på avvik er noen av hovedpunktene de ansatte ønsker forbedret med kvalitetssikringen. Opplæringen har hittil vært sporadisk, og tilnærmingen har vært «prøv og lær». Dette har for noen ansatte vært en god tilnærming, mens enkelte merker at det kreves strukturert opplæring. Et forslag for å bedre dette er å gjennomføre opplæring i mindre grupper, med opplæring tilpasset hver enkelt gruppes forståelsesnivå. Siden det nå er avgjort sentralt at Dalux skal benyttes av hele bedriften, kan det lønne seg med en grundig gjennomgang, særlig med ansatte som ikke er fortrolige med programvaren.

Det ble nevnt av flere forskningsdeltakere at oppdateringer som gjøres i arbeidstegninger ikke varsles i Dalux-appen, hvilket kan medføre at noen arbeider med utdaterte tegninger, som igjen kan føre til byggefeil og unødige kostnader. Dette kan utbedres i samarbeid med programvareutviklerne, og det bør komme en løsning hvor oppdateringer varsles både med hva som er oppdatert, og hvor oppdateringen(e) er gjort.

Tilbakemeldinger på avvik kan gi økt nytteverdi for de som melder avvikene, samt at det kan øke motivasjonen for å melde avvik om det gis tilbakemelding. En slik funksjon kan Veidekke muligens utarbeide i samarbeid med Dalux, og er en funksjon som kan ha stor innvirkning på arbeidernes lyst og vilje til å melde avvik.

Av andre forbedringspunkt ble det nevnt appens brukervennlighet, ønske om ett nettbrett per arbeider, toleransekrav i appen, samt mer fokus på planlegging før prosjektstart.

6.4 Videre arbeid

For dypere innsikt i temaet anbefales det å gjennomføre casestudier på byggeplass hvor forskeren følger håndverkere og funksjonærer ved gjennomføring av KS-oppgaver først med papir, etterfulgt av samme oppgaver med Dalux. En slik studie ville muligens kunne konkludert med spesifikke tall på tidsbesparelsen verktøyet medfører, men ikke en komplett vurdering av fordelene da det er flere faktorer enn tid som spiller inn.

Kostnadsstudier som sammenligner mulige kostnadsbesparelser og utgifter ved implementering av digitale verktøy for kvalitetssikring foreslås også som videre arbeid med temaet. Resultatene fra en slik kostnadsstudie vil kunne være av god verdi for aktører som enda ikke har digitalisert prosessen, og kan virke som ytterligere motivasjon for digitalisering dersom det viser seg at det kan medføre økonomisk gevinst. Det kan videre drøftes fordeler og ulemper ved digital KS med grunnlag i resultater fra flere studier.

Bruk av Dalux i planleggingsfasen av prosjekter kan også være et aktuelt tema for videre arbeid, spesielt kombinert 3D-modell og fremdriftsplan (4D-modellering). Det kan også forskes på muligheter for å kombinere dette med kostnadsberegninger i form av 5D-modellering, men dette vil være en krevende prosess for Dalux.

6.4.1 Avvik/erfaringer

Ved gjennomgang og analyse av resultater fra spørreundersøkelse var det et merkbart antall respondenter som valgte «nøytrale» svaralternativer. Dette medførte et lavere antall aktuelle besvarelser, og ga et dårligere grunnlag for analyse. Ved videre arbeid innen temaet anbefales det derfor å unngå odde antall svaralternativer ved undersøkelser.

7. Referanser og kilder

1. Veidekke. Fakta om Veidekke [Internett]. [01. april 2019]. Available from: <http://veidekke.no/om-oss/article8949.ece>.
2. Bøhle K. Naturvitenskapelige arbeidsmåter [Internett]. NDLA; 2019 [14. mars 2019]. Available from: <https://ndla.no/subjects/subject:21/topic:1:172929/topic:1:172937/resource:1:172940>.
3. Støa E. Byggeprosess og kvalitet i boligprosjekter Delrapport 1. Trondheim: SINTEF Bygg & Miljøteknikk; 1998.
4. SINTEF. Byggeprosess [Internett]. SINTEF [16. februar 2019]. Available from: <https://www.sintef.no/byggeprosess/>.
5. Eikeland PT. Teoretisk analyse av byggeprosesser - Forprosjektrapport til "Felles teorigrunnlag for organisering av byggeprosesser". Oslo; 2001. Figur 3-1, Byggeprosessens delprosesser; s.25.
6. Eikeland PT. Teoretisk analyse av byggeprosesser - Forprosjektrapport til "Felles teorigrunnlag for organisering av byggeprosesser". Oslo; 2001.
7. Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartementet. Gode bygg for eit betre samfunn [Internett]. Statsministerens kontor; 2012. Figur 2.2, Forenkla framstilling av fasane i levetida til bygningar; s.21 [16. februar 2019]. Available from: <https://www.regjeringen.no/contentassets/608854f3f82b4b4e90d500244ff1d186/nn-no/pdfs/stm201120120028000dddpdfs.pdf>.
8. Teknisk Ukeblad. Fornyet filosofi kan redde norsk industri [Internett]. Teknisk Ukeblad; 2006 [26. mars 2019]. Available from: <https://www.tu.no/artikler/fornyet-filosofi-kan-redde-norsk-industri/261580>.
9. Idebanken. Lean gir både trivsel og kvalitet [Internett]. Idebanken; 2019 [26. mars 2019]. Available from: <https://www.idebanken.org/innsikt/artikler/lean-og-kontinuerlig-forbedring>.
10. Wig BB. Lean. 1 ed: Gyldendal Norsk Forlag AS; 2014.
11. Rønning S. Lean ledelse og den lærende organisasjon [Internett]. 2015. Struktur og kultur; s.6 [07. mars 2019]. Available from: <https://slideplayer.no/slide/2588589/>.
12. Veidekke. Involverende planlegging [Interne dokumenter, Veidekke]. 2015.
13. Veidekke. Involverende planlegging for sikker og effektiv drift [Interne dokumenter, Veidekke]. 2015.
14. International Organization for Standardization. NS-EN ISO 9000:2015 Ledelsessystemer for kvalitet. Geneve: ISO; 2015.
15. Thune TE. Kvalitetssikring og internkontroll i bygg og anlegg. Oslo: Byggenæringens forlag AS; 2017.

16. Kaiser A. Deming Cycle Explained [with an example] [Internett]. Abhinav PMP; 2011 [16. februar 2019]. Available from: <http://abhinavpmp.com/2011/08/23/deming-cycle-explained-with-an-example/>.
17. The Editors of Encyclopaedia Britannica. W. Edwards Deming [Internett]. Encyclopaedia Britannica; [16. februar 2019]. Available from: <https://www.britannica.com/biography/W-Edwards-Deming>.
18. Deming WE. Out of the crisis. Cambridge, Mass: MIT Press; 2000.
19. Deming WE. Quality, Productivity, and Competitive Position. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology; 1982.
20. DiBK. Veiledning om byggesak, Kap. 10 - Krav til kvalitetssikring [Internett]. DiBK; 2010 [updated 01. januar 2016]. Available from: <https://dibk.no/byggeregler/sak/3/10/innledning/>.
21. Rise EV. Offentlige kontrakter tildeles stadig oftere til skrivekyndige entreprenører. Byggeindustrien. 2019 28. mars 2019.
22. DiBK. § 5-5. Dokumentasjon som skal foreligge i tiltaket [Internett]. DiBK; 2010 [18. april 2019]. Available from: https://dibk.no/byggeregler/sak/2/5/5-5/? t_id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg%3d%3d& t_q.
23. DiBK. 5. Sjekklistor [Internett]. DiBK; 2010 [18. april 2019]. Available from: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/energikrav-i-tek10-bokmal/5.-sjekklistor-for-bruk-i-sjekklistor/>.
24. DiBK. 6.1. Hva er et avvik [Internett]. DiBK; 2010 [18. mars 2019]. Available from: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/temaveileder-uavhengig-kontroll/6.-handtering-av-avvik/6.1.-hva-er-et-avvik/>.
25. DiBK. 6.2. Åpent og lukket avvik [Internett]. DiBK; 2010 [18. mars 2019]. Available from: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/temaveileder-uavhengig-kontroll/6.-handtering-av-avvik/6.2.-apent-og-lukket-avvik/>.
26. KS Bedrift. Kvalitetsstyring [Internett]. KS Bedrift; 2017 [18. mars 2019]. Available from: <https://www.ksbedrift.no/arbeidsgiverservice/arbeidsmiljoe/internkontroll-for-energibedriftene/kvalitet-og-miljoe/kvalitetsstyring/>.
27. Det kongelige kommunal- og regionaldepartement. Ikraftsetting av ny byggesaksdel i plan- og bygningsloven [Internett]. Det kongelige kommunal- og regionaldepartement; 2008 [18. april 2019]. Available from: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/krd/vedlegg/boby/rundskrivh-1_10.pdf.
28. Teknisk Ukeblad. Digitalisering av byggenæringen [Internett]. Teknisk Ukeblad; 2018 [11. mars 2019]. Available from: <https://www.tu.no/bygg/kalender/1771>.
29. Skogen S. Dalux Field [Interne dokumenter, Veidekke]. Veidekke; 2019 [

30. Garathun MG. Byggenæringen satser minst på forskning og utvikling [Internett]. Teknisk Ukeblad2014 [01. april 2019].
31. Erle Harstad OL, Fredrik Svalestuen og Navras Skhmot. How tablets can improve communication in construction projects. Trondheim; 2015.
32. PERI Norge AS. Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) [Internett]. Drammen: PERI Norge AS; [11. mars 2019]. Available from: <https://www.peri.no/knowledge/bim-bygningsinformasjonsmodellering.html>.
33. The NBS RM. BIM dimensions - 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained [Internett]. NBS; 2017 [16. mars 2019]. Available from: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>.
34. Byggenæringens Landsforening. Digitalt veikart for bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen for økt bærekraft og verdiskapning. [Internett]. Byggenæringens Landsforening; 2017 [16 mars. 2019]. Available from: <https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/digitalt-veikart-bae.pdf?fbclid=IwAR3A-NeCz0sCDicze-IIWgBJW9HPMOYONIdFmDkSQY5UasDL3VED0JwNR4w>.
35. Byggeindustrien. Fjerner papir med digital oppslagstavle på Statsbygg-prosjekt [Internett]. Bygg.no; 2018 [16. mars 2019]. Available from: <http://www.bygg.no/article/1372763>.
36. Certior. Slik virker den digitale HMS-tavlen, [Internett]. Certior.no; 2018 [16. mars 2019]. Available from: <https://certior.no/digital-hms-tavle>.
37. Nilsen SE. Hvordan er staa? [Spørreundersøkelse, internt i Veidekke]. 2018.
38. Dalux. Dalux FM [Internett]. Dalux; 2018 [14. februar 2019]. Available from: <https://www.dalux.com/no/daluxfm/>.
39. Dalgaard B. Tilbudslister: Mængder fra Revit koblet med BIM7AA/CCS [Internett]. Dalux; 2015 [21. februar 2019]. Available from: <https://www.dalux.com/da/tilbudslister-maengder-fra-revit-koblet-med-bim7aaccs/>.
40. Dalux. Dalux Build [Internett]. Dalux; 2018 [14. februar 2019]. Available from: <https://www.dalux.com/no/dalux-build/>.
41. Byggeindustrien. Dalux utvider i Norge [Internett]. Byggeindustrien; 2018 [21. februar 2019]. Available from: <http://www.bygg.no/article/1338863>.
42. Byggeindustrien. BetonmastHæhre inngår konsernavtale med Dalux [Internett]. Byggeindustrien; 2018 [21. februar 2019]. Available from: <http://www.bygg.no/article/1364977>.
43. Dalux. Dalux Box [Internett]. Dalux; 2018 [14. februar 2019]. Available from: <https://www.dalux.com/no/dalux-box/>.
44. Dalux. Dalux Field [Internett]. Dalux; 2018 [14. februar 2019]. Available from: <https://www.dalux.com/no/dalux-field/>.

45. Dalux. Dalux BIM viewer: 2D og 3D kombinert [Internett]. Dalux; 2016 [21. februar 2019]. Available from: <https://www.dalux.com/da/dalux-bim-viewer-2d-og-3d-kombineret/>.
46. Kenny J. Danish firm launches first AR app for mobiles [Internett]. BIM+; 2017 [21. februar 2019]. Available from: <http://www.bimplus.co.uk/technology/danish-firm-launches-first-ar-app-mobiles/>.
47. Byggmesteren. Utvikler nytt BIM verktøy [Internett]. Byggmesteren; 2018 [21. februar 2019]. Available from: <https://byggmesteren.as/2018/12/13/utvikler-nytt-bim-verktoy/>.
48. StreamBIM. StreamBIM Basic [Internett]. StreamBIM; 2019 [18. mars 2019]. Available from: <https://streambim.com/free-trial-basic/>.
49. NTI. Hvorfor Bimsync®? [Internett]. NTI; [7. mars 2019]. Available from: <https://www.nti.biz/no/produkter/flere-produkter/bimsync/>.
50. Gray J, Mann N. SYNCHRO MOBILE APP BRINGS 4D TO THE FIELD [Internett]. Synchro Software; 2015 [5. mars 2019]. Available from: <http://blog.synchro ltd.com/synchro-mobile-app-brings-4d-to-the-field>.
51. Capterra. PlanGrid [Internett]. Capterra; 2015 [18. mars 2019]. Available from: <https://www.capterra.com/p/144207/PlanGrid/>.
52. Malterud K. Kvalitative metoder i medisinsk forskning. Oslo: Universitetsforlaget; 2011.
53. Dalland O. Metode og oppgaveskriving. 5 ed. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS; 2012.
54. Aubert V. Det skjulte samfunn. s.196. Trondhjem: Universitetsforlaget AS; 1991.
55. Larsen AK. En enklere metode: veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode. Bergen: Fagbokforlaget; 2007.
56. Andersen G. Analyse og tolkning av det empiriske materialet [Internett]. Holbergprisen i skolen, UiB; 2018 [28. mars 2019]. Available from: <https://ndla.no/subjects/subject:14/topic:1:186530/topic:1:70510/resource:1:57135>.
57. Andersen G. Kvalitative analyseteknikker [Internett]. Holbergprisen i skolen, UiB; 2008 [27. mars 2019]. Available from: <https://www.holbergprisen.no/holbergprisen-i-skolen/kvalitative-analyseteknikker.html>.
58. NEM. Veiledning for forskningsetisk og vitenskapelig vurdering av kvalitative forskningsprosjekt innen medisin og helsefag [Internett]. Oslo: De nasjonale forskningsetiske komiteene; 2010 [updated 201026. mars 2019]. Available from: <https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/medisin-og-helse/kvalitativ-forskning/8-fortolkning-og-analyse-/>.
59. Fangen K. Kvalitativ metode [Internett]. Forskningsetisk bibliotek2015 [updated 17. juni 201527. mars 2019]. Available from: <https://www.etikkom.no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnarminger/Kvalitativ-metode/#Tolkning>.

60. (UiO) SD. Validitet Oslo: Store norske leksikon; [cited 2019 22.03]. Available from: <https://snl.no/validitet>.
61. Olsson N. Praktisk rapportskrivning. Trondheim: Tapir akademisk; 2011.
62. Direktoratet for forvaltning og IKT. Identifisering av behov i et byggeprosjekt: Anskaffelser.no; 2013 [updated 29.01.2019]. Available from: <https://www.anskaffelser.no/anskaffelsesprosessen/byggeprosessen-steg-steg/tidligfase/identifisering-av-behov-i-et-byggeprosjekt>.
63. NENT. Forskningsetiske retningslinjer for naturvitenskap og teknologi [Internett]. Oslo: De nasjonale forskningsetiske komiteene; 2007 [updated 201521. mars 2019]. Available from: https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60124_fek_retningslinjer_nent_digital.pdf.
64. Ingierd H. Godt skjønn i formidling av vitenskapelig usikkerhet. Etisk skjønn i forskning: Universitetsforlaget; 2015. p. 62-76.
65. Sørnes L. Drukner du i papirer? Har du mistet oversikten? [Internett]. SmartDok; 2018. Kjenner du deg igjen? Vokser dungen med papir i rekordfart? Ta i bruk SmartDok for å ta tilbake kontrollen. [30. april 2019]. Available from: <https://www.jobbsmartest.no/drukner-du-i-papir-mistet-oversikten/>.

Vedlegg

- Vedlegg 1: Artikkel: Dalux-samarbeid gir uttelling i produksjonen
- Vedlegg 2: Plakat
- Vedlegg 3: Informasjonsskriv spørreundersøkelse
- Vedlegg 4: Spørreundersøkelse med informasjonsforside
- Vedlegg 5: Resultater fra spørreundersøkelse
- Vedlegg 6: Informasjonsskriv intervju
- Vedlegg 7: Intervjuguide
- Vedlegg 8: Temabeskrivelse fra Veidekke Bygg, distrikt Bergen