

# Integrering av BREEAM-NOR i byggeprosjekter ved bruk av The Last Planner System

**Marie Elise Aarrestad**  
**Åse Ingrid Nesteby**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2016

Hovedveileder: Rolf André Bohne, BAT

Medveileder: Aslaug Helberg, Kruse Smith

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg, anlegg og transport





Oppgavens tittel: Integrering av BREEAM-NOR i byggeprosjekter ved bruk av The Last Planner System	Dato: 08.06.2012
	Antall sider (inkl. bilag): 111
	Masteroppgave <input checked="" type="checkbox"/> Prosjektoppgave <input type="checkbox"/>
Navn: Marie Elise Aarrestad og Åse Ingrid Nesteby	
Faglærer/veileder: Rolf Andre Böhne	
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Aslaug Helberg	

Temaet for denne masteroppgaven er hvordan BREEAM-NOR kan integreres i et prosjekts LPS-system. Den er en videreføring av en tidligere prosjektoppgave, hvor forfatterne gjennomførte et litteraturstudie. Prosjektoppgaven identifiserte utfordringer som følge av BREEAM-NOR-sertifisering i prosjekter, og foreslo en mulig årsak samt en potensiell løsning. Årsaken som ble foreslått var overdreven bruk av push-mentalitet, og løsningen var å integrere LPS som planleggingsmetodikk, på grunn av dets evne til å introdusere pull-mentalitet. Hensikten med masteroppgaven er å utvikle en konkret strategi til hvordan man kan snu den dominerende push-mentaliteten som ble observert i BREEAM-NOR-prosjekter til en pull-mentalitet, noe som kan bidra til å øke BREEAM-NORs miljømessige gevinster. Dette kan potensielt være lønnsomt for alle parter i et BREEAM-NOR-prosjekt og bidra til en mer bærekraftig byggeindustri over et lengre tidsperspektiv.

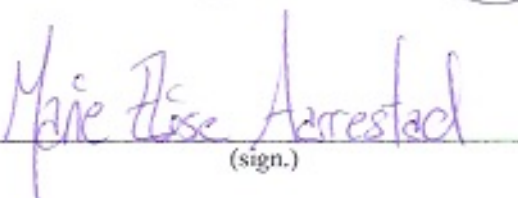
Et case-studie bestående av tre ulike prosjekter ble utført i samarbeid med entreprenørselskapet Kruse Smith i Stavanger. Alle prosjektene tok i bruk LPS, og to av dem siktet mot BREEAM-NOR-sertifisering i klasse Excellent. Datainnsamling ble foretatt på flere måter. Til sammen 12 dybdeintervjuer ble utført med ulike nøkkelroller i de tre prosjektene: baser, formenn, byggeleder, trainee, prosjektleder og Akkrediterte Profesjonelle (AP). Observasjon av møter i LPS-systemet ble også foretatt og totalt 8 møter ble observert. Dette omfattet basemøter og utviklingsmøter som ble benyttet i prosjektplanleggingen. I tillegg ble også en dokumentgjennomgang av selskapets interne dokumenter gjennomført for å få oversikt over dets rutiner og praksis angående BREEAM-NOR og LPS.

Oppgavens funn bekrefter eksistensen av de samme utfordringene som i prosjektoppgaven, og hypotesen om dominans av push-strategi i BREEAM-NOR-prosjekter. Forfatternes mistanke om at BREEAM-NOR-prosesser og LPS-systemet løp relativt uavhengig av hverandre ble også bekreftet. I tillegg ble noe forbedringspotensiale angående utførelsen av LPS oppdaget. Som resultat ble en strategi for å hensiktsmessig integrere BREEAM-NOR-prosesser inn i LPS-systemet utarbeidet, og dermed endre planleggingstrategien fra push til pull. Oppgaven konkluderer med at prosjektene har mye å vinne på å implementere en slik strategi. Reduserte merkostnader, økt verdi for alle interessenter og mer bærekraftige prosjekter ansees som realistiske gevinster. Resultatene er også sammenfattet til en artikkel sendt inn som bidrag til konferansen SBE16 i Tallin høsten 2016.

Stikkord:

- |                            |
|----------------------------|
| 1. BREEAM-NOR              |
| 2. The Last Planner System |
| 3. Planleggingsmetodikk    |
| 4. Push og Pull            |

  
(sign.)

  
(sign.)



Denne masteroppgaven er utført våren 2016, ved institutt for bygg, anlegg og transport ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng og er avslutningen på vårt 5-årige masterprogram bygg- og miljøteknikk. Den har blitt utført i samarbeid med entreprenørbedriften Kruse Smith AS i Stavanger, og er blitt skrevet fra deres kontorer.

Strukturen på oppgaven skiller seg noe fra tradisjonelle masteroppgaver, da den består av en artikkel og en prosessrapport som tilsammen utgjør den ferdige masteroppgaven. Prosessrapporten består av to deler utover artikkelen (del 2): selve prosessbeskrivelsen (del 1) og vedlegg (del 3). Artikkelen ble skrevet i anledning konferansen SBE16 Tallin and Helsinki Conference - Build Green and Renovate Deep. Prosessrapporten er ment å gi innblikk i arbeidet med artikkelen, samt supplere med elementer som ikke kom med. Problemstillingen er en videreføring fra prosjektoppgaven vi skrev sammen høsten 2015.

Vi vil gjerne få takke våre veiledere, Aslaug Helberg hos Kruse Smith AS og første ammanuensis Rolf André Bohne ved BAT instituttet, for all hjelp og verdifulle innspill. Takk rettes også til forsker ved BAT, Jardar Lonhe, spesielt i arbeidet med artikkelen. I tillegg fortjener prosjektteamene i de ulike prosjektene hos Kruse Smith en stor takk. Alle har stilt velvillig opp til intervjuer og vært veldig imøtekommende. Dette hadde ikke vært mulig uten deres samarbeid. Sist, men ikke minst, fortjener våre samboere en stor takk for motivasjon, støtte og korrekturlesning.

*I know words. I have the best words!*  
- Donald Trump

Trondheim 8. juni 2016

---

Åse Ingrid Nesteby

---

Marie Elise Aarrestad



Temaet for denne masteroppgaven er hvordan BREEAM-NOR kan integreres i et prosjekts LPS-system. Den er en videreføring av en tidligere prosjektoppgave, hvor forfatterne gjennomførte et litteraturstudie. Prosjektoppgaven identifiserte utfordringer som følge av BREEAM-NOR-sertifisering i prosjekter, og foreslo en mulig årsak samt en potensiell løsning. Årsaken som ble foreslått var overdreven bruk av push-mentalitet, og løsningen var å integrere LPS som planleggingsmetodikk, på grunn av dets evne til å introdusere pull-mentalitet. Hensikten med masteroppgaven er å utvikle en konkret strategi til hvordan man kan snu den dominerende push-mentaliteten som ble observert i BREEAM-NOR-prosjekter til en pull-mentalitet, noe som kan bidra til å øke BREEAM-NORs miljømessige gevinster. Dette kan potensielt være lønnsomt for alle parter i et BREEAM-NOR-prosjekt og bidra til en mer bærekraftig byggeindustri over et lengre tidsperspektiv.

Et case-studie bestående av tre ulike prosjekter ble utført i samarbeid med entreprenørselskapet Kruse Smith i Stavanger. Alle prosjektene tok i bruk LPS, og to av dem siktet mot BREEAM-NOR-sertifisering i klasse Excellent. Datainnsamling ble foretatt på flere måter. Til sammen 12 dybdeintervjuer ble utført med ulike nøkkelroller i de tre prosjektene: baser, formenn, byggeleder, trainee, prosjektleder og Akkrediterte Profesjonelle (AP). Observasjon av møter i LPS-systemet ble også foretatt og totalt 8 møter ble observert. Dette omfattet basemøter og utkikksmøter som ble benyttet i prosjektplanleggingen. I tillegg ble også en dokumentgjennomgang av selskapets interne dokumenter gjennomført for å få oversikt over dets rutiner og praksis angående BREEAM-NOR og LPS.

Oppgavens funn bekrefter eksistensen av de samme utfordringene som i prosjektoppgaven, og hypotesen om dominans av push-strategi i BREEAM-NOR-prosjekter. Forfatterens mistanke om at BREEAM-NOR-prosesser og LPS-systemet løp relativt uavhengig av hverandre ble også bekreftet. I tillegg ble noe forbedringspotensiale angående utførelsen av LPS oppdaget. Som resultat ble en strategi for å hensiktsmessig integrere BREEAM-NOR-prosesser inn i LPS-systemet utarbeidet, og dermed endre planleggingstrategien fra push til pull. Oppgaven konkluderer med at prosjektene har mye å vinne på å implementere en slik strategi. Reduserte merkostnader, økt verdi for alle interessenter og mer bærekraftige prosjekter ansees som realistiske gevinster. Resultatene er også sammenfattet til en artikkel sendt inn som bidrag til

---

konferansen SBE16 i Tallin høsten 2016.



The topic of this master thesis is how to integrate BREEAM-NOR into a project's LPS-system, and is a continuation of a preliminary literature study. In this preliminary study, challenges as a consequence of BREEAM-NOR-certification of projects were identified. A probable cause for, and one possible solution to, these challenges was suggested. Suggested as a cause was excessive use of push-mentality and the utilization of LPS as a planning tool was presented as a potential solution. The objective of this thesis is to develop a specific strategy on how to turn the dominant push-mentality that was observed in BREEAM-NOR-projects into a pull-mentality. Such a shift in strategy can contribute to increase the environmental benefits of BREEAM-NOR. Potentially this could be profitable for all parties in a BREEAM-NOR-project and contribute to a more sustainable construction industry in the future.

A case-study with a multiple-case design was conducted in collaboration with the contractor Kruse Smith in Stavanger. The case study consisted of three projects, where all used LPS in planning and two of the projects aimed for a BREEAM-NOR-certification in the Excellent class. Several methods were utilized to collect data. A total of 12 in-depth interviews were conducted with key actors in all three projects including: squad bosses, foremen, construction supervisor, trainee, project manager and Accredited Professionals (AP). Observations of meetings in the LPS-system was also carried out in total of 8 meetings. Additionally a document review of the company's internal documents was conducted, to get an overview on its routines and practices regarding BREEAM-NOR and LPS.

The findings of the research confirms the existence of the same challenges as in the preliminary study, as well as the hypothesis on dominance of push-mentality in BREEAM-NOR projects. The authors' preconceived notion that BREEAM-NOR-processes and the LPS-system were running independently was also confirmed. Further, some potential for improvement was uncovered regarding the execution of LPS. As a result a strategy on how to expediently integrate BREEAM-NOR-processes into the LPS-system was developed, and thus alter the planning methodology from push to pull. The paper concludes that the projects have a lot to gain from implementing such a strategy. Reduced incremental costs, increased value for all stakeholders and more sustainable projects are considered realistic benefits. The results of the paper

---

is comprised into an article and submitted to the conference SBE16 in Tallin in the autumn of 2016.

Forord . . . . .	i
Sammendrag . . . . .	iii
Abstract . . . . .	vi
Figurliste . . . . .	xi
<b>Del 1 Prosessrapport</b>	<b>1</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>3</b>
1.1 Prosjektoppgaven . . . . .	3
1.2 Samarbeidspartner . . . . .	4
1.3 Problemstilling . . . . .	4
1.3.1 Forskningsspørsmål . . . . .	5
1.3.2 Begrensning . . . . .	5
1.3.3 Formål . . . . .	6
1.4 Hvorfor artikkel? . . . . .	6
<b>2 Teori</b>	<b>7</b>
2.1 Bakgrunn . . . . .	7
2.1.1 Bærekraftig utvikling . . . . .	7
2.1.2 Bærekraftig utvikling i byggbransjen . . . . .	7
2.1.3 Miljøsertifiseringssystem . . . . .	8
2.2 BREEAM-NOR . . . . .	9
2.2.1 Hva er BREEAM-NOR? . . . . .	9
2.2.2 Mål og hensikt . . . . .	9
2.2.3 Roller . . . . .	10
2.2.4 Oppbygning . . . . .	11
2.2.5 Beregning av poengsum og klassifisering . . . . .	12
2.3 Lean Construction . . . . .	13
2.3.1 Lean Project Delivery System . . . . .	14
2.3.2 Last Planner System . . . . .	16
2.4 Push og Pull . . . . .	18
2.5 Kruse Smiths interne praksis . . . . .	19
2.5.1 BREEAM-NOR . . . . .	19
2.5.2 Lean Construction . . . . .	19

2.6	Kvalitetsperspektivet . . . . .	20
<b>3</b>	<b>Metode</b>	<b>22</b>
3.1	Hva er metode? . . . . .	22
3.2	Valg av forskningsmetode . . . . .	22
3.3	Litteraturstudie . . . . .	23
3.3.1	Forskningsspørsmål . . . . .	24
3.3.2	Søkestrategi . . . . .	24
3.4	Case-studie . . . . .	25
3.4.1	Dybdeintervju . . . . .	25
3.4.2	Observasjon . . . . .	27
3.4.3	Dokumentgjennomgang . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Funn og diskusjon</b>	<b>30</b>
4.1	Funn og diskusjon . . . . .	30
4.1.1	Parallele prosesser . . . . .	30
4.1.2	Ansvarliggjøring ovenfor BREEAM-NOR . . . . .	31
4.1.3	Kunnskapsnivå . . . . .	32
4.1.4	Ulik oppfattelse av kunnskapsnivå . . . . .	32
4.1.5	BREEAM-NOR i utførelsesfasen . . . . .	33
4.1.6	Møtestrukturen . . . . .	33
4.1.7	Merkostnader . . . . .	34
4.1.8	Dokumentasjonsprosessen . . . . .	35
4.1.9	Tidlig involvering av BREEAM-NOR . . . . .	35
4.1.10	Ubenyttede data . . . . .	37
4.2	Konklusjon og strategi . . . . .	38
4.2.1	Konklusjon . . . . .	38
4.2.2	Forslag til strategi . . . . .	39
4.2.3	Bærekraft og samlet ytelse . . . . .	40
4.3	Resultatoversikt . . . . .	41
<b>5</b>	<b>Realisme og gjennomførbarhet</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>Samarbeidet</b>	<b>45</b>
6.1	Med selskapet . . . . .	45
6.2	Veilederne . . . . .	45
6.3	Forfatterfordelingen . . . . .	46
6.3.1	Arbeidsfordeling . . . . .	46
6.3.2	Fremdrift . . . . .	46
<b>7</b>	<b>Forslag til videre arbeid</b>	<b>49</b>
	<b>Referanser</b>	<b>56</b>
	<b>Del 2 Vitenskapelig artikkel</b>	<b>57</b>
	<b>Del 3 Vedlegg</b>	<b>71</b>

---

<b>Vedlegg 1: Prosjektbeskrivelser</b>	<b>73</b>
Arkivenes Hus . . . . .	75
Brannstasjonen . . . . .	77
Gullfaks . . . . .	79
<b>Vedlegg 2: Intervjuguider</b>	<b>81</b>
Prosjektledelse . . . . .	83
Formann og bas . . . . .	85
<b>Vedlegg 3: Mal for observasjon</b>	<b>87</b>
Basmøte . . . . .	89
Utkikksmøte . . . . .	93
<b>Vedlegg 4: Fremdriftsplan for artikkel</b>	<b>97</b>



## FIGURLISTE

1	Miljøklassifiseringsmodell (Cole, 1999) . . . . .	9
2	Oppsummering av BREEAM-kategorier og hovedområder (NGBC, 2012) . . . . .	11
3	Vekting av poengklasser(NGBC, 2012) . . . . .	12
4	Grenseverdiene for BREEAM-klassene(NGBC, 2012) . . . . .	12
5	Lean Project Delivery System (Ballard, 2006) . . . . .	14
6	Prosjektdefinisjonsprosessen (Ballard, 2006) . . . . .	15
7	Dannelsen av oppgaver i LPS (Ballard, 2000) . . . . .	16
8	Planleggingsnivåer i LPS (Skinnarland, 2010) . . . . .	18
9	Dannelsen av oppgaver i et push-system (Ballard, 2000) . . . . .	18
10	Dannelsen av oppgaver i et push-system (Ballard, 2000) . . . . .	19
11	Oversikt over intervjuobjekter i de ulike prosjektene . . . . .	26
12	Involveringsgrad i LPS og BREEAM-NOR av de ulike aktørene . . . . .	31
13	Illustrasjon av planlegging etter push- og pull-strategi . . . . .	36
14	Oppsummering av funn, diskusjon og konklusjon i den vitenskapelige artikkelen . . . . .	41
15	Illustrasjon av Arkivenes hus ved ferdigstillelse (Ipark Eiendom, 2016) . . . . .	75
16	Illustrasjon av den ferdige brannstasjonen (J. T. Olsen, 2015) . . . . .	77
17	Illustrasjon av det ferdige bygget (Revfem, 2014a) . . . . .	79





DEL 1 PROSESSRAPPORT



Miljø, og da særlig klima er et tema som har stått høyt på dagsorden til store deler av verdens land i mange år, og det er fortsatt like aktuell ('FN-Sambandet', 2015a). Global oppvarming som følge av menneskets handlinger, er et fenomen som størsteparten av verdens klimaforskere i dag enes om (Cook mfl., 2016), (Nuccitelli, 2015), (Cook mfl., 2013), og uenighetene som finnes dreier seg i hovedsak om størrelsen på de mulige konsekvensene (Samset, 2015). Mulige effekter av klimaendringene vil inkludere skader på natur og menneskers samfunn, dårligere levekår og større økonomisk forskjell i verden ('FN-Sambandet', 2015c). FN har gjennom sitt klimapanel og årlige klimaforhandlinger gått i spissen for dette arbeidet, og jobber daglig med å sette klima på dagsorden for verdens land. Det siste gjennombruddet for FN var en ny klimaavtale som ble vedtatt av nesten alle verdens land i Paris 12. desember 2015. Denne forplikter landene til å ytterligere redusere sine klimagassutslipp (Honningsøy, 2015), ('FN-Sambandet', 2015d).

Det er påvist at Byggenæringen i dag står for 40% av verdens energiforbruk (DiBk - Direktoratet for Byggkvalitet, 2015), både ved produksjon og drift av bygninger og infrastruktur. Bransjen er dermed under press for å minske sin påvirkning gjennom utslippsreducerende tiltak (Johansen, 2011), (Folvik, 2015), (Lien, 2015). Det eksisterer mange verktøy og programmer som skal sikre byggenæringens bidrag til reduser klimapåvirkning, blant dem er BREEAM-NOR det mest utbredte og anerkjente (NGBC, 2012), (BRE, 2011)

## 1.1. PROSJEKTOPPGAVEN

Problemstillingen i denne oppgaven baserer seg på funnene som ble gjort i arbeidet med prosjektoppgavenforfatterne også samarbeidet om i fjor høst. Der ble det forsøkt å avdekke effektene av push-strategi i prosjektorganisasjoner som tar i bruk BREEAM-NOR. Effektene ble deretter sett i sammenheng med Last Planner System (LPS) og det ble vurdert hvorvidt LPS kunne bidra til å redusere eller eliminere negative effekter som følge av push i prosjektene. Dette ble gjort gjennom et litteraturstudie av både ren teori og utførte studier.

Prosjektoppgaven konkluderte med at push-strategi førte til ytterligere utfordringer når prosjekter sertifiseres etter BREEAM-NOR og at det var ønskelig med et skifte i strategi fra push til pull. Videre ble det konkludert med at de observerte positive effektene ved implementering av LPS kunne overføres til byggeprosjekter som ønsker å oppnå BREEAM-NOR-sertifisering. Dermed kunne de push-relaterte utfordringene bli redusert gjennom et skifte fra push- til pull-strategi. Dette gjaldt dog ikke alle identifiserte utfordringer.

Som videre arbeid ble det foreslått å utvide fra et rent litteraturstudie til å samle inn empirisk data fra byggebransjen for å teste de formulerte hypotesene og teoriene. En sammenligning mellom BREEAM-NOR-prosjekter med og uten LPS-metodikk i utførelsesfasen ble nevnt som en interessant vinkling. Dette ville gitt et mye bedre grunnlag for å trekke en sikrere konklusjon enn i prosjektoppgaven, i tillegg til å i større grad kvantifisere resultatene gjennom enheter som byggetid, kostnader på grunn av omgjøring av arbeid, venting på materialer og lignende. For å utføre dette i stor skala krever det stor tilgang til fagpersoner og ressurser.

## 1.2. SAMARBEIDSPARTNER

For å møte dette behovet for ressurser ble derfor entreprenøren Kruse Smith AS i Stavanger kontaktet for å undersøke muligheten om et samarbeid med en videreføring av arbeidet i en masteroppgave. Kruse Smith AS ble blant annet valgt på grunn av deres kunnskap om og store erfaring med BREEAM-NOR. Fra selskapet ble en av deres Akkreditert Profesjonelle (AP), Aslaug Helberg, utnevnt som veileder. Helberg satte forfatterne i kontakt med nøkkelpersoner i tre av deres prosjekter. Casene beskrives nærmere i Vedlegg 1.

## 1.3. PROBLEMSTILLING

Arbeidet med prosjektoppgaven ledet til at et naturlig utgangspunkt for masteroppgaven ble å sammenligne BREEAM-NOR-prosjekter med og uten LPS-metodikk i utførelsesfasen. Den endelige problemstillingen nedenfor avviker dog fra den opprinnelige tanken. Dette skyldes i all hovedsak Kruse Smiths krav om å benytte Lean Construction som planleggingsmetodikk i alle sine prosjekter, noe som gjorde en sammenligning mellom BREEAM-NOR-prosjekter med ulik planleggingsmetodikk umulig. Den endelige problemstillingen for denne masteren utviklet seg gjennom samtaler med veiledere og nøyere undersøkelser av de tilgjengelige prosjektene.

Hovedproblemstillingen for masteroppgaven ble:

*Hvordan utnytte pull-effekten fra Last Planner System (LPS) til å redusere utfordringene knyttet til å sertifisere byggeprosjekter etter BREEAM-NOR?*

### 1.3.1. FORSKNINGSSPØRSMÅL

For å kunne svare tilstrekkelig på denne problemstillingen ble det også nødvendig å utvikle et sett med forskningsspørsmål. De to første forskningsspørsmålene ble inkludert for å få en sterkt faglig forståelse av Kruse Smiths interne rutiner og rammer, samt for å samle nødvendig data for hvordan rutinene utføres i praksis. Disse to forskningsspørsmålene skapte selve grunnlaget for analysen og tolkningen av data presentert i den vitenskapelige artikkelen. Besvarelsen av dem er gjort i prosessrapporten.

1. *Hva er Kruse Smith sin tolkning av LPS og hvordan skiller den seg fra teorien i Lean Construction?*
2. *Hvordan gjennomføres Kruse Smith sin versjon av LPS i praksis?*

De fire påfølgende forskningsspørsmålene legger til rette for analyse og tolkning av den kartlagte praksisen. Gjennom å vurdere utfordringene og hvordan de kan forbedres ved LPS var det mulig å svare på hvordan LPS som system kan optimalisere BREEAM-NOR prosjekter. En sammenligning med resultater fra prosjektoppgaven er inkludert for å styrke reliabiliteten til tidligere funn. Alle de tre spørsmålene nedenfor er forsøkt besvart i den vitenskapelige artikkelen, sammen med den endelige problemstillingen.

3. *Bidrar Kruse Smiths LPS-praksis til ønsket pull-effekt i prosjektene?*
4. *Hva er de mest fremtredende utfordringene som oppstår som følge av utvidede krav knyttet til BREEAM-NOR i byggeprosjektene til Kruse Smith?*
5. *Sammenfaller eventuelle kartlagte utfordringer med utfordringer observert i tidligere studier?*
6. *Hvordan kan arbeidet med BREEAM-NOR-sertifisering hensiktsmessig integreres i LPS-systemet for redusere identifiserte utfordringer?*

Prosessen med å utforme problemstilling og forskningsspørsmål har vært preget av stor frihet, og det har dermed i stor grad vært mulig å gå i ønsket retning. Dette har også medført større krav til begrensning av problemstillingen.

### 1.3.2. BEGRENSNING

En del tydelige begrensninger ble klare fra starten. Kruse Smiths tolkning av Lean Construction omfatter i hovedsak LPS-systemet. Noe som passet godt med innfallsvinkelen til prosjektoppgaven. Det ble derfor valgt å observere og kartlegge kun LPS strukturen i prosjektene, både for å kunne vurdere eventuelle behov for endringer eller forbedringer samt vurdere praksis og teori i selskapet. Naturlige begrensninger var også at de to prosjektene som skulle BREEAM-NOR-sertifiseres gikk for klasse excellent og at alle prosjektene var totalentrepriser. Antallet prosjekter i studien ble også naturlig begrenset av det faktum at det var disse som var tilgjengelige og relevante.

### 1.3.3. FORMÅL

En viktig del av arbeidet var å faktisk bekrefte de avdekkede utfordringene fra prosjektoppgaven. Dette fordi litteraturstudiet baserte seg på få kilder, da det ikke er mye informasjon tilgjengelig på området. Denne studien har også helt klart et begrenset omfang, men er ment å være enda et bidrag til fagområdet BREEAM-NOR i norske byggeprosjekter. Et annet formål med oppgaven var å kartlegge praksisen for LPS. Dette var nødvendig for å kunne foreslå en strategi som kan redusere utfordringene knyttet til BREEAM-NOR som følge av push i prosjektet. Dette er hovedfokus i den vitenskapelige artikkelen. Overordnet dette var også formålet å påvise at LPS er et verktøy godt egnet til å realisere det fulle potensialet i BREEAM-NOR. Et potensiale som kan bidra sterkt i å redusere byggebransjens miljøpåvirkning og bidra til mer bærekraftig utvikling.

## 1.4. HVORFOR ARTIKKEL?

Å forsøke å få masteroppgaven publisert var veileder Rolf André Bohnes idé. Forslaget ble godt tatt i mot av forfatterne som begge umiddelbart tente på ideèn. Mye fordi det selvsagt virker spennende å få en sjanse til å bli publisert, men også sjansen til å få mye større eksponering og enda flere som faktisk leser oppgaven. Det var derfor stor enighet om denne avgjørelsen.

I dette kapittelet vil det bli gjennomgått relevant bakgrunnsteori for begrepene BREEAM-NOR og Lean Construction, for å legge et grunnlag for senere diskusjon. For BREEAM-NOR vil sentrale roller og instanser bli forklart, formål og hensikt med verktøyet vil bli redegjort for, og det vil bli gjort en gjennomgang av klassifiseringssystemets oppbygning. For Lean Construction vil tankegangen bak systemet og prisnipper utredes, samt en introduksjon av metodikker brukt i LPS-systemet. En slik gjennomgang av teoretisk bakgrunnsstoff er ansett som nødvendig for å opparbeide god nok forståelse og tilstrekkelig begrepsapparat. På den måten skapes et grunnlag for å diskutere, dra slutninger og konkludere ut i videre litteraturstudier.

## 2.1. BAKGRUNN

### 2.1.1. BÆREKRAFTIG UTVIKLING

Som kapittel 1.1 tar for seg er bærekraftig utvikling, med særlig fokus på miljø, et tema som står høyt på dagsorden i verden . Klimaendringer som følge av menneskers utslipp er i stor grad påvist og fryktes å føre til store konsekvenser for kloden og menneskene på den ('FN-Sambandet', 2015b). Det er enighet om at verdens utslipp som følge av energibruk må ned, og dette krever store grep både av nasjoner og internasjonale aktører.

### 2.1.2. BÆREKRAFTIG UTVIKLING I BYGGBRANSJEN

Byggenæringen er en sektor som i dag står for 40% av verdens energiforbruk (DiBk - Direktoratet for Byggkvalitet, 2015) gjennom produksjon og drift av bygg og infrastruktur. Det er dermed naturlig at verdens økte fokus på klimautfordringer skaper press på byggebransjen for å minske sin påvirkning (Johansen, 2011), (Folvik, 2015), (Lien, 2015). En konsekvens av dette er at det stadig blir strengere miljøtekniske krav til nye bygninger fra det offentlige, og fra forbrukere (Garathun, 2014), (Kommunal og regionaldepartementet, 2009), (Hansesærtre, 2013). For eksempel er det nå en hjemmel i energiloven om at alle bygg må energimerkes (NVE - Norges Vassdrag og Energiforbund, 2014). Nye bygninger forventes å skulle bruke mindre energi i alle

faser av livssyklusen, men likevel kunne tilby samme kvalitet på innemiljø og design.

Det er opprettet mange verktøy som skal oppmuntre til miljøfokus i byggebransjen. Miljøfyrtårn og ISO 14001 er eksempel på verktøy som sertifiserer bedrifters miljøledelse i sin daglige drift (Miljøfyrtårn, 2015), (Teknologisk Institutt, udatert). I tillegg er klassifisering av byggs miljøpåvirkning i stigende grad populært i markedet i dag. For dette formålet eksisterer såkalte miljøsertifiseringssystem som har som hensikt å klassifisere og rangere bygg etter deres påvirkning på miljøet. Dette er et insentiv som oppmuntrer til å bygge mest mulig miljøvennlige bygg både for å redusere påvirkningen på miljøet, for egen prestisje og for å kunne innhente mulige økonomiske gevinster.

### 2.1.3. MILJØSERTIFISERINGSSYSTEM

Det finnes i dag mange ulike sertifiseringssystem for bygg i verden. Noen er internasjonalt anerkjent og brukes på tvers av landegrenser, mens andre i hovedsak er utviklet i og for enkelte land. De mest kjente systemene vil bli oppsumert nedenfor.

#### INTERNASJONALE SERTIFISERINGSSYSTEM

Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) ble utviklet av britiske Building Research Establishment (BRE) i 1990 og er med det verdens eldste miljøsertifiseringssystem. (BRE, 2015), (NGBC - Norwegian Green Building Council, 2015a). BREEAM brukes i 71 land og har ifølge sine egne hjemmesider sertifisert over 500 000 bygg (BRE, 2015).

Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) er et annet miljøsertifiseringssystem utviklet av U.S. Green Building Council (USGBC) i 2000 (USGBC - U.S. Green Building Council, 2015b). I følge USGBC sine hjemmesider benyttes LEED i over 150 land, og i august 2015 var sertifisert nesten 43 millioner kvadratmeter med bygningsareal (USGBC - U.S. Green Building Council, 2015a).

#### NASJONALE SERTIFISERINGSSYSTEM

Green Star er utviklet av Green Building Council of Australia (GBCA) som Australias sertifiseringssystem for bygninger (GBCA - Green Building Council Australia, 2015b). Green Star har eksistert siden 2003 og har sertifisert 1018 bygg i Australia (GBCA - Green Building Council Australia, 2015a). Tilpassede versjoner av Green Star benyttes også i andre land som for eksempel New Zealand og Sør Afrika (Kubba, 2012).

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) er en tysk ekvivalent til andre lands Green Building Councils. I 2008 opprettet de DGNB System som nasjonal sertifiseringssystem (DGNB - German Sustainable Building Council, 2015b). Per dags dato har de registrert 490 sertifiserte bygg. Dette systemet brukes i 20 land (DGNB - German Sustainable Building Council, 2015a), og DGNB ser dermed også ut til å kunne bli en internasjonal aktør å regne med.

Av andre land som benytter egne sertifiseringssystem kan blant annet Canada, Frankrike, Kina, Mexico og Malaysia nevnes (Kubba, 2012).



## MILJØSERTIFISERING I NORGE

I Norge har byggebransjen selv vedtatt at en tilpasset versjon, BREEAM-NOR, skal benyttes for å sertifisere bygg (NGBC - Norwegian Green Building Council, 2015a). Avgjørelsen ble offisielt tatt av Grønn Byggallianse i februar 2010 (Løvik & Lillegraven, 2010). Dette valget ble tatt på bakgrunn av undersøkelser (Tiltnes, 2010), (Tiltnes, 2009) som konkluderte med at BREEAM var mest tilpasningsdyktig for norske forhold (Drevon, 2011). BREEAM-NOR er utviklet av Norwegian Green Building Council (NGBC) som ble opprettet på initiativ fra Grønn Byggallianse, etter avgjørelsen om å innføre BREEAM i Norge (Grønn Byggallianse, 2015). Det er per i dag sertifisert 20 byggnigner i Norge (NGBC - Norwegian Green Building Council, 2015b).

## 2.2. BREEAM-NOR

### 2.2.1. HVA ER BREEAM-NOR?

BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) er et annerkjent klassifiseringsverktøy for bygg og eiendom, som dokumenterer forskjeller på miljø og helsebelastninger (NGBC, 2012). BREEAM-NOR er den norske tilpasningen av BREEAM utviklet av Building Research Establishment (BRE) i Storbritannia som ble lansert i 1990, og er verdens ledende miljøklassifiseringsverktøy (Sintef, 2011), (NGBC, 2012), (Schweber, 2013). BREEAM-NOR er utviklet av Norwegian Green Building Council (NGBC) og er den standarden som vil bli brukt som basis i denne oppgaven, da det er denne som er gjeldende for parksis i Norge. Heretter i dette kapittelet vil BREEAM-NOR kun bli omtalt som BREEAM.

### 2.2.2. MÅL OG HENSIKT

I følge Cole (1999) har miljøklassifiseringsverktøy tre distinkte roller:

- Å gi et felles og verifiserbart sett med kriterier og mål slik at bygningseiere kan strebe etter høyere miljømessige standarder
- Å gi en basis for informerte design/prosjekteringsavgjørelser
- Å gi en objektiv vurdering av en bygnings innvirkning på miljøet

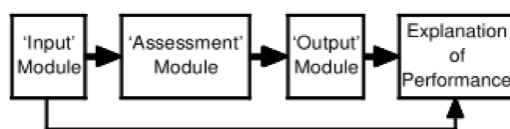


Fig. 1. Key feature of assessment method.

Figur 1: Miljøklassifiseringsmodell (Cole, 1999)

Figur 1 viser implisitte og eksplisitte nøkkeltrekk for alle miljøklassifiseringsverktøy (Cole, 1999), som også karakteriserer BREEAM. Dette kommer tydeligere fram

ettersom klassifisering og sertifisering etter BREEAM forklares. Formålene med BREEAM og dets målsetninger sammenfaller også med rollene Cole (1999) beskrev.

Formålet med BREEAM er i følge NGBC (2012) å:

- Gi anerkjennelse i markedet til bygg med lav belastning på helse og miljø
- Sikre at beste miljøpraksis blir innarbeidet i bygg
- Fastsette kriterier og standarder som overgår de som kreves ved forskrift, og utfordre markedet til å utvikle innovative løsninger som minimerer byggs miljøpåvirkning
- Bevisstgjøre eiere, brukere, designere og de som drifter byggene om fordelene ved bygg med høy miljøstandard
- Støtte virksomhetenes prioritering av samfunnsansvar og dokumentere framgang i forhold til miljø.

NGBC (2012) sier videre at ved å implementere bruken av BREEAM i byggeprosjekter ønsker man å oppnå følgende målsetninger:

- Å redusere byggs påvirkning på miljøet
- Å gjøre det mulig å anerkjenne bygg ut ifra dets miljøstandard
- Å tilby troverdig miljøklassifisering og -sertifisering for bygg
- Å stimulere etterspørselen etter bærekraftige bygg

Implementering av BREEAM i et prosjekt og sertifisering av bygninger krever at mange særdeles detaljerte kriterier møtes eller overskrides. Men underliggende for alle er fem fundamentale prinsipper: bærekraftige løsninger, tilretteleggelsen av et rammeverk, basis i stødig vitenskap, understøttelse av forandring og gi verdi til brukere. Forståelse og annerkjennelse av disse prinsippene gir innsikt i hensikten med, og systematikken i, BREEAM (BRE Global Ltd, 2015b).

### 2.2.3. ROLLER

#### BRE OG NGBC

BRE Global Ltd er en uavhengig organisasjon som tilbyr tredjeparts sertifisering av ulike produkter og systemer til et internasjonalt marked (BRE Global Ltd, 2015a). Dette omfatter miljøsertifisering etter verktøyet BREEAM som eies av BRE Global Ltd (BRE Global Ltd, 2015a). Norwegian Green Building Council (NGBC) er en uavhengig forening for bransjeledere i norsk bygg og eiendom, med 250 medlemmer, med et formål å øke miljøstandarder i norske bygg. I Norge er det NGBC som er autorisert av BRE Global til å beslutte og føre tilsyn med bruken av BREEAM-NOR og tilhørende veiledninger, publikasjoner, standarder og sertifisering (NGBC, 2012), (NGBC - Norwegian Green Building Council, 2015a).

## AP OG REVISOR

Akkreditert Profesjonell (AP) er en prosjektintern støtterolle til valg og endringer i prosjektering og design. Disse skoleres og autoriseres av NGBC, men forutsettes også å ha erfaringskompetanse. Deres rolle er å bistå prosjekter for å oppnå kostnadseffektive løsninger i tråd med BREEAM (NGBC, 2012).

Revisors rolle er å gi tredjeparts godkjenning, og han/hun er autorisert til å foreslå sertifisering etter BREEAM av NGBC. Denne rollen er til for å rådspørres, men kan ikke være del av tiltakshaver eller ha selvstendige oppgaver i prosjektet, da revisor gi uavhengig godkjenning. Revisors rapport må kvalitetssikres av BRE på vegne av NGBC før BRE utsteder sertifikat med klassifisering (NGBC, 2012).

## 2.2.4. OPPBYGNING

NGBCs tekniske manual for BREEAM beskriver hvilke krav som må tilfredstilles for å bli sertifisert. Utover dette tar den også for seg hva som kreves for å tilfredstille krav spesifikt for hvert klassifiseringsnivå. Den baserer seg på en såkalt “credit list” eller poengliste (NGBC, 2012). Bygninger klassifiseres etter total oppnådd poengsum på forskjellige områder, områdene er vist i figur 2.

<b>Ledelse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Driftsettelse</li> <li>• Påvirkning på byggeplass</li> <li>• Brukerveiledning for bygg</li> <li>• LCC</li> </ul>	<b>Avfall</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Byggavfall</li> <li>• Resirkulert tilslag</li> <li>• Gjenvinningsanlegg</li> </ul>
<b>Helse og innemiljø</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dagslys</li> <li>• Termisk komfort for brukerne</li> <li>• Akustikk</li> <li>• Innendørs luft- og vannkvalitet</li> <li>• Belysning</li> </ul>	<b>Forurensning</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruk og utslipp av kjølevæske</li> <li>• Flomrisiko</li> <li>• NO<sub>x</sub>-utslipp</li> <li>• Forurensning av vassdrag</li> <li>• Ekstern lys- og støyforurensning</li> </ul>
<b>Energi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Behov for energi</li> <li>• Lav- eller nullkarbonløsninger</li> <li>• Delmåling av energi</li> <li>• Energieffektive installasjoner</li> </ul>	<b>Arealbruk og økologi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomtevalg</li> <li>• Beskyttelse av økologiske funksjoner</li> <li>• Demping/forsterkning av økologisk verdi</li> </ul>
<b>Transport</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nærhet til kollektivtransport</li> <li>• Tilrettelegging for gående og syklist</li> <li>• Nærhet til fasiliteter</li> <li>• Reiseplaner og informasjon</li> </ul>	<b>Materialer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livsløpsvurdering av materialer</li> <li>• Gjenbruk av materialer</li> <li>• Ansvarlig innkjøp (sourcing)</li> <li>• Robusthet</li> </ul>
<b>Vann</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vannforbruk</li> <li>• Lekkasjedeteksjon</li> <li>• Gjenbruk og resirkulering av vann</li> </ul>	<b>Innovasjon</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mønstergyldige ytelsesnivåer</li> </ul>

Figur 2: Oppsummering av BREEAM-kategorier og hovedområder (NGBC, 2012)

Oppnåelig poengsum vil variere med hvilken type bygning det er snakk om, alt fra industri- til utdanningsbygg. Derfor er det viktig at prosjekttype og bygningskategori bestemmes på korrekt vis (NGBC, 2012). Innenfor hvert av de ti emnene er det flere poster hvor det er mulig å oppnå ulike mengder poeng.

## 2.2.5. BEREGNING AV POENGSUM OG KLASSIFISERING

Poengsummen for de ulike BREEAM-egnene må videre vektet. Summen av oppnådde poeng i hvert område omregnes til prosent oppnådde poeng av totalt oppnåelig innenfor hvert område, for deretter å igjen vektet prosentvis i henhold til tabellen i figur 3 under. Til slutt summeres prosent oppnådd poengsum for hvert område til en total prosent som sammenlignes med mulig oppnåelige poeng i prosent. På basis av dette kan man bestemme klassifisering etter gitte grenseverdier. De ulike klassifiseringskategoriene skilles med grenseverdier som oppgitt i tabellen i figur 4 også visst under

Vekting (%)		
Miljøområdene	Kun for innredningsarbeider	
Ledelse	12	13
Helse og innemiljø	15	17
Energi	19	21
Transport	10	11
Vann	5	6
Materialer	13,5	15
Avfall	7,5	8
Arealbruk og økologi	10	Ikke tilgjengelig
Forurensning	8	9
Innovasjon	10	10

Figur 3: Vekting av poengklasser(NGBC, 2012)

Tabell 3.1 Referanseverdier for BREEAM-NOR ver. 1.0

BREEAM-NOR nivåer	% poeng oppnådd
Pass	≥30
Good	≥45
Very good	≥55
Excellent	≥70
Outstanding*	≥85

Hvor % poeng oppnådd, angir andel oppnådd poeng av totalt oppnåelige poeng etter vektning (se under)

\*Merk: Det er tilleggskriterier for å oppnå Outstanding. Se veiledningen nedenfor.

Figur 4: Grenseverdiene for BREEAM-klassene(NGBC, 2012)

Prosessen for å regne ut klassifiseringsnivå er oppsummert punktvis i den tekniske manualen for BREEAM-NOR slik:

1. For hver BREEAM-kategori skal antall poeng som tildeles, bestemmes av en revisor i henhold til BREEAMs vurderingskriterier (beskrevet i de tekniske avsnittene av manualen til ordningen).
2. Prosentdelen av poengene som er oppnådd, blir beregnet for hvert miljøområde
3. Prosentdelen av poengene som er oppnådd, blir så multiplisert med den tilsvarende vektningen for miljøområdene (se notat nedenfor). Dette gir områdepoengene.

4. Områdepengene blir så lagt sammen for å gi totalt oppnådd poengandel. Oppnådd poengandel (i %) blir sammenliknet med referanseverdiene i figur 4 - dog forutsatt at alle relevante minstestandarder er oppfylt.
5. Et tillegg på 1 % kan legges til de endelige BREEAM-poengene for hvert innovasjonspoeng som er oppnådd (opptil maksimalt 10 %). (NGBC, 2012)

For å få utdelt poengene, må alle ytelser i henhold til kriteriene være ikke bare oppfylt, men også dokumentert (NGBC, 2012). Det er også verdt å merke seg at selv om aktuelt bygg er kvalifisert for en spesifikk klasse etter tabellen i figur 4, må også spesifiserte minstekrav være tilfredsstillt for å oppnå ønsket klasse og sertifikat (NGBC, 2012). Minstekravene nevnes ikke her, men beskrives detaljert i tabell 3.3 i teknisk manual for BREEAM-NOR. Klassifisering kan gjøres ved avslutning av to faser: design- og prosjekteringsfasen (DP) eller As Built. Førstnevne kan gi klassifisering for et midlertidig sertifikat, sistnevnte er endelig (NGBC, 2012). For å oppnå sertifisering til klasse “outstanding” er det i tillegg noen ekstra kriterier som må oppfylles. Bygget må ha oppnådd over 85% av totalt oppnåelige poeng, minstekravene må være oppfylte og det må produseres en prosjektpresentasjon i henhold til NGBCs mal (NGBC, 2012).

## 2.3. LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction skiller seg fra tradisjonelle prosjekttilnæringer ved å basere filosofien på prinsipper bak produksjonsledelse fremfor prosjektledelse (G. A. Howell, 1999). Mer presist er Lean Construction bygd opp på prinsippene bak Lean Production, en prosess utviklet av ingeniøren Ohno for Toyota.

Ohnos primære fokus lå i å eliminere alt som ikke tilførte produktet verdi (avfall) og holde en optimal produksjonsflyt. For å gjøre dette skiftet Ohno fokus på forbedringspotensial til hele produksjonslinjen, fremfor produktiviteten til hver enkelt arbeider eller maskin (G. A. Howell, 1999). Ohno flyttet også beslutningsmakten ned til produksjonsnivå og krevde at de ansatte ved samlebåndet stoppet produksjonen dersom feil ble oppdaget. I tillegg satte han krav til leverandører og designere om at komponenter skulle være optimalisert ikke bare for det endelige resultatet, men også for produksjonsprosessen. Lean Production prosessen har utviklet seg videre siden Ohno introduserte den, men den bygger fortsatt på det samme prinsippet: Å designe et produksjonssystem som leverer et produkt etter kundens ønsker umiddelbart på bestilling, men uten mellomlagring. (G. A. Howell, 1999)

Lean Construction bruker Lean Production sitt designkrav som grunnlaget for perfektjon, men det må presiseres at det er stor forskjell på å designe et unikt og komplisert prosjekt slik som et bygg og å produsere en standarddel i en samlebåndproduksjon (G. A. Howell, 1999). Så hvordan er Lean Construction tilpasset konstruksjonsprosjekter? I følge Koskela (2000) har konstruksjonsprosjekter i dag et sterkt fokus på å optimalisere verdien i de enkelte faser og man antar dermed at all verdi blir fastslått i begynnelsen. Dette bidrar til at bildet av helheten i prosjektet

forsvinner. Howel (1999) understreker at man burde da heller fokusere på å redusere negative effekter av at planlagte aktiviteter ikke ble gjennomført. Videre påstår han at Lean Construction skiller seg fra typiske prosjektgjennomføringspraksiser ved at det:

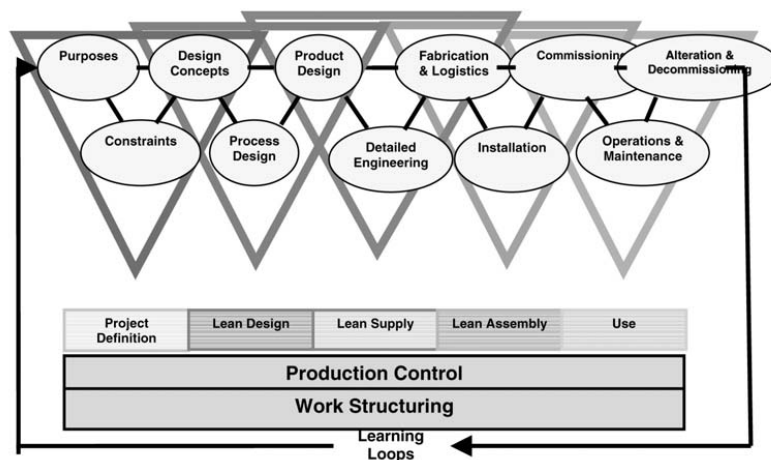
- Har klart definerte mål for leveringsprosessen
- Sikter mot å maksimere ytelsen til kunden på prosjektnivå
- Designer produkt og prosess samtidig
- Gjennomfører produksjonskontroll gjennom hele levetiden til prosjektet

Ved å flytte kontrollfokuset i prosjekter fra en “overåkende” holdning til en “få-det-gjort” holdning, og ved å skape en samhandling mellom design, leverandører og utførende, bidrar Lean Construction til en verdiøkning for kunden og en reduksjon i sløsing (LCI - Lean Construction Institute, 2015b). Ifølge Lean Construction NO (2012) er Lean Construction ”en ambisjon om å forstå og forbedre den prosjektbaserte produksjonen i byggebransjen i dag”. Denne ambisjonen gripes gjennom spørsmålet ”What kind of production is construction?” som tydelig trekker Ohnos teori om produksjon over i byggebransjens prosjektbaserte hverdag.

### 2.3.1. LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM

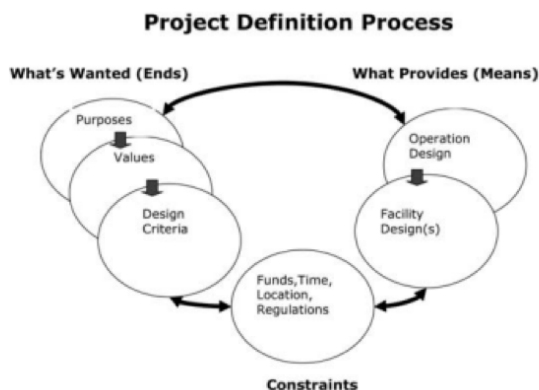
Lean Project Delivery System (LPDS) er et system utviklet av Lean Production Institute (LCI - Lean Construction Institute, 2015a). Systemet er tiltenkt å implementere prinsipper og verktøy fra Lean Construction i konstruksjonsprosessen for å kunne fasilitere planlegging og kontroll av prosjektet slik at verdien maksimeres og sløsing minimeres (LCI - Lean Construction Institute, 2015a).

Figur 5 viser en grafisk illustrasjon av LPDS. Figuren illustrerer tydelig et prosjekts oppdeling i faser. Det som skiller denne modellen fra tradisjonell tenkning er forholdet mellom fasene og deltakerne i disse fasene (Ballard & Howell, 2010). Dette er illustrert ved de overlappende trianglene i figuren, og en kort forklaring av fasene følger.



Figur 5: Lean Project Delivery System (Ballard, 2006)

*Project definition* Den første fasen skjer det en kobling mellom kunden og interessentenes mål, kriterier og designkonsept. Denne prosessen omtales som en samtale mellom de gjeldende partene hvor alle bringer noe til samtalen og sammen produserer de noe som ikke var definert fra før (Ballard, 2006). Samtalen handler om ”ønsker” (ends), ”behov” (means) og ”begrensninger” (constraints), men hvilken faktor som er utgangspunktet for designet er ikke alltid gitt. Forholdet mellom ønsker, behov og design er vist i figur 6



Figur 6: Prosjektdefinisjonsprosessen (Ballard, 2006)

Ballard (2006) fastslår at prosjektdefinisjonsprosessen skal ledes av prosjektlederen som står ansvarlig for kunden, men insisterer på at alle parter, også utførende skal inkluderes i denne prosessen. I denne fasen skal det gjennom innsamlet informasjon og kartlegging av behov utarbeides konsepter som ivaretar nettopp kundens behov. Kostnadsberegninger, varighet og gjennomførbarhet skal inkluderes i denne fasen og ikke utsettes til senere.

*Lean Design* Som for fasen prosjektdefinisjon ser Ballard og Howell (2010) for seg at designfasen går fremover gjennom samtale og at overgangen fra forrige fase er at designkonseptene som oppstod der videreutvikles. Strategien i denne fasen er å systematisk utsette alle store avgjørelser for slik å tillate mest mulig tid til å utforske og utvikle designkonseptene (Ballard & Howell, 2010). Dette skiller seg fra den tradisjonelle tanken om å velge en løsning så raskt som mulig og fokusere videre arbeidet rundt denne. Ballard og Howell (2010) definerer dette som en "Set-Based" strategi. I denne fasen skal det brukes gjensidig avhengige spesialister (kryssfunksjonelle grupper) som sammen videreutvikler konseptene innenfor de satte rammene til et endelig produkt- og prosessdesign. Olsen og Gjertsen (2010) siterer Ballard på at "Alle avgjørelser tatt i denne fasen har som mål å maksimere kundens verdi".

*Lean supply* Denne fasen omfatter delta/prosjekteringen av det endelige produkt- og prosessdesignet. Prosessen omfatter også detaljerte valg knyttet til fabrikkasjon, leveranser og innkjøp. I denne fasen linkes prosjektet til leveringskjedene som i utgangspunktet er uavhengige kjeder utenfor prosjektet. Å kartlegge leverandørnettverk er essensielt for å redusere produksjonstid og kostnader i prosjektet (Ballard &

Howell, 2010).

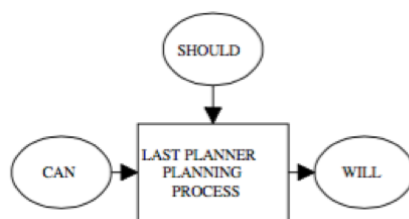
*Lean Assembly* Denne fasen starter når leveransene til prosjektet starter og avsluttes når kunden kan ta i bruk det endelige produktet. (Ballard & Howell, 2010)

Produksjonsledelsen gjennom prosjektet er illustrert i figur 5 ved de to rektanglene nederst "Production controll" og "Work Structuring". "Production control" oppnås gjennom planleggingsmetodikken Last Planner System som forklares i neste seksjon.

### 2.3.2. LAST PLANNER SYSTEM

Last Planner System (LPS) er et kontrollsystem utviklet av Glenn Ballard. Der-som ikke annet er oppgitt i teksten er informasjonen i dette kapittelet basert på hans dokotoravhandling; The Last Planner System of Production Control (Ballard, 2000). Her definerer han to komponenter for systemet: "production unit control" og "work flow control", som for denne oppgaveen refereres til som henholdsvis "kontroll av produksjonsenhet" og "kontroll av arbeidsflyt". Kontroll av produksjonsenhet er tenkt å bedre arbeidsoppgavene som fysisk skal utføres gjennom kontinuerlig læring og forbedring. Kontroll av arbeidsflyt er tenkt å bedre flyten på arbeidet på tvers av enheter i organisasjonen. Lean Construction NO (2012) omtaler LPS som "Det mest betydningsfulle og konkrete hjelpemiddelet Lean Construction - tilnærmingen til byggeprosessen så langt har gitt" .

Ideen bak LPS er å gjøre oppgavene som gjennomføres av mannskapet på bygge-plass til "sunne oppgaver". Løsningen for å oppnå dette er å skape et samspill mellom hva som VIL (WILL) bli gjennomført, hva som KAN (CAN) bli gjennomført og hva som BURDE (SHOULD) bli gjennomført. Ballard skriver at planleggingen av arbeidsoppgavene i et prosjekt bør best mulig koble det som VIL gjennomføres med det som BURDE gjennomføres innenfor rammene til det som KAN gjennomføres. Oppsummert er sunne aktiviteter, aktiviteter som da KAN gjennomføres. Dette er er illustrert i figur 7.



Figur 7: Dannelsen av oppgaver i LPS (Ballard, 2000)

Ballard poengterer at denne måten å gjennomføre oppgaver på sjelden forekommer i byggeprosjekter. Dessverre er det ofte lite skille mellom BURDE og KAN: Hva VIL vi gjøre nå? - Hva enn som haster mest/Hva enn som står i fremdriftsplanen. Denne måten å tenke på fører til ledere som anser det som sin jobb å holde et høyt press på sine ansatte på tross av tydelige hindre. En slik svikt i proaktiv kontroll i produksjonen skaper en økt følelse av usikkerhet. Den hindrer også bruken av arbeiderne som planleggingsverktøy og påvirkningskraft på fremtidige oppgaver. Det



påpekes at det er nødvendig å skifte fokuset fra kontroll over arbeiderne til kontroll over arbeidsflyten som kobler prosjektet sammen.

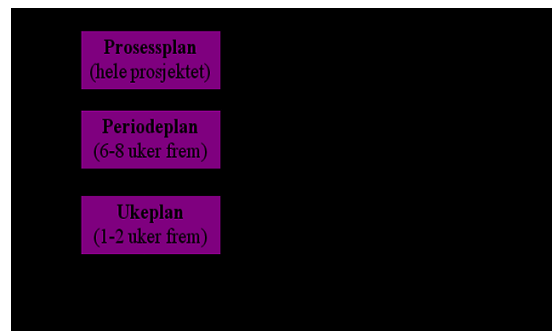
**Kontroll av produksjonsenhet** Hovedfokuset for kontroll av produksjonsenhet er koordinering av oppgaver innad i én enhet i organisasjonen. I tilfellet med LPS er det fokus på arbeidsoppgavene som fysisk utføres på byggeplass. Ballard definerer de sentrale kriteriene for en oppgave av god kvalitet som følgende:

- Oppgaven er godt definert
- Det er planlagt riktig rekkefølge på arbeidsoppgavene
- Det er planlagt riktig mengde arbeid
- Arbeidet planlagt er praktisk, det vil si at det er gjennomførbart

I tillegg til å sikre oppgavens kvalitet i seg selv beskriver Ballard metoden ”Prosent Plan Utført” (PPU). PPU måler antall planlagte aktiviteter, delt på antall planlagte aktiviteter, i prosent. Utfallet at PPU er ment å gi en indikasjon på hvor god kontroll produksjonsenheten har på prosessen frem til oppgaven skal utføres. Om en oppgave faktisk utføres er en lettere måte å måle om man har en god plan, enn å prøve å kartlegge planens nivå før utførelse. Sett i lys av LPS blir PPU et mål på hvor mange oppgaver i kategorien VIL som suksessfullt ble overført til kategorien KAN.

**Kontroll av arbeidsflyt** Kontroll av arbeidsflyt skjer i LPS gjennom en ”utviklingsprosess”. Hovedelementet her er såkalte utviklingsmøter, som avholdes jevnlig og ser på produksjonen et bestemt antall uker frem i tid. Fremdriftsmøter og fremdriftsplaner er ikke ukjente begreper i byggebransjen og brukes i de fleste prosjekt, men utviklingsmøter og utviklingsplaner skiller seg fra den tradisjonelle tankemåten ved at oppgavene ikke bare skal plasseres i tid, men også godkjennes for gjennomføring.

I tradisjonelle fremdriftsplaner står ofte aktivitetene som BURDE bli gjennomført, uten en vurdering av om disse KAN bli gjennomført. Alle aktiviteter som blir plassert på utviklingsplanen må være delt ned i detaljer som gjør dem gjennomførbare, deretter gjennomgår de en hindringsanalyse som skal kartlegge hva som må være på plass for at aktiviteten skal være mulig å gjennomføre. Typisk er det bare oppgaver hvor man er sikker på at alle begrensninger og hindringer er eliminert som får gå videre i utviklingsplanen, og som til slutt blir inkludert i den ukentlige planen, produksjonsplanen. Produksjonsplan er planen til dem som faktisk utfører oppgavene, og skal inneholde alle oppgavene som fysisk skal utføres en uke fremover i tid. I tillegg til utviklingsplaner og produksjonsplaner nevner Ballard faseplaner som et verktøy for LPS-prosessen. Her brytes den overordnede fremdriftsplanen for prosjektet ned i mindre elementer gjennom et samarbeid med alle tekniske disipliner i prosjektet. Det er disse oppgavene som igjen bearbeides før de plasseres på utviklingsplanen. Skinnarland og Moen (2010) oppsummerer de ulike planleggingsnivåene ved hjelp av figur 8.

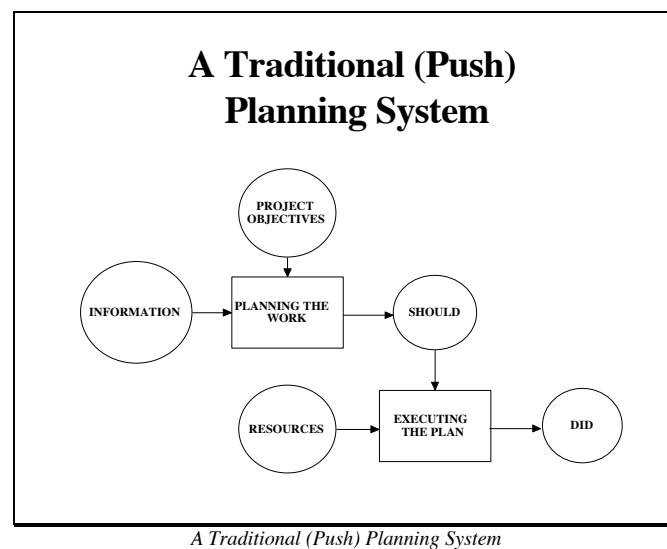


Figur 8: Planleggingsnivåer i LPS (Skinnarland, 2010)

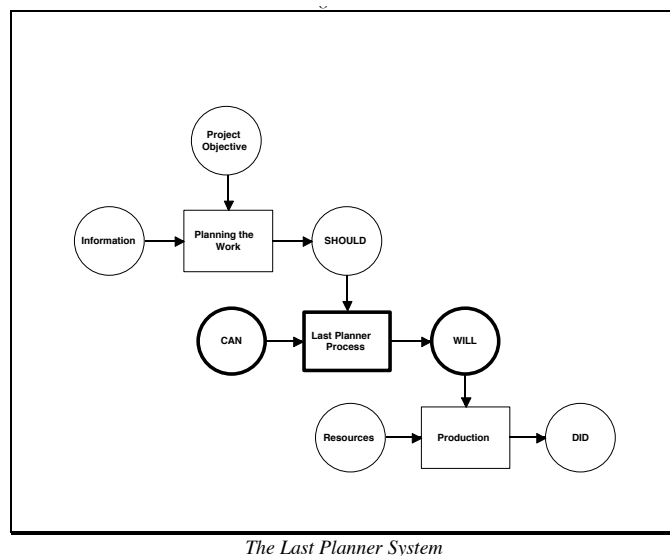
Arbeidsflyten kan oppsummeres i følgende: Oppgaver som de involverte i prosjektet mener BURDE bli gjennomført settes opp i en faseplan. Disse må brytes ned i detaljerte faktiske oppgaver som er gjennomførbare og bli analysert i en hindringsanalyse. Dette for å sikre at det som BURDE gjennomføres KAN gjennomføres. Videre blir oppgavene plassert på utkikksplanen og for hver uke frem i tid sikres det at oppgavene fortsatt KAN gjennomføres uten hindring. Dersom aktiviteten til slutt har flyttet seg fremover alle ukene i utkikksplanen blir den plassert i produksjonsplanen og VIL dermed gjennomføres.

## 2.4. PUSH OG PULL

Ifølge Ballard (2000) er pull, eller trekking, en metode for å introdusere informasjon og/eller materialer i en byggeprosess. Metoden er et alternativ til push, eller dytting, som preger byggebransjen slik den fungerer i dag. Ved bruk av pull skal man trekke ut informasjon om hva som kan gjøres fra situasjonen i prosjektet der og da. Dette i kontrast til push, hvor man dytter informasjon om hva man skal gjøre gjennom systemet uavhengig status quo i prosjektet. Forskjellen på disse to tankesettene er best illustrert ved figur 9 og figur 10 nedenfor.



Figur 9: Dannelsen av oppgaver i et push-system (Ballard, 2000)



Figur 10: Dannelsen av oppgaver i et push-system (Ballard, 2000)

Figuren til venstre illustrerer hvordan oppgavene settes i gang etter de er bestemt at de BURDE gjøres (push), mens figuren til høyre viser hvordan oppgavene som BURDE gjennomføres først blir gjort om til oppgaver som KAN gjennomføres. Kvalitetssikring av arbeidsoppgavens gjennomførbarhet ved faseplanlegging, utviklingsmetodikk, hindringsanalyser og produksjonsplaner er å regne for pull-teknikker. LPS faller dermed under definisjonen av et pull-system.

## 2.5. KRUSE SMITHS INTERNE PRAKSIS

### 2.5.1. BREEAM-NOR

Kruse Smith er en aktør som har langt farstid i Norge. Deres kontorer på Kanalsletta på Sola ble bygget til BREEAM-sertifisering i 2012, noe som betyr at de gjennomførte denne prosessen før BREEAM-NOR var offisielt lansert. Dette var et stort initiativ fra firmaets ledelse og ansatte og dette sammen med stort engasjement rundt BREEAM og bærekraft har gjort at Kruse Smith er et av de firmaene i Rogaland som sitter på størst kunnskap og erfaring når det kommer til gjennomføringen av BREEAM-NOR prosjekter.

Internt i sine systemer begrunner Kruse Smith sitt BREEAM-engasjement med en økende etterspørsel hos kunder, byggherrer og leietakere. BREEAM-kompetanse er nødvendig, ifølge dem, for ikke å falle ut av markedet. Kruse Smith understreker også viktigheten av å følge opp BREEAM-NOR i alle prosjektets faser for å sikre høy kompetanse hos sine ansatte. Kruse Smith jobber mot dette målet, blant annet, gjennom kursing av de ansatte tidlig i prosjektfasen.

### 2.5.2. LEAN CONSTRUCTION

Som de fleste selskaper har Kruse Smith tilpaset Lean Construction noe til sin egen ideologi og gjennomføringsmetodikk. Gjennom studier av dokumenter i Kruse Smiths database kunne man bekrefte at deres Lean praksis i all hovedsak er en adop-

sjon og tilpasning av Glenn Ballards LPS-system til egen praksis. Det er dermed en begrenset del av Lean Construction som er implementert i Kruse Smiths systemer. Deres fokus ligger i nøkkelordene *"Involverende Planlegging"* noe som preger deres definisjon av møtetyper, - struktur og -gjennomføring. Kruse Smith har i tillegg til maler for møter og aktiviteter nesatt tre minimumskrav som må være oppfylt for at deres prosjekt kan kalles et Lean prosjekt: (1) Hindringsanalysen brukes aktivt, (2) Det er arbeidsdeling i tid og (3) Det er plansystem i forhold til ulike tidshorisont.

Kruse Smiths versjon av LPS er i stor grad lik den presentert av Ballard (Ballard 2000) men noen mindre tilpasninger er gjort. Det er blant annet innført et ekstra møte i strukturen på et enda lavere plan enn i Ballards doktoravhandling; lagsmøtet. her er det basen som leder møtet for sitt lag. Dette møtet har samme tidsperspektiv som Ballards basemøte på én uke, og Kruse endrer dermed tidsperspektivet for sitt basemøte til å være 1-2 uker frem. Kruse har også utarbeidet egne maler for møteagenda og hindringsanalyse. Disse er tilpasset deres prosjekter både i oppsett, tidsramme og agenda.

## 2.6. KVALITETSPERSPEKTIVET

Bruken av verktøy som BREEAM og Lean Construction bunner som vist gjennom teorien ut i et ønske om forbedring. BREEAM søker å forbedre praksis i byggebransjen og miljøprestasjonene til fysiske bygninger, mens Lean Constructions mål er å øke verdiskapningen for både kunde og leverandør. Å forbedre noe eller å øke noe sin verdi, som fpr eksempel ved verdiskapning, kan generelt sees som synonymt med begrepet kvalitetsøkning. Å forbedre prestasjoner eller egenskaper i et produkt, kan føre til økt kvalitet i produktet. Denne økningen i kvalitet vil oppfattes ulikt fra forskjellige perspektiver, for eksempel vil leverandør og bruker av et produkt vil ha ulike nytte av en slik økning i verdi. "Å øke i verdi" er et vidt begrep, men det kan sees i sammenheng med hva interessenter i denne verdien prioriterer.

Som tidligere påpekt blir bygningers påvirkning på miljøet i større og større grad en aktuell tematikk i dagens samfunn, og kravene til bygningers prestasjon øker i takt med dette. Derfor er det utviklet mange ulike miljøsertifiseringsverktøy over hele verden, som alle ønsker å oppfylle samme funksjon ved å rangere bygg etter deres miljøprestasjon. Det kan argumenteres for at det implisitt i dette ligger bevis på at miljøsertifisering er en form for kvalitetssikring. Interessen fra samfunnet angående økt bærekraftighet og lavere miljøpåvirkning blir forsøkt sikret, gjennom å pålegge seg selv som aktør krav for teknisk utførelse av prosjektet. Miljøsertifisering er frivillig, og ikke noe som er pålagt fra staten, men norsk byggenæring har selv tatt initiativ og stiller seg bak verktøy som BREEAM (Dagestad, 2015). Tydelige og målbare kriterier for bærekraft gir byggenæringen incentiver til å strekke seg langt utover myndighetenes minstekrav (Dagestad, 2015). Slik øker miljøsertifiseringsverktøy som BREEAM byggets miljøkvaliteter og fungerer i tillegg som et styringsverktøy for kvalitet (Rambøll, 2014), da krav som legges til grunn for sertifisering skal dokumenteres og godkjennes fra eksterne og uanvhengige instanser. Som aktør blir man dermed kvalitetsstemplett både utad for bransjen og samfunnet,

gjennom å vise engasjement for å bidra til en bærekraftig samfunnsutvikling.

En kvalitetsskring av prosessen og teknisk resultat sikrer også et kvalitetssikret produkt for brukere. Hvis de tekniske kravene som stilles oppfylles, fører dette til høyere kvalitet for brukere. Eksempler er forbedret inneklime som følge av tilstrekkelig og korrekt dimensjonert ventilasjon, og gode lysforhold sikret gjennom utsyn og tilstrekkelig tilgang til naturlig lys. Ved sertifisering etter verktøy som BREEAM oppnår man dokumentert kvalitet for bygningers brukere eller leietagere (Nohre-Walldén, 2015). Da alle klassifiseringer etter BREEAM også krever høyere standard enn TEK-10 (NGBC - Norwegian Green Building Council, 2015b), er det grunn til å si at gjennomføring og prosjektering etter BREEAM medfører en kvalitetsøkning fra tradisjonell praksis.

Lean Construction skaper som tidligere påpekt økte verdier gjennom sin evne til å eliminere uønsket bruk av ressurser og optimalisere arbeidsflyten. Fra en bruker eller kundes perspektiv, skal en slik tilnærming til produksjonsprosessen maksimere verdien for dem. Et system som LPDS er (beskrevet i kapittel 2.2.1) designet for å fasilitere planlegging og styring i et byggeprosjekt. Dette skal sikre at brukers behov og interesser er ivaretatt og dermed maksimere verdien for dem. Dette vil, som det ble argumentert for tidligere, være det samme som å sikre kvalitet for brukeren. Samtidig er formålet med Lean Construction også å skape økte verdier for bedriften, noe som oppnås gjennom en bedret prosess for å frembringe sluttresultatet. Det sees på som en kvalitetsstempling av egen bedrift å ha god evne til å skape verdi og kvalitet for sine kunder og brukere. Dette kan det argumenteres for at burde inkluderes i en hver forretningsmodell. Generelt beskriver LPS metodikker som prioriterer samhandling og involvering av berørte parter for å ende opp med et resultat som er mest mulig gunstig for alle. Her ligger fokuset på prosess, og hvordan en effektiv produksjon med lite sløsing også sikrer kvalitet.

### 3.1. HVA ER METODE?

Dalland (2012) siterer sosiologen Vilhelm Aubert på følgende formulering for å forklare hva en metode er:

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

Omformulert kan en metode dermed beskrives som hvordan man skal gå frem for å tilegne seg, eller behandle informasjon. Valget av metode bør kunne begrunnes i at metoden vil gi faglig interessante data og vil kunne belyse problemstillingen som er valgt på en faglig interessant måte (Dalland, 2012).

### 3.2. VALG AV FORSKNINGSMETODE

Ved valg av metode må det først vurderes om man skal benytte kvalitativ eller kvantitativ metode. Kvalitativ metode søker å omgjøre kunnskapen den henter til tall eller målbare resultater, mens kvalitativ metode søker å fange opp aspekter som ikke kan måles. For eksempel meninger eller opplevelser (Dalland, 2012).

For å svare på oppgavens problemstilling var det nødvendig å oppnå en helhetsforståelse av hvorfor prosjektene gjennomføres som de gjør. Derfor ble kvalitativ forskningsmetode et naturlig valg. De vanligste metodene innen kvalitativ forskning er intervju og observasjon (Thagaard, 2010). Da forfatterne hadde tilgang til tre ulike prosjekter i Kruse Smith ble case studie valgt som metode, og her ble intervjuer og observasjoner utført i. I tillegg var informasjon fra eksisterende litteratur en viktig kilde, gjennom et litteraturstudie forfatterne hadde utført i forkant. I følge Thagaard (2010) er også kvalitativ forskningsmetode godt egnet i tilfeller hvor det er lite forskning på området fra før. Da BREEAM-NOR er relativt nytt i Norge og derfor lite undersøkt blir kvalitativ metode en hensiktsmessig tilnærming.

Denne oppgaven benytter flere typer triangulering for å styrke validiteten i de inn-

samlede data. Patton (2002) beskriver fire trianguleringstyper som styrker et studie: (1) metodetriangulering-bruken av flere metoder for å studere ett fenomen, (2) datatriangulering-bruken av data fra flere kilder i ett studie, (3) forskertriangulering-bruken av flere forskere i samme studie og (4) teoritriangulering-bruken av flere perspektiver for å tolke ett datasett. I dette studiet er de tre første typene benyttet ved at man bruker flere metoder, intervjuer flere ulike roller og er to forfattere som tolker alle data.

#### VALIDITET OG RELIABILITET

Dalland (2012) stiller to krav til data for at de skal ha verdi for studiet; relevans og pålitelighet. En annen vanlig formulering av disse kravene er validitet og reliabilitet, uttrykk som ofte benyttes i faglitteraturen (Aveyard, 2010), (Thagaard, 2010), (Kunnskapssenteret.com, 2015). Pålitelighet, eller reliabilitet referer ifølge Thagaard (2010) til spørsmålet om en annen forsker vil komme frem til samme resultat dersom han eller hun benytter samme metode, det vil si repliserbarheten til resultatene. Relevans, eller validitet knytter Thagaard (2010) opp mot selve tolkningen av dataene. Validitet handler om gyldigheten av forskerens tolkningen og om resultatene faktisk representerer den virkeligheten som er studert.

For all forskning tilknyttet denne oppgaven må forfatternes egen subjektivitet regnes som en mulig feilkilde, da kvalitativ metode er underlagt subjektiv tolkning. Forfatternes bakgrunn vil dermed til en viss grad alltid påvirke det endelige resultatet. Det har for hver metode vært viktig å kartlegge metodens reliabilitet og validitet og slik forsøke å begrense alle feilkilders mulige påvirkning på resultatene.

### 3.3. LITTERATURSTUDIE

I forkant av arbeidet med denne oppgaven ble det utført et litteraturstudie som undersøkte hvilke problemer som oppstod som følge av BREEAM-sertifisering i konstruksjonsprosjekter. Videre ble det undersøkt om disse problemene sammenfalt med problemer som er dokumentert forbedret gjennom bruken av LPS i prosjekter. På grunnlag av dette litteraturstudiet ble en implementering av LPS i BREEAM-prosjekter foreslått. Da dette litteraturstudiet er en veldig stor del av det videre arbeidet for denne prosjektoppgaven inkluderes også teorien for litteraturstudie i dette kapittelet.

Litteraturstudie er en av flere kvalitative forskningsmetoder, og defineres av Aveyard (2010) som "Et omfattende studie og tolkning av litteratur som omhandler et bestemt emne" (2010, s. 1). I et litteraturstudie analyseres relevant litteratur systematisk, slik at forfatteren kan svare på sine forskningsspørsmål, og slik tilegne seg innsikt om emnet fra flere sider (Aveyard, 2010). I oppgaven ble store mengder informasjon undersøkt og relevansen av de ulike kildene vurdert. Litteraturstudiet er forsøkt utført som et systematisk studie med klare forskningsspørsmål og en klar søkestrategi, samt med en entydig og repeterbar gjennomgang av litteraturen.

### 3.3.1. FORSKNINGSSPØRSMÅL

Litteraturstudiet ble utført med hovedmål å svare på forskningsspørsmålene formulert i prosjektoppgaven. Disse spørsmålene ble tydeligere formulert etter som litteraturstudiet ble gjennomført for å naturlig avgrense studiets fokusområde. Denne konkretiseringsprosessen må sees på som en naturlig prosess for til slut å oppnå mest mulig nøyaktige forskningsspørsmål og problemstilling.

### 3.3.2. SØKESTRATEGI

En søkestrategi ble utviklet for oppgaven etter Aveyards (2010) prinsipper. For denne oppgaven bestod strategien av: *Å fastslå hvilken type litteratur det søkes etter.* Det var masteroppgaver, artikler og doktoravhandlinger som viste seg å være mest relevante og søkene ble konsentrert rundt denne typen artikler.

*Å utvikle søkeord/søkekombinasjoner som er logiske og relevante.* Da denne oppgaven søkte å finne kilder som tok for seg implementeringen av BREEAM-NOR og Last Planner System og effekter av dette, ble naturlige søkeord *BREEAM-NOR, Last Planner System, Lean Construction, implementering, effekter og problemer.* Andre søkeord ble også benyttet dersom det ble ansett som hensiktsmessig, men de ovenfornevnte ordene var de mest sentrale.

*Å videre undersøke relevante kilder sitert i funnet litteratur.* Ved å undersøke de kildene som hyppig refereres til i litteraturen øker man sjansen for å dekke størst mulig område av litteraturen. Slik minskes faren for å "håndplukke kilder" eller bare inkludere de første kildene man kommer over i litteratursøket (Aveyard, 2010).

*Å velge hensiktsmessig og troverdig søkemotor.* Ved litteratursøk for denne oppgaven ble i hovedsak søkemotoren Oria benyttet ([www.oria.no](http://www.oria.no)). Dette er en søkemotor levert av BIBSYS og søkene er gjort gjennom NTNUs portal. BIBSYS er et forvaltningsorgan underlagt Kunnskapsdepartementet i Norge (BIBSYS, 2015) mens NTNU er et høyt aktet norsk universitet. Begge disse aktørene regnes av forfatterne som høyst pålitelige og søkerresultater fra Oria ilegges derfor også høy pålitelighet.

#### VALIDITET OG RELIABILITET

Ved bedømmelse av validitet i litteraturstudiet er det viktig å være kritisk til forfatterne bak kildene. Deres empiri er en viktig faktor, og alle data ble derfor vurdert opp mot eksisterende teori på feltet. I tillegg må det vurderes om litteraturen som er undersøkt er relevant for problemstillingen som var ønsket belyst. Den faglige teorien som ble studert har høy validitet, da den belyser problemstillingen samt at teorien er anerkjent i faglige miljøer. For studiene som ble undersøkt er validiteten noe svakere, noe som skyldes den begrensede tilgangen på kilder. Dette ledet til at mindre relevante kilder ble benyttet for å få en bredere kunnskapsbase, samt at de studiene som er utført ikke alltid kan bekreftes av lignende studier.

Reliabiliteten til selve litteraturstudiet må sies å være god ettersom alle kilder som er undersøkt er tilgjengelige for nye undersøkelser, og er nøye dokumentert i prosessen.



### 3.4. CASE-STUDIE

I følge Yin (2014) kommer det i stor grad an på forskningsspørsmålene som skal besvares om casestudie er en passende metode. Jo mer forskningsspørsmålene søker å besvare hvordan eller hvorfor et eksisterende sosialt fenomen fungerer, jo mer relevant vil et casestudie være. (Yin, 2014). Denne oppgaven ønsker å undersøke hvordan utfordringer som følge av push-strategier i BREEAM-prosjekter kan reduseres ved hjelp av LPS. Dette innebar også undersøkelser av hvordan LPS-strukturen i prosjektene var bygget opp, og hvordan dennes strukturen fungerte. Begge aspektene syntes å tale for bruk av casestudie. Yin (2014) trekker fram det samme eksemplet. Hvis formålet hadde vært å undersøke “hva” utfallene av innføringen av et nytt system var, ville en spørreundersøkelse kunne være tilstrekkelig. Om det er ønskelig å finne ut “hvorfor” eller “hvordan” systemet fungerte vil en casestudie være mer passende. I tilfellet til denne oppgaven, hvor undersøkelser er gjort i tre separate prosjekter, vil studien være av et “multiple-case design” (Yin, 2014).

#### VALIDITET OG RELIABILITET

Validiteten og reliabiliteten av casestudier har vært et område for debatt (Yin, 2014) (Flyvbjerg, 2006), og en svakhet som ofte kommer fram er problematikken rundt generalisering av funn fra enkelte tilfeller (caser). En misforståelse Flyvbjerg (2006) mener å motbevise. Å kunne generalisere funnene fra denne oppgaven er i bunn og grunn ønskelig, i første omgang innad i selskapets egen virksomhet. Dette ansees ikke som uoverkommelig, og en videreføring utover selskapets grenser er heller ikke urealistisk etter forfatterens mening. Basert på Flyvbjergs teori (2006) er det konkludert med at selv om kunnskap ikke kan formelt generaliseres betyr ikke det at den ikke kan bli del av den kollektive prosessen som er akkumulering av kunnskap innenfor et gitt område. Spesielt kan dette være nyttig på områder som er lite forsket på, slik tilfellet er i denne oppgaven. I tillegg består som tidligere nevnt denne studien av tre separate caser, hvor en sammenfallenhet av mønster vil bekrefte eventuelle funns reliabilitet (Yin, 2014). På dette grunnlaget ble case-studie ansett som et passende valg av metode for undersøkelser i arbeidet med oppgaven.

#### 3.4.1. DYBDEINTERVJU

Intervjuer er regnet som en av de viktigste kildene til informasjon og bevis i en case-studie (Yin, 2014), og var derfor et naturlig valg for innhenting av data til oppgaven. Som Yin (2014) også beskriver minnet intervjuene mer om en guidet samtale mellom intervjuobjektet og forfatterne. Dette betegnes ofte som ustrukturerte- eller dybdeintervjuer (Yin, 2014). Forfatterens hensikt med valget av denne typen intervjuer er også som påpekt av Corbetta (2013), at intervjuobjektet skal dominere samtalen kun med rettleiding fra intervjuerne. På denne måten kan intervjuobjektet få mest mulig frihet til å uttrykke sine synspunkter, som var et viktig trekk forfatterne ønsket ved den innsamlede dataen. En slik struktur på intervjuene ble derfor valgt, slik at intervjuobjektene i stor grad skulle stå fri til å utdype om egne erfaringer.

For å holde en rød tråd i intervjuene ble to ulike intervjuguides utviklet og tilpasset de rollene som ble intervjuet. En guide ble utviklet for prosjektmedarbeidere i administrative stillinger, som prosjektleder, trainee og byggeledere. En annen ble utsatt for mindre modifikasjoner for å tilpasses mer praktiske roller, som i tilfellet til en bas. Denne modifiseringen ble gjort for at de ulike intervjuguidene skulle være mest mulig tilpasset arbeidsoppgavene til de ulike rollene. Etter en vurdering av hva som var ønskelig å samle av informasjon ble spørsmål forsøkt formulert mest mulig hensiktsmessig for å oppnå den ønskede effekten av en guidet samtale. Guiden fungerte også som et hjelpemiddel for å holde forfatterne på riktig spor underveis og sørge for at all nødvendig data ble innsamlet. Dette er noe av hovedformålet med en slik guide (Yin, 2014). I tillegg ble det valgt å ta opptak av alle utførte intervjuer. Yin (2014) mener dette er valg som baseres på personlig preferanse, men bruken av lydopptak har visse forbehold. Lydopptak bør eksempelvis ikke brukes når intervjuobjektet ikke føler seg komfortabel med det, det ikke foreligger noen spesifikk plan for transkribering, det tar oppmerksomhet bort fra intervjuet på grunn av tekniske vanskeligheter eller det brukes som et påskudd for å ikke høre etter. I dette tilfellet ble opptak valgt grunnet ønsket om å forhindre spesielt det sistnevnte punktet, forfatterne ønsket å kunne være tilstede i samtalen og komme med utdypende spørsmål der dette virket interessant eller nødvendig. Opptakets hensikt var også å frigjøre intervjuerne fra å bruke oppmerksomhet på å skrive ned det som ble sagt mest mulig nøyaktig, slik at intervjuobjektet følte at de ble hørt. Alle informanter ble gjort klar over at intervjuet ble tatt opp, og stod fritt til å avstå fra dette. Opptakene ble deretter transkribert, og sendt til den aktuelle informanten for godkjenning. Alle informanter er holdt anonyme, men er oppgitt etter deres rolle i prosjektet. Dette fordi deres rolle i prosjektet er sentral for funnene og besvarelse av problemstillingen.

Intervjuobjektene i case-studien ble valgt basert på deres rolle i prosjektet, da det var sentralt å samle data fra ulike perspektiver i organisasjonen. Dette støttes av Corbetta (2013), som påpeker viktigheten av å velge intervjuobjekter etter deres karakteristikker. I utgangspunktet var det planlagt at de samme rollene skulle intervjues i alle prosjektene, men det ble nødvendig å tilpasse intervjuobjektene etter hva prosjektene tillot av ressurser. Oversikt over de ulike intervjuobjektene i de ulike prosjektene vises i figur 11.

Prosjekt Intervjuobjekt	Arkivenes Hus	Brannstasjonen	Gullfaks
Bas	x	x	x
Formann	x	x	
Trainee			x
Byggeleder			x
Prosjektleder	x	x	x
AP	x	I.A	x

Figur 11: Oversikt over intervjuobjekter i de ulike prosjektene

## VALIDITET OG RELIABILITET

Antall intervjuer, det bevisste valget om å intervjuer de samme rollene i hvert prosjekt og utvalget av roller som ble intervjuet er alle faktorer som er med på bygge opp resultatenes reliabilitet og validitet. Flere kilder til bevis er et av hovedpoengene til Yin (2014) som en viktig del av prosessen for å underbygge resultater og funns validitet. Andre tiltak som å få informantene til å gjennomgå utkastet til den ferdige rapporten bidrar også til å bygge opp reliabilitet og validitet. I dette tilfellet ble som tidligere nevnt alle renskrevne intervjunotater fra opptakene sendt tilbake til den aktuelle informanten for godkjenning.

## 3.4.2. OBSERVASJON

Et grunnprinsipp for observasjonsstudier er at observasjon av mindre enheter kan bidra til å skaffe informasjon om generelle sammenhenger (Thagaard, 2010). Da hensikten med denne masteroppgaven var å innhente informasjon om Kruse Smiths LPS-praksis for å se sammenhengen med deres LPS-teori ble observasjonsstudie et naturlig valg av metode for datainnsamling. Observasjon innebærer seleksjon, der forskeren må avgjøre omfanget av deltagelsen, hvilke situasjoner han eller hun vil observere og hva som er fokus for undersøkelsen. Et viktig poeng med observasjon er å være til stede i informantens omgivelser slik at man kan studere deres naturlige handlinger og relasjoner (Thagaard, 2010).

For å oppnå høyest mulig validitet i forskningen observerte forfatterne faste møter på byggeplass i de ulike prosjektene, hvor de ble presentert for møtedeltagerne i forkant av møtene for å klargjøre deres rolle som observatører. For forfatterne var det naturlig å innta rollen som observatører uten deltagelse. Ifølge Thagaard (2010) er observasjon uten deltagelse et hensiktsmessig valg av observatørrolle i de tilfellene hvor en aktiv deltagelse vil spille inn på de relasjonene som skal observeres. Ved å innta en slik rolle i felten kunne forfatterne dokumentere Kruse Smiths LPS-rutiner mest mulig uavhengig av egen tilstedeværelse. Gjennom observasjonene var det ønskelig å oppnå en forståelse hvor hvordan LPS-systemet til Kruse Smith ble gjennomført i praksis. Videre ønsket forfatterne å dokumentere hvor vidt BREEAM var et tema på møtenes agenda. Det ble derfor naturlig å observere møter tilknyttet LPS-systemet, i dette tilfellet bas- og utkikksmøter, i alle prosjektene. Deltagelse på den tredje møtetyper i LPS; lappeteknikkmøter var ønsket, men ikke gjennomførbart da forfatterne ikke hadde anledning til å delta på det ene møtet som ble gjennomført iløpet av våren 2016. I alt ble det gjennomført observasjoner ved 3 basmøter og 5 utkikksmøter, fordelt på de tre prosjektene.

Fokuset for observasjonen ble for forfatterne å sammenligne møtenes struktur og gjennomførelse med de retningslinjer satt av Kruse Smith, samt dokumentere de tilfellene hvor BREEAM ble tatt opp som tema. Begge disse fokusområdene ble valgt utifra oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. I tillegg ble det naturlig å notere seg de elementene ved møtegjennomføringen som ikke fungerte optimalt, for å se hvor vidt en forbedring av disse elementene var essensielt for den videre utarbeidelsen av en planleggingstrategi. For to av prosjektene ble det tatt et valg om å

observere to påfølgende utkikksmøter. Dette valget ble tatt etter samtaler med prosjektledelsen, hvor det kom frem at møtene forfatterne først hadde deltatt på ikke representerte et typisk utkikksmøte i prosjektet. I det ene prosjektet hadde man gjennomført ren fremdriftsplanlegging fremfor utkikkplanlegging, mens man i det andre prosjektet hadde lagt om møtestrukturen og det var derfor det første møtet i sitt slag. Valget om å delta på to påfølgende møter ble tatt for å oppnå best mulig sammenligningsgrunnlag mellom de tre prosjektene.

#### VALIDITET OG RELIABILITET

Validiteten til observasjonstudiet vil preges av subjektiviteten til forfatterne. Relevansen til de innsamlede dataene preges av forfatternes tolkning, selv om det kan argumenteres for at de valgte møtene for observasjon har høy relevans for problemstillingen da de dekker et stort område av LPS-systemets oppbygningen. Observasjonenes validitet styrkes dog av at det er to forskere involvert i studiet. Ifølge Thagaard (2010) blir validiteten sterkere ved at disse to da kan gå gjennom hverandres analyseprosess med et kritisk blikk, en metode som er benyttet mye i denne oppgaven.

For observasjonsstudiet blir generalisering av resultatene en svakhet slik som ved case studiet. Det vil aldri bli mulig å gjenskape de eksakte møtene som forfatterne deltok på. Men som et bidrag til innsamling av kunnskap er dette studiet likevel en troverdig kilde.

#### 3.4.3. DOKUMENTGJENNOMGANG

Yin (2014) påpekte den viktige rollen dokumenter innehar i en hver innsamling av data i relasjon til case studie. Han kommenterer også at dokumentene bør presenteres på en måte som gjøre dem tilgjengelige for omverden i etterkant av studiet. Et dokumentstudie ble utført i forbindelse med denne oppgaven for å skape et sterkt nok kunnskapsgrunnlag om Kruse Smiths interne rutiner og rammer. Dokumenter som ble gjennomgått var interne modeller for Lean Construction prosjekter, kursmateriell for interne BREEAM-kurs, kursmateriell for interne Lean Construction kurs, møterefater, oversikter over antall planlagte og oppnådde BREEAM-poeng for de spesifikke prosjektene samt informasjonsmateriell for hvert av de tre prosjektene. På grunn av forfatternes konfidensialitetsavtale med Kruse Smith vil ikke noe av dette dokumentgrunnlaget gjøres tilgjengelig for omverdenen etter at denne oppgaven er avsluttet.

#### VALIDITET OG RELIABILITET

Validiteten og relevansen til dokumentene regnes fra forfatterne sin side som god, da de var nødvendige for å kunne tilegne et godt nok kunnskapsgrunnlag om Kruse Smiths interne rutiner og rammer. Noen av dokumentene viste seg naturligvis å være mer relevante enn andre, men alle var med på å bygge opp en database som forfatterne brukte gjennom hele prosessen. Reliabiliteten til dokumentstudiet er dog noe begrenset da disse det er basert på interne dokumenter med begrenset tilgang for allmenheten. Men dersom man gjennom Kruse Smith får tilgang til de samme

dokumentene som forfatterne var burde etterprøvarheten være problemfri.

## 4.1. FUNN OG DISKUSJON

Ett av hovedmålene med den gjennomførte case-studien var å bekrefte tilstedeværelsen av de utfordringene som ble identifisert i prosjektoppgaven. Samtidig ble det undersøkt hvorvidt bruken av LPS i prosjektene skapte den ønskelige pull-effekten, med tanke på å kunne redusere eller eliminere push-mentalitet. I det følgende kapitlet blir funn og observasjoner fra case-studiet analysert og diskutert for å svare på dette. Basert på analysen ble det utviklet en strategi på hvordan BREEAM-NOR hensiktsmessig kan bli integrert inn i LPS-modellen. Denne strategien blir presentert mot slutten av kapitlet. Kapitlet avsluttes med Figur 14, en figur som ble konstruert for å få en oversikt over observasjoner, konsekvenser og tiltak i arbeidet med den vitenskapelige artikkelen.

### 4.1.1. PARALLELLE PROSESSER

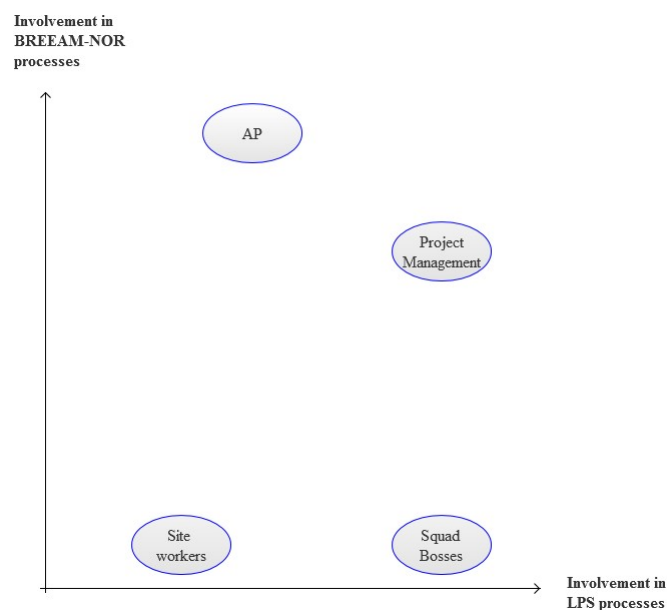
Intervju og observasjoner bekreftet mistanken om at BREEAM-NOR og LPS løp som to parallelle prosesser i prosjektene. En prosess fokuserte på BREEAM-NOR-sertifisering og en på planlegging og utførelse av prosjektet i henhold til LPS-modellen. Foruten kommentarer fra flere informanter, ble dette veldig tydelig understreket av det faktum at BREEAM-NOR ikke sto på agendaen i planleggingsmøtene. BREEAM-NOR ble tatt opp i ett av utviklingsmøtene, men kun som konsekvens av APs deltagelse. APen i dette prosjektet kommenterte selv at BREEAM-NOR mest sannsynlig ellers ikke ville blitt tatt opp i det hele tatt.

Å administrere planleggingen av prosjektet på denne måten kan bidra til å fremmedgjøre sertifiseringsprosessen i BREEAM-NOR for de involverte aktørene, og en sterkere korrelasjon mellom de to prosessene virker å være mere gunstig. En enkel måte å inkludere BREEAM-NOR i prosjektplanleggingen gjennom LPS kan være å inkludere det som et punkt på møtemalene som brukes, både i bas- og utviklingsmøtene. Slik kan det kontinuerlig skapes mer bevissthet om at prosjektet faktisk er et BREEAM-prosjekt, noe som igjen kan bidra til å redusere dobbeltarbeid på grunn

av misforståelser angående kravene fra BREEAM-NOR. Det kan også føre til at de involverte aktørene får en sterkere eierskapsfølelse til prosjektet, gjennom konstante påminnelser av fordelene og styrkene ved å bygge i henhold til BREEAM-NOR. En måte BREEAM-NOR ble inkludert i planleggingen og utførelsen av prosjektet var gjennom vernerunder på byggeplassene. Dette er ikke et verktøy fra LPS, men denne måten å inkludere BREEAM-NOR på i prosjektet virket å være en suksess. Alle informantene nevnte vernerunden når de ble spurt om hvordan BREEAM-NOR påvirker prosjektrutinene.

#### 4.1.2. ANSVARLIGGJØRING OVENFOR BREEAM-NOR

En annen observasjon gjort i case-studiet var at alt BREEAM-NOR relatert virket å kun være APs ansvar. Alle informantene i de to BREEAM-NOR-prosjektene bekreftet dette ved å kommentere at BREEAM-NOR hovedsaklig angikk AP. Noen var kanskje litt delaktig i prosessen, gjennom å delta på vernerunder eller bidra med dokumentasjon, men alle oppgaver relatert til BREEAM-NOR ble kun gjennomført på forespørsel fra AP. Det ble også notert at selv om AP sitter på alt ansvaret rundt hele sertifiseringsprosessen, var det kun kravet om dokumentasjon som ble fremhevet på planleggingsmøtene i LPS. Involveringsgrad i BREEAM-NOR og LPS for de ulike aktørene er forsøkt illustrert i figur 12, hentet fra den vitenskapelige artikkel.



Figur 12: Involveringsgrad i LPS og BREEAM-NOR av de ulike aktørene

Å ha et slikt hierarki når det kommer til ansvaret for BREEAM-NOR er en annen faktor som bidrar til en fremmedgjøring i prosjektene. For eksempel var det kun i LPS-møtene hvor en AP var tilstede at BREEAM-NOR ble tatt opp. Denne sterke begrensningen i ansvarsfordeling bidrar til å svekke eierskapskulturen for BREEAM-NOR, og forhindrer andre involverte aktører i å måtte gjøre noe. En bre-

dere fordeling av oppgaver kan hjelpe med å skape sterkere eierskap hos flere ulike prosjektmedlemmer. Hvis ikke kan dette fort bli et irritasjonsmoment for baser og underentreprenører når BREEAM-NOR kun blir tatt om på møter fordi AP må mase på og kreve inn dokumentasjon. Noe som kan resultere i en mer negativ holdning mot BREEAM-NOR.

#### 4.1.3. KUNNSKAPSNIVÅ

Gjennom intervjuene ble det også avdekket en forskjell i kunnskapsnivå mellom prosjektledelsen og de utførende, og ble klart at baser og håndverkere ikke hadde samme kunnskap om hensikten med BREEAM-NOR og LPS. Medlemmer av prosjektledelsen uttrykte en positiv holdning til begge verktøyene, mens basene var mer likegyldige, noen på grensen til det negative. Prosjektledelsen var mer reflekterte rundt de potensielle fordelene ved BREEAM-NOR og LPS, og hadde en større forståelse av hva prosjektet hadde å vinne på å optimalisere bruken av dem. Denne holdningsforskjellen kan muligens bli sporet tilbake til nettopp dette funnet at prosjektledelsen virker å ha et høyere kunnskapsnivå, som gjør at de kan se ting fra et større perspektiv. Det er påkrevd fra bedriften at alle medlemmer av prosjektledelsen minimum har innføringskurs i BREEAM-NOR og en innføring i LPS fra kvalifisert personell. For baser og håndverkere er det påkrevd med en innføring på byggeplass. Det må likevel nevnes at alle informantene oppga at LPS hadde lettet prosjektplanleggingen og ingen ren negativ holdning ble observert.

Når det gjaldt holdning blant basene, virket også alder å være en betydelig faktor. De yngre var mer villig til å tilpasse seg nye metoder og praksis, mens de i aldersgruppen 40-50 virket mer motvillige. Sistnevnte så hovedsaklig på BREEAM-NOR og LPS som fine ord, ikke noe som kunne påvirke eller forbedre arbeidshverdagen deres.

#### 4.1.4. ULIK OPPFATTELSE AV KUNNSKAPSNIVÅ

Fra intervjuene kom det frem at det var ulik forståelse for hvor mye kursing baser og mannskap hadde motatt, og dermed hvor mye kunnskap de egentlig satt med om BREEAM-NOR og LPS. Begge APene trakk frem kursingen de hadde gjennomført på prosjektene, en kort introduksjon på første oppstartsmøte samt et kurs kalt "BREEAM på byggeplass", som et bevis på grunnleggende kunnskap om BREEAM-NOR hos baser og utførende. Begge kursene var utviklet internt i Kruse Smith. Basene på prosjektene delte derimot ikke APenes oppfatning. Introduksjonen de fikk på oppstartsmøtet ble nevnt av flere, men utover det var tilbakemeldingen at de ikke hadde noe opplæring i BREEAM-NOR.

Basene uttrykte også at verken de eller mannskapet deres egentlig hadde behov for noe kursing, da BREEAM-NOR bare var noe ledelsen hadde sagt måtte være med i prosjektet. For forfatterne er dette et tegn på at introduksjonen av BREEAM-NOR i prosjektet preges av en push-strategi hvor ledelsen tar avgjørelser uten å inkludere "the last planner". Alle basene som ble intervuet bekreftet at basemøtene i LPS-modellen var en relativt god måte å planlegge fremdrift på, men det er verdt



å bemerke seg at ledelsen på de ulike prosjektene tilskrev møtene en mye høyere nytteverdi for basene enn basene gjorde selv. Dette kan være en indikator på at ledelsen tilskriver en noe høyere suksess til implementeringen av LPS enn det som faktisk er tilfellet.

#### 4.1.5. BREEAM-NOR I UTFØRELSESFASEN

Samtlige informanter uttalte at BREEAM-NOR hovedsakelig er av betydning for prosjekters prosjekterings- og driftsfase. I prosjekteringsfasen legges grunnarbeidet for de fleste poengene og det er først når bygget entrer driftsfasen at den faktiske sertifisering utføres. At man kan oppnå en midlertidig sertifisering etter konstruksjonsfasen styrket også denne følelsen. Denne holdningen til BREEAM-NOR i utførelsesfasen er for forfatterne en av hovedgrunnene til at de observerte utfordringene i BREEAM-NOR-prosjekter oppstår. Dersom man skyver det som angår BREEAM-NOR over på andre faser i prosjektet istedenfor å holde et konstant fokus vil ikke prosjektteamet være godt nok forberedt til å møte utfordringene som kan oppstå i utførelsesfasen. Denne holdningen styrker også push-mentaliteten i prosjektet gjennom å si at BREEAM-NOR ikke angår de utførende i særlig grad.

Å ha BREEAM-NOR kontinuerlig tilstede på møteagendaer og i prosjekthverdagen styrker prosjektdeltagernes evne til å fange opp utfordringer før de oppstår. Dette kan forhindre situasjoner hvor basene må improvisere løsninger underveis fordi man ikke har tatt hensyn til BREEAM-NOR-krav i planleggingen, noe som igjen kan føre til dobbeltarbeid dersom den improviserte løsningen heller ikke lever opp til BREEAM-NOR. Et tydelig fokus på BREEAM-NOR gjennom hele prosjektet vil også kunne skape en sterkere eierskapsfølelse hos mannskapet. Gjennom å visualisere poengene som tas i utførelsesfasen og tydeliggjøre viktigheten av arbeidet som utføres på byggeplass kan man vise at BREEAM-NOR-sertifisering krever en felles innsats på alle nivå i prosjektorganisasjonen og slik styrke pull-mentaliteten.

#### 4.1.6. MØTESTRUKTUREN

Gjennom å observere utkikks- og basemøter i case-studiet ble det klart at alle møtene, med noen få unntak, manglet en klar lederrolle og streng møtestruktur. Dette resulterte i at møtene avvek fra den satte agendaen. Møtene med svakest møtestruktur var også de møtene som flest ganger avvek fra agendaen. Det ble kommentert fra en av basene "Vi tjener ikke penger på å sitte i møter. Vi tjener penger der ute på byggeplass", noe som understreker viktigheten av å holde møtene korte og konsise for at basene skal føle at de har noen nytteverdi.

Det var tydelig at alle møtene i LPS-systemet ville tjene på en tydelig møtestruktur, i alle prosjektene. En sterk møteleder er nødvendig for å opprettholde fremdriften og holde seg innenfor tidsrammen. I nesten hvert eneste møte var det et gjenntagende problem at det ble stilt spørsmål som var urelevante for det punktet på agendaen som ble diskutert, og diskusjonen ble ledet over på helt andre tema. Møteleder bør være ansvarlig for å blokkere slike digresjoner både for å holde møte innenfor planlagt

tidsramme, og fremdriftsplanleggingen innenfor planlagt tidsperspektiv. På denne måten vil møtene kunne bli mer effektive, noe som er essensielt i Lean-metodikken og nødvendig for at LPS skal kunne nå sitt fulle potensiale.

Et argument som ble fremmet for å ekskludere BREEAM-NOR fra LPS-strukturen i prosjektene var at det ville lede til ytterligere tidsbruk i allerede lange møter. Dette ville i lengden kunne føre til økte merkostnader som følge av mer brukt tid. Å implementere tiltak som skaper en strengere møtestruktur vil gjøre det mulig å inkludere BREEAM-NOR som fast innslag i møtene uten å forlenge tidsrammen. En forutsetning for å oppnå dette er at alle deltagerne stiller forberedt til møtene, både prosjektledelse og baser. Planleggingsprosessen vil være mest effektiv dersom alle er oppdatert på hva som skal skje kommende planleggingsperiode og har kontroll på status for deres fagfelt. LPS ønsker å involvere håndtverkerne i planleggingen av eget arbeid, men uten den nødvendige strukturen på plass vil dette kunne resultere i økte merkostnader fremfor reduserte.

#### 4.1.7. MERKOSTNADER

Lange møter, dobbeltarbeid og begrenset tilgang til materialer ble nevnt som årsaker til merkostnader. Det ble påpekt at fordi BREEAM-NOR begrenser bruken av visse materialer blir mannskapet nødt til å ta i bruk substitutter som er godkjent av BREEAM-NOR. Disse materialene er ofte ukjente og det kan vise seg at de er vanskeligere å jobbe med, noe som fører til lengre utførelsestid. Fordi håndtverkere ofte jobber på akkord, kan dette føre til konflikt mellom det å tjene penger og å oppnå den nødvendige kvaliteten for å ta planlagte poeng. Basene kommenterte at de som oftest ikke vet hvorfor de ikke har lov til å bruke visse materialer, annet enn noen har sagt ”på grunn av BREEAM-NOR”. Hvis den tidligere nevnte forskjellen i kunnskapsnivå hadde vært mindre eller ikke-eksisterende, og eierskapsfølelsen mot BREEAM-NOR hadde vært mer tilstede kunne det kanskje ha blitt skapt en bedre forståelse av hvorfor det gjøres slik. Som konsekvens kunne mye motstand ha blitt unngått, ettersom kravene fra BREEAM-NOR kanskje ville følt mindre påtvunget fra prosjektledelsen.

Det tidligere nevnte tiltaket om å inkludere BREEAM-NOR i møtemalene kan bidra betraktelig i å redusere dobbeltarbeid og dermed merkostnader. Konseptet Rent, Tørt Bygg (RTB) er et eksempel på et tiltak som er blitt implementert på byggeplass gjennom BREEAM-NOR og LPS med stor suksess. RTB er et krav i BREEAM-NOR-prosjekter og en konsekvens av bruken av LPS-modellen. Både ledelse og utførende påpekte fordelene av dette tiltaket i de fleste intervjuene. En av basene sa også at det å ha en ryddig og ren byggeplass til en hver tid naturligvis hadde gjort det mye lettere å gjøre jobben deres. Denne uttalelsen støtter opp under at tiltak slik som nettopp RTB kan bidra til å redusere merkostnader.

#### 4.1.8. DOKUMENTASJONSPROSESSEN

I prosjektoppgaven ble dokumentasjonsprosessen i BREEAM-NOR nevnt som en av de største utfordringene i BREEAM-NOR-prosjekter. Dette ble bekreftet gjennom intervjuer i case-studiet. Men gjennom intervjuer med APene kom det også frem at utfordringene er blitt mindre etter at man begynte å ta i bruk "Product Exchange". Dette er en plattform designet for å samle og lagre nødvendig dokumentasjon fra utførelsesfasen i et prosjekt, noe som dermed letter arbeidsbyrden til APene.

I et av prosjektene deltok APen i utkikksmøtet og kunne be underentreprenørene om dokumentasjon direkte. Forfatterene oppfattet dette som en av de potensielle fordelene ved å inkludere BREEAM-NOR i LPS-strukturen. Ved å ha APen tilstede kan man holde et mer kontinuerlig fokus på BREEAM-NOR-kravene og hindre potensielt dobbeltarbeid. Det kan også forhindre at all dokumentasjonen blir levert til AP i slutten av prosjektet, noe som var en av utfordringene som ble dokumentert i litteraturstudiet. Til sammen kan dette bidra til å redusere merkostnadene som følger av BREEAM-NOR-kravene i prosjektet.

En annen potensiell fordel av å ha et kontinuerlig fokus på BREEAM-NOR i prosjektet er at basene kan få muligheten til å bidra i å ta flere poeng. Dersom basene sitter på kunnskap om for eksempel materialer som er ukjent for andre i prosjektet kan dette lede til at prosjektet når flere poeng enn først antatt. For at dette skal være en realistisk mulighet må de tidligere nevnte tiltakene for å øke kunnskapsnivået hos og involveringen av baser være på plass. Å benytte seg av insentiver dersom ekstra poeng oppnås er også et tiltak som kan øke motivasjonen og gi sterkere eierskapsfølelse til prosjektet.

#### 4.1.9. TIDLIG INVOLVERING AV BREEAM-NOR

Tidlig involvering av BREEAM-NOR ble understreket av informanter med ledelsesstillinger som en nøkkelfaktor for suksess, noe som sammenfaller med utfordringer dokumentert i prosjektoppgaven. Informantene foreslo at BREEAM-NOR burde bli integrert i prosjektet så tidlig som mulig, hovedsaklig for å unngå å miste poeng og for å kunne planlegge og prosjektere godt nok til å ta alle poengene som trengtes. Dette er også et tilfelle hvor LPS kan være svært gunstig for BREEAM-NOR-prosjekter på grunn av sin struktur som planleggingsverktøy. Faseplanleggings- og oppstartsmøtene som benyttes av selskapet er passende arenaer for å avklare og tydeliggjøre forventninger til prosjektet. Ved slike anledninger kan det bli fokusert på kursing og innføring i metodene, for på den måten å redusere forskjellen i kunnskap. Selvsagt er BREEAM-krav også inkludert i kontraktspesifikasjoner, noe som impliserer at entreprenørene som får tilbudet sitter på noe kunnskap og erfaring med BREEAM-NOR fra før. Forfatterne fikk likevel inntrykket av at dette ikke alltid er tilfellet, siden BREEAM-NOR er relativt nytt i norsk byggebransje.

Å introdusere BREEAM-NOR så tidlig som mulig gjennom innførende kursing, samtidig som ambisjoner avklares og forventninger tydeliggjøres, kan resultere i en mer positiv holdning mot BREEAM-NOR i utførelsesfasen. Ved å inkludere alle aktøre-

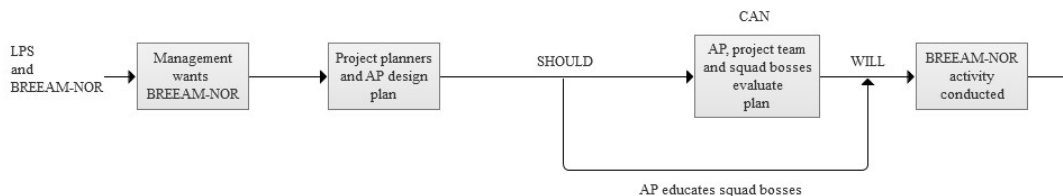
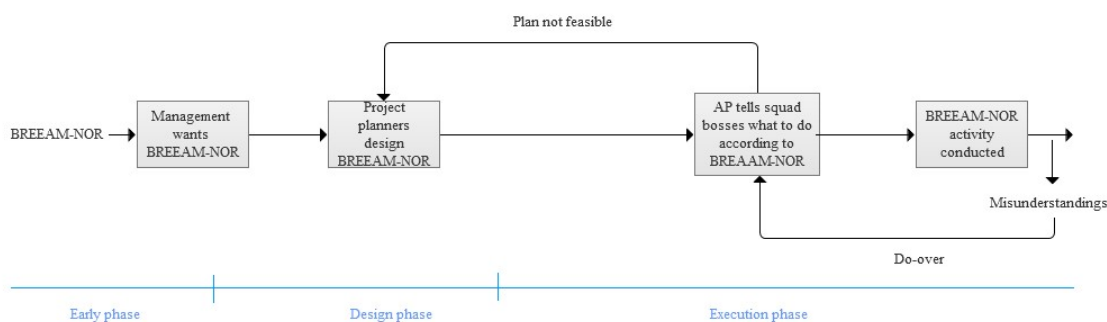
ne fra starten kan man forme et sterkere grunnlag for lagånd, og kanskje til og med skape en atmosfære hvor man får en følelse av måloppnåelse i hele organisasjonen når man oppnår poeng eller ambisiøse mål blir nådd.

I intervjuer med basene ble det kommentert at å jobbe på BREEAM-NOR prosjekter ikke skilte seg nevneverdig fra å jobbe på andre byggeprosjekter. Det virket å være stor enighet om at BREEAM-NOR bare var enda et krav fra prosjektledelsens side og at det ikke påvirket deres arbeidshverdag utover dette. Prosjektledelsen uttrykte derimot at de så på BREEAM-NOR som et nyttig og viktig verktøy for å kunne produsere bærekraftige bygg av høy kvalitet og at det derfor hadde stor innvirkning på deres arbeidshverdag.

Holdningen blant basene kan tyde på en manglende eierskapsfølelse noe som kanskje kan kobles til den tidligere nevnte push-strategien i prosjektene. En mulighet for å styrke eierskapsfølelsen i prosjektet kan være å inkludere basene enda tidligere, helt fra det aller første faseplanleggingsmøtet. Tidligere involvering i planleggingsprosessen åpner muligheten for at de kan bidra med potensielt effektive og enkle løsninger på et enda tidligere stadie. Tidlig involvering kan også lede til at basene holder et tydeligere fokus på BREEAM-NOR gjennom hele utførelsesfasen ved at det i sterkere grad føles som en naturlig del av arbeidshverdagen.

Figur 13 er hentet fra artikkelen og illustrerer effektene som kan oppstå av å introdusere BREEAM-NOR i prosjektorganisasjonen med henholdsvis push- og pull-strategi.

## PUSH



## PULL

Figur 13: Illustrasjon av planlegging etter push- og pull-strategi

## 4.1.10. UBENYTTTEDE DATA

En artikkel representerer en svært komprimert kilde til informasjon, og i dette tilfellet var det også satt et tak på antall sider tillatt i artikkelen. Dette resulterte i at noen observasjoner fra case studiene ble helt utelatt mens andre ikke ble diskutert i sin helhet. I dette kapitlet er de utelatte observasjoner inkludert og i tillegg er noen av observasjonene fra artikkelen diskutert ytterligere.

Flere av observasjonene gjort gjennom møter og intervjuer avslørte årsaker til at LPS-systemet i prosjektene ikke fungerte helt optimalt. Da dette ikke var direkte relevant for problemstillingen i den vitenskapelige artikkelen ble de utelatt fra diskusjonen. De oppsummeres likevel kort her da en optimal implementering av LPS er en viktig forutsetning for at også BREEAM-NOR skal kunne integreres.

Alle prosjektene rapportere om bruken av soneinndeling på byggeplass. Samtlige informanter stilte seg positive til tiltaket og kommenterte at det hadde gjort prosjektgjennomføringen mer effektiv. Forfatterne bemerket likevel at gjennomføringen ikke var utført helt etter teorien. Det var sjeldent at ett fag jobbet helt alene i en sone, og det var flere tilfeller hvor fagene jobbet i flere soner samtidig.

En suksessfull del av implementeringen var en egenutviklet møtemal for LPS-møtene som ble benyttet i to av prosjektene. Denne formidlet prosjektplanleggingen på en enkel måte til alle møtedeltagerne. I det prosjektet som ikke benyttet denne malen var dere flere misforståelser fordi deltagerne hadde problemer med å visualisere aktivitetens lengde og rekkefølge.

I alle prosjektene var en var dårlig møtekultur et forstyrrende element. Møtene ble avbrutt av telefoner som ringte, deltagere som kom og gikk og av at man avbrøt hverandre. I tillegg var det i flere tilfeller representanter fra UEer som manglet og det var punkter på agendaen man derfor ikke fikk gjennomgått.

I det ene prosjektet hadde man på grunn av tidspress ikke fått gjennomført faseplanlegging sammen med UEene. Dette ble kommentert av alle i ledelsen at var en ulempe for prosjektet.

Kruse Smith har besluttet å innføre bruken av VDC i sine prosjekter. Dette er et grafisk brukergrensesnitt som er ment å benytte tverrfaglige ytelsesmodeller i design- og gjennomføringsfasen i konstruksjonsprosjekter (Khanzode, Fischer, Reed & Ballard, 2006). Forfatterne så potensiale i å skape en bedre planleggingsprosess dersom dette verktøyet kan utnyttes til det fulle.

I følge Kruse Smith sine interne dokumenter er PPU en del av deres møtestruktur. Dette ble bare benyttet i et av de observerte møtene, men hadde til gjengjeld en positiv effekt på deltagerne, da de tydelig ønsket å kunne vise til fremgang.

En sammenligning av Kruse Smiths Lean-teori og den faktiske gjennomføringen i prosjektene avslørte noen avvik. For eksempel er verken lagsmøter eller PPU gjennomført i noen av de observerte prosjektene. Hindringsanalyse ble heller ikke konsekvent benyttet i alle prosjektene, og avvik som oppstod ble ikke konsekvent gjennomgått og analysert.

På grunn av plassbegrensning i den vitenskapelige artikkelen ble diskusjonen rundt noen av funnene i case-studiet begrenset og noen poeng utelatt. Disse er kort oppsumert nedenfor da forfatterne mener dette er tiltak som kan lette prosessen med å integrere BREEAM-NOR i LPS-strukturen.

Den interne kulturen i Kruse Smith ble nevnt i flere intervjuer. Det ble kommentert at det var ens egne ansatte en oftest hadde problemer med å engasjere og få til følge rutinene. Dette kan tyde på at Kruse Smith kan tjene på å bygge en enda sterkere kultur for fellesskap og samarbeid i sitt selskap. Dette ble også gjenspeilt i at ledelsen viste en tydeligere positiv holdning til BREEAM-NOR og LSP enn baser og håndverkere

Synliggjøring av poeng er et tiltak som trekkes frem i artikkelen for å skape bevissthet rundt BREEAM-NOR. Gjennom intervjuer var det Avfall og Helse- og innemiljø som sto frem som de kategoriene hvor synliggjøring av poeng vil være lettest. Men en gjennomgang av manualen vil kunne avsløre hvorvidt det er flere kategorier man bør fokusere på.

Opplæring og utvidet kunnskap for alle involverte i prosjektet er et av de viktigste tiltakene nevnt i artikkelen. Det er likevel viktig for forfatterne å understreke at nivået på kunnskap ikke forventes å være likt hos alle parter, men må tilpasses de ulike rollene.

Å inkludere BREEAM-NOR i møte-malene som benyttes i planleggingsmøtene er et konkret forslag som forfatteren mener vil ha positiv effekt på planleggingen. Dette foreslås gjennomført ved å inkludere en ekstra kolonne for hver planlagte aktivitet hvor aktivitetens potensielle BREEAM-NOR-tilknytning diskuteres.

## 4.2. KONKLUSJON OG STRATEGI

### 4.2.1. KONKLUSJON

Tilstedeværelsen av utfordringene relatert til BREEAM-NOR som ble identifisert i prosjektoppgaven, ble bekreftet i dette case-studiet. Videre viste de generelle funnene derfra seg å være konsekvente med dem som ble funnet i case-studiet. Uttalelser fra de gjennomførte intervjuene i BREEAM-NOR-prosjektene støtter teorien om at de er styrt av en push-strategi fra ledelsen. Det ble også bekreftet at BREEAM-NOR og LPS løp som to parallelle prosesser i prosjektene. Basert på undersøkelsene gjort i denne oppgaven, dras konklusjonen at BREEAM-NOR uten større komplikasjoner skulle være mulig å integrere inn i LPS-systemet i et prosjekt. Dette vil bidra til å snu den eksisterende push-strategien over mot en pull-strategi. En forutsetning er at LPS-strukturen i prosjektet fungerer tilnærmet optimalt, noe som ikke var tilfellet i de studerte prosjektene. Selv om dagens situasjon ikke reflekterer en optimal implementasjon av LPS, ble de bekreftet gjennom intervjuene at LPS har hatt en positiv effekt på prosjektene. Mye godt arbeid var gjort, og tiltakene som blir foreslått er for å kunne oppnå enda større fordeler og optimalisere utførelsen ytterligere. LPS ble ansett som et nyttig planleggingsverktøy blant informantene og hadde økt involveringen av basene i planleggingen. Dette underbygger prosjektoppgavens kon-

klusjon og styrker oppfatningen om at positive pull-effekter fra LPS kan redusere push-relaterte utfordringer i BREEAM-NOR-prosjekter.

#### 4.2.2. FORSLAG TIL STRATEGI

Basert på observasjonene og intervjuene som ble gjennomført i case-studiet er påfølgende strategi blitt utarbeidet:

##### Hovedmål:

- Implementere BREEAM-NOR mer effektivt i prosjektplanleggingen gjennom LPS

##### Tiltak for måloppnåelse:

- Sikre et høyere kunnskapsnivå hos alle involverte
- Synliggjøring av poeng som oppnås i byggefasen
- Belønningssystem for oppnådde poeng
- Insentiver for høyere prestasjon en kontrahert
- Ansvarliggjør flere aktører i prosjektet ovenfor BREEAM-NOR
- Tydelig inkludere BREEAM-NOR i i møtemaler og på agenda
- Tidligere involvering av BREEAM-NOR for alle i prosjektet
- Sterkere struktur i planleggingsmøtene innenfor LPS-strukturen
- Fortsette dagens praksis med BREEAM-NOR i vernerundene

Ved å implementere den foreslåtte strategien kan flere ønskelige effekter oppnås. Ved å involvere alle partert fra starten av kan man oppnå en sterkere fellesskaps- og eierskapsfølelse i prosjektet. En synliggjøring av BREEAM-NOR i arbeidshverdagen vil også kunne bidra til dette. En kontinuerlig bevissthet rundt BREEAM-NOR og kravene som følger kan lede til bedret kommunikasjon og dermed færre misforståelser og mindre dobbeltarbeid. Dette vil igjen kunne gi bedre arbeidsflyt i prosjektet. En forbedret arbeidsflyt og mindre avfall vil deretter kunne bidra til mer bærekraftige prosjekter.

Både i den tidligere diskusjonen og i konklusjonen ovenfor er det viktig å stille spørsmål til gjennomførbarheten av forslagene. Det må tas hensyn til hvorvidt de foreslåtte tiltakene er realistiske, basert på dynamikken i norske byggeprosjekter i dag, og strategien må tilpasses det enkelte prosjekt utifra de aktuelle forholdene.

### 4.2.3. BÆREKRAFT OG SAMLET YTELSE

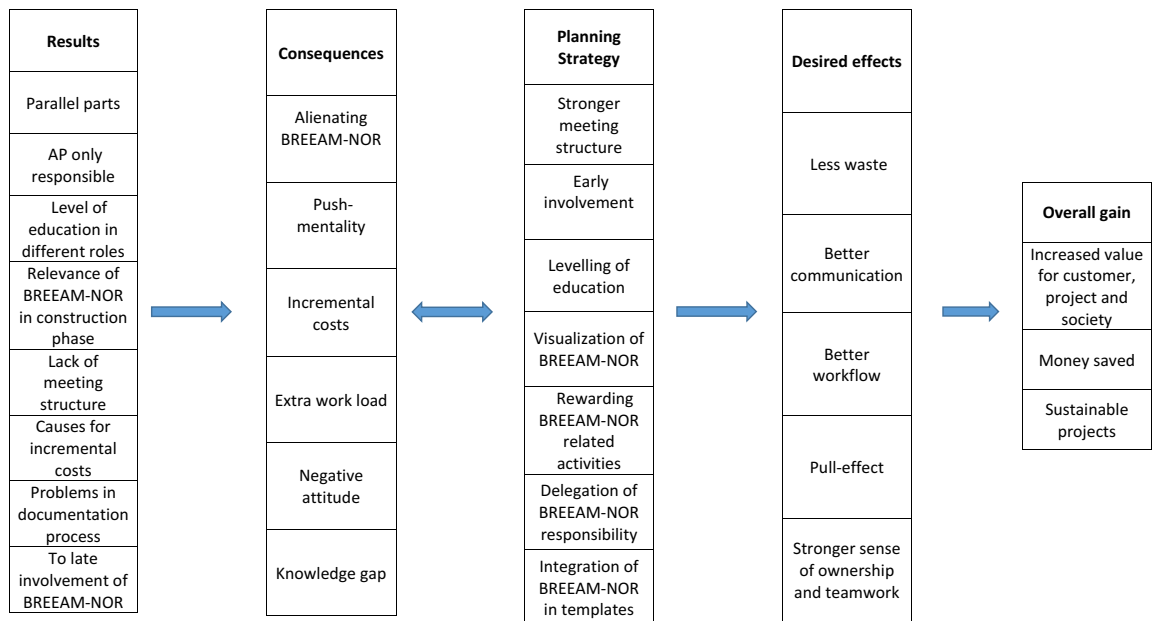
Basert på diskusjonen kan det bli argumentert for at en bedre samkjøring av BREEAM-NOR og LPS kan lede til mer bærekraftige produkter og praksis. Dette stemmer for alle tre prosjektene i case-studien og vil også være sant i et større perspektiv. For det første krever BREEAM-NOR høyere standard enn TEK10, i tillegg sikter BREEAM-NOR på å optimalisere bygninger for fremtidig bruk og under byggeprosessen. Dette bidrar til en kvalitetsstempling som øker byggets verdi over tid. BREEAM-NOR tar hele prosessen i betraktning, og sikrer et bærekraftig produkt gjennom hele dets levetid. Dette gjøres gjennom krav om, og dokumentasjon av, bærekraftige materialer, i tillegg til oppfordring om energieffektive og miljøvennlige løsninger. Hvis utført riktig vil LPS generere en effektiv arbeidsflyt og minimalt med avfall, og dermed sikre høy ytelse gjennom hele utførelsesfasen. BREEAM-NORs effekt på prosjektets samlede ytelse kan bli ytterligere forsterket gjennom utnyttelsen av LPS, gjennom å sikre at løsninger av høy kvalitet blir levert på en tids- og kostnadseffektiv måte.

BREEAM-NOR ønsker å stimulere etterspørselen av bærekraftige bygninger på markedet. Kombinert med LPS sitt mål om å maksimere kunde verdi, er dette et skritt i riktig retning for å skape bærekraftige bygg med høyere samlet ytelse.



### 4.3. RESULTATOVERSIKT

Figur 14 ble laget i prosessen med å skrive den vitenskapelige artikkelen. Figuren forenklet prosessen ved å gi en oversikt over artikkelens funn, mulige konsekvenser av disse funnene og hvilke løsninger planleggingsstrategien ville og burde løse. Figuren ble utelatt fra selve artikkelen da den ble ansett som overflødig, men inkluderes i prosessrapporten som en kort oppsummering av artikkelens funn.



Figur 14: Oppsummering av funn, diskusjon og konklusjon i den vitenskapelige artikkelen



## KAPITTEL 5

# REALISME OG GJENNOMFØRBARHET

Det er en bred enighet i dag om at byggebransjen er en bransje hvor endringer skjer sakte og ofte møter mye motvilje. Noe av problemene bunner i at man er satt i sine metoder og ikke ser fordelen med å lære seg nye måter å tenke og jobbe på. Skepsisen er sterk mot å skulle bruke tid på å lære noe som man ikke vet 100% at fungerer før det prøves ut. Dette fokuset kommer blant annet fra at bransjen i stor grad dreier seg om å skape profitt, og det kan spekuleres i om byggbransjen i det lange løp vil kunne tjene mer på å utvide dette perspektivet. Dette er en realitet som forfatterne hele tiden har hatt fokus på i prosessen med å foreslå forbedringstiltak. Gjennom intervjuer og observasjoner ble det fort avslørt at det eksisterer en motvilje mot BREEAM og LPS blant de utførende på byggeplass, fordi det oppfattes som nye ting som bare innføres fordi ledelsen ønsker det. Fordi slik motvilje og skepsis fort oppstår, og fordi løsningene som foreslås i denne oppgaven kommer fra akademisk hold hvor forfatterne har begrenset praktisk erfaring har det vært et sterkt ønske å foreslå løsninger som kan oppfattes som gjennomførbare og realistiske også av de aktørene implementeringene vil oppfatte.

Det er allerede et høyt antall møter i dagens prosjekthverdag i byggebransjen, og møtene er lange og ofte ineffektive. Det var derfor viktig fra forfatternes side at planleggingsstrategien skulle tillegge minimalt med ekstra tid til møter som allerede skaper motstand og negativitet. Særlig gjelder dette i situasjoner hvor baser er involvert, da det i intervjuer med disse ble kommentert at møtene var for lange og at det var utenfor møtene at jobben ble gjort og pengene tjent. For at en endring i tenke- og handlingsmønster skal kunne bli implementert og ha en virkning, mener forfatterne det er viktig at de endringen gjelder, raskt opplever en målbar og positiv effekt. Det er derfor forsøkt å holde et fokus på synliggjøringen av BREEAM i hverdagen til hver enkelt, og deres påvirkningskraft i lys av BREEAM. Dette i tillegg til å minimere mengden møte- og planleggingstid og heller prøve å optimalisere den tiden som allerede går med.

Ønsket om å inkludere baser allerede fra prosjektets spede begynnelse, for å maksimalt utnytte deres kompetanse, er et eksempel på en strategi forfatterne ser på som

optimal, men lite realistisk. I tillegg til at utførende entreprenør ofte ikke kommer til i prosjektet før prosjektering er igangsatt, er det sannsynligvis ikke bestemt hvilke baser og mannskap som skal utføre arbeidet på byggeplass, så tidlig i prosjektet. Sannsynligvis er disse vedkommende i arbeid på et annet prosjekt frem til oppstart på neste. Slik blir et element som i teorien er innlysende og bedre enn dagens praksis ikke gjennomførbart, fordi man må forholde seg til det mannskapet man har tilgjengelig og den situasjonen bedriften er i fra dag til dag.

### 6.1. MED SELSKAPET

Kruse Smith ble kontaktet tidlig for å prøve å oppnå et samarbeid. Interessen var gjensidig, så en samarbeidskontrakt ble undertegnet relativt tidlig. Oppgaven har blitt skrevet fra Stavanger, og selskapet har velvillig stilt kontorplasser og personell til disposisjon for forfatterne. Dette har lettet arbeidet da prosjektene og bedriften har vært i umiddelbar nærhet og alle ressursene har til en hver tid vært tilgjengelige.

Helt fra begynnelsen har Kruse Smiths representanter vært profesjonelle, behjelpelige og imøtekommende. Det er blitt gitt stor frihet rundt oppgaven, og det har blitt lagt til rette for å ta ansvar og være selvgående. Har det vært behov for hjelp, konsultasjon eller tilbakemeldinger har det aldri vært et problem å spørre. I forbindelse med oppgaven har alle som er blitt kontaktet stilt sin kunnskap til disposisjon og bistått. Også ute på prosjektene har forfatterne blitt tatt veldig godt i mot. Samarbeidet har forhåpentligvis også vært fruktbart for Kruse Smith.

### 6.2. VEILEDERNE

I arbeidet med oppgaven har det kommet støtte fra flere hold. Som nevnt har både Kruse Smith og NTNU stilt med veileder, henholdsvis Aslaug Helberg og Rolf André Bohne. Sistnevnte var også veileder for arbeidet med den foregående prosjektoppgaven. I tillegg har forsker ved instituttet for bygg, anlegg og transport Jardar Lohne bidratt i arbeidet med artikkelen. Alle veilederne har hatt ulike roller i arbeidet. Helberg har fungert som kontaktperson fra Kruse Smith, og har bidratt med all informasjon angående firmaet som har vært nødvendig, samt som kontaktperson ut til prosjektene. Hennes rolle har vært som tilrettelegger, og har i stor grad bidratt til å skape et godt spillerom for forfatterne. Bohne har bidratt i større grad med struktur og til det faglige angående selve problemstillingen og innholdet. Selv om han har bfunnet seg på et annet kontinent under arbeidet med oppgaven, har teknologien vært redningen. Jevnlige Skype-møter har fungert godt, og kommunikasjonen har fungert bra. Lohne sin rolle har bestått mer i teknisk språklig rådgivning og generelle råd

angående det å skrive artikkel.

### 6.3. FORFATTERFORDELINGEN

Samarbeidet forfatterne i mellom har omfattet både prosjektoppgaven og masteroppgaven, og har hatt en varighet på et år. Forfatternes oppfatning er at samarbeidet har fungert særdeles bra, og utbyttet har vært stor for begge. Etter tilbakemelding på den leverte prosjektoppgaven ble det klart at den nedlagte arbeidet hadde lønnet seg, og et så godt resultat hadde ikke vært mulig om samarbeidet ikke hadde fungert.

#### 6.3.1. ARBEIDSFORDELING

Fra starten av har det vært stor enighet om at begge forfatterne skal gjøre like stor del av arbeidet. Dette er en holdning begge forfatterne har delt hele veien igjennom. Dette ble diskutert før oppstarten av masteroppgaven, da en samarbeidsavtale ble signert. Her ble det også bestemt at felles bedømmelse skulle være gjeldene. Alt arbeidet har foregått fra felles kontor, både for prosjekt- og masteroppgave, så å holde begge parter til arbeidsrutiner og ansvar har ikke vært et problem. Gjennom hele masteroppgaven har en tilnærmet 8-timers arbeidsdag vært normen, og har tatt form som en full arbeidsuke helt fra oppstart i tidlig januar. En tilnærming som har gjort arbeidet meget effektivt, og er nok også hovedgrunnen til at oppgaven stod ferdig før fristen.

#### 6.3.2. FREMDRIFT

Fristen for innlevering av masteroppgaven var tidlig satt til 10. juni 2016, men da dette er siste frist gikk arbeidet i gang så raskt som mulig etter årsskiftet. Mye også grunnet i ønsket om å komme godt i gang for ikke få dårlig tid senere, og å bli kjent med Kruse Smith. Planleggingen av innhenting av data begynte i januar, og krevde en del koordinering da dette innebar intervjuer med sentrale aktører i prosjektene. Som forventet var deres tidsskjemaer ganske stramme, men datoer for intervjuer og møteobservasjoner ble spikret i tidlig februar. Etterhvert ble det noen få rokkeringer pga. sykdom og noen møteobservasjoner ble lagt til, men ellers gikk dette som planlagt.

I og med at forslaget om å skrive artikkelen til SBE16 kom opp, medførte dette innleveringsfrist av ekstrakt den 16. mars. Da avgjørelsen om å sende inn ekstrakt ble tatt, ble også en fremdriftsplan utarbeidet som omfattet arbeidet med å skrive selve artikkelen. Planen gjaldt fra da all empirisk data var innhentet, og var strukturert med tanke på endelig godkjenning av full artikkel med frist for innlevering 1. mai. Fremdriftsplanen er vedlagt. Planen ble overholdt, og vel så det. Arbeidet med artikkelen lå alltid litt foran skjema og den ferdige artikkelen var klar den 26. april. Dette var dog litt forventet, da det var lagt opp til god tid for hvert element i artikkelen. Begrensningen på artikkelens lengde spilte også inn, da denne var satt til 12 sider, satte dette også naturlig en grense for hva som kunne inkluderes.

Som følge av god kontroll på arbeidsmengden og i vente på tilbakemelding på artikkelutkastet begynte arbeidet med prosessrapporten allerede to uker før innlevering av artikkelen. Dette føltes naturlig å begynne på for å fortsette den gode trenden med å ligge foran skjema. Selvfølgelig ble artikkelen prioritert i alle tilfeller, og det bød aldri på problemer med denne overlappen i arbeid. Alt i alt resulterte dette i at den fullstendige masteroppgaven stod klar allerede 2. mai . Med tanke på at fristen for innlevering fortsatt var et stykke unna, ble oppgaven lagt på vent en stund. Dette ble gjort for å få innholdet litt på avstand, og dermed kunne plukke den opp igjen og forhåpentligvis se den med friskere og litt mer objektive øyne til korrekturlesning og vurdering av innhold generelt. Denne taktikken fungerte godt, og når denne prosessen var over følte forfatterne seg fornøyde med resultatet og klare for innlevering.





## KAPITTEL 7

### FORSLAG TIL VIDERE ARBEID

En åpenbar videreføring av oppgaven og dens undersøkelser vil være å implementere den foreslåtte strategien for bedre integrering av BREEAM-NOR i LPS-strukturen til et prosjekt som tar dette i bruk. Dette innebærer innføring av de spesifikke tiltakene som ble foreslått i strategien, men også en vurdering av hvordan dette fungerer. En sammenligning av merkostnader i prosjekter som implementerer strategien og prosjekter som ikke gjør det vil kunne være et interessant perspektiv. Innføringen av strategien bør overvåkes og kartlegges over en lengre periode og som nevnt gjerne i flere prosjekter, for å vurdere dens effektivitet og måloppnåelse.

Som nevnt i artikkelen er en forutsetning for at strategien skal utrette sin funksjon at LPS også fungerer optimalt. For Kruse Smith sin del kan det være mer lønnsomt å starte i denne enden, og forsette sitt gode arbeid her. Om dette ikke er tilfellet i et gitt prosjekt eller firma er nok dette kanskje heller den rette enden å begynne i, da det er essensielt å få denne forutsetningen på plass. Utover dette bør også muligheten for andre og eventuelt mer effektive løsninger på problemet med dominans av push-mentalitet undersøkes.



## REFERANSER

- Arkivverket - Riksarkivet og Statsarkivene. (2016). Arkivenes hus på Ullandhaug - Arkivverket. Hentet 28. april 2016, fra <http://www.arkivverket.no/Arkivverket/Om-oss/Aktuelt/Nyhetsarkiv/Arkivenes-hus-paa-Ullandhaug>
- Aveyard, H. (2010). *Doing a Literature Review in Health and Social Care : A Practical Guide* (2nd). Berkshire: Open University press.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control* (Doktoravhandling, University of Birmingham).
- Ballard, G. (2006). Rethinking Project Definition in Terms of Target Costing. I *Proceedings for the 14th annual conference of the international group for lean construction*. (s. 77–89).
- Ballard, G. & Howell, G. (2010). Lean project management. *Building Research & Information*, 31(2), 119–133. doi:10.1080/09613210301997
- BIBSYS. (2015). Kven er vi? | BIBSYS. Hentet 13. desember 2015, fra <http://www.bibsys.no/om-bibsys/organisasjon/>
- BRE. (2011). The world's foremost environmental assessment method and rating system for buildings. *BREEAM Brochure*, 562.
- BRE. (2015). BREEAM. Hentet 13. desember 2015, fra <http://www.breeam.com/>
- BRE Global Ltd. (2015a). BRE Group: BRE Global. Hentet 12. desember 2015, fra <https://www.bre.co.uk/page.jsp?id=383>
- BRE Global Ltd. (2015b). BREEAM : Resources. Video: Principles of BREEAM. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.breeam.com/resources>
- Cole, R. J. (1999). Building environmental assessment methods: clarifying intentions. *Building Research & Information*, 27(4-5), 230–246. doi:10.1080/096132199369354
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., . . . Skuce, A. (2013). Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, 8(2), 1–7. doi:10.1088/1748-9326/8/2/024024

- Cook, J., Oreskes, N., Doran, P. T., Anderegg, W. R. L., Verheggen, B., Maibach, E. W., . . . Sarah, A. (2016). Consensus on consensus : a synthesis of consensus estimates on human caused global warming. *Environmental Research Letters*, 11(1), 1–24. doi:10.1088/1748-9326/11/4/048002
- Corbetta, P. (2013). The Qualitative Interview. I *Social research: theory, methods and techniques* (Kap. 10, s. 264–287). doi:10.4135/9781849209922
- Dagestad, B. (2015). BREEAM-NOR: Nytt verktøy får bransjen til å strekke seg - NGBC Digitalt bilag. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.breeam-nor.no/breeam-nor-nytt-verktoy-far-bran%20sjen-til-a-strekke-seg/>
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter* (5th). Oslo: Gyldendal akademisk.
- DiBk - Direktoratet for Byggkvalitet. (2015). Energi - Direktoratet for byggkvalitet. Hentet 13. desember 2015, fra <https://www.dibk.no/no/Tema/Energi/>
- DNGB - German Sustainable Building Council. (2015a). DGNB System - International application. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.dgnb-system.de/en/system/international/>
- DNGB - German Sustainable Building Council. (2015b). German Sustainable Building Council (DGNB). Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.dgnb.de/en/council/dgnb/>
- Drevon, F. (2011). Nytt miljømerke lanseres i Norge. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.tu.no/bygg/2011/10/17/nytt-miljomerke-lanseres-i-norge>
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219–245. doi:10.1177/1077800405284363. eprint: 1304.1186
- 'FN-Sambandet'. (2015a). Effekten av klimaendringer. Hentet 15. desember 2015, fra <http://www.fn.no/Tema/Klima/Hva-skjer-med-klimaet/Effekten-av-klimaendringer>
- 'FN-Sambandet'. (2015b). Effekten av klimaendringer. Hentet 15. desember 2015, fra <http://www.fn.no/Tema/Klima/Hva-skjer-med-klimaet/Effekten-av-klimaendringer>
- 'FN-Sambandet'. (2015c). Hva er bærekraftig utvikling? Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.fn.no/Tema/Baerekraftig-utvikling/Hva-er-baerekraftig-utvikling>
- 'FN-Sambandet'. (2015d). Hva forhandler landene om? Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.fn.no/Tema/Klima/Klimaforhandlinger/Hva-forhandler-landene-om>
- Folvik, K. (2015). Byggebransjen HAR gjennomført miljødugnad! Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.bygg.no/article/1253569>
- Garathun, M. G. (2014). miljøkrav i byggebransjen - Over halvparten i byggebransjen sier de sliter med å følge miljøkravene. Hentet 13. desember 2015, fra

- <http://www.tu.no/bygg/2014/06/16/over-halvparten-i-byggebransjen-sier-de-sliter-med-a-folge-miljokravene>
- GBCA - Green Building Council Australia. (2015a). Green Star Project Directory. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.gbca.org.au/project-directory.asp>
- GBCA - Green Building Council Australia. (2015b). What is Green Star? - Green Star Overview. Hentet 14. desember 2015, fra <https://www.gbca.org.au/green-star/green-star-overview/>
- Grønn Byggallianse. (2015). Samarbeid | Grønn Byggallianse. Hentet 14. desember 2015, fra <http://byggalliansen.no/nyside/om-oss/samarbeidspartnere/>
- Hansesærtre, R. (2013). ÅRET DET BLE LOV TIL Å TJENE PENGER PÅ MILJØ : BYGG.NO - BYGGEINDUSTRIEN. Hentet 13. desember 2015, fra <http://www.bygg.no/article/101357>
- Hinna Park. (2014). Gullfaks. Hentet 28. april 2016, fra <http://www.hinna-park.no/v%7B%5C%%7DC3%7B%5C%%7DA5re-eiendommer/gullfaks>
- Honningsøy, K. H. (2015). Paris-avtalen er vedtatt: – Dette er stort - NRK Urix - Utenriksnyheter og -dokumentarer. Hentet 14. desember 2015, fra [http://www.nrk.no/urix/paris-avtalen-er-vedtatt%7B%5C\\_%7D-%7B%5C\\_%7D-dette-er-stort-1.12701516](http://www.nrk.no/urix/paris-avtalen-er-vedtatt%7B%5C_%7D-%7B%5C_%7D-dette-er-stort-1.12701516)
- Howell, G. A. (1999). What is Lean Construciton. I *Proceedings iglc-7: seventh conference of the international group for lean construction* (s. 1–10).
- Ipark Eiendom. (2016). Utviklingsprosjekter - ipark-eiendom - ipark.no. Hentet 28. april 2016, fra <http://www.ipark.no/ipark-eiendom/utviklingsprosjekter/>
- Johansen, K. J. (2011). Miljø i byggebransjen – hva skjer? Hentet 13. desember 2015, fra <http://www.faveoprosjektledelse.no/Aktuellt/Miljo-i-byggebransjen--vasjera/>
- Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D. & Ballard, G. (2006). *A Guide to applying the principles of virtual design & construction (VDC) to the lean project delivery process*. Hentet fra <http://www.stanford.edu/group/CIFE/online-publications/WP093.pdf>
- Kommunal og regionaldepartementet. (2009). *Bygg for framtida, Handlingsplan 2009 - 2012*. Kommunal og regionaldepartementet.
- Kongsnes, E. (2014). Skal bygge Gullfaks i Jåttåvågen - Aftenbladet.no. Hentet fra <http://www.aftenbladet.no/energi/Skal-bygge-Gullfaks-i-Jattavagen-3419471.html>
- Koskela, L. (2000). *An Exploration towards a Production Theory and its Application to Construction*. (Doktoravhandling).
- Kubba, S. (2012). *Handbook of Green Building Design and Construction*. Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-385128-4.00003-2

- Kunnskapssenteret.com. (2015). Feilkilder. Hentet 13. desember 2015, fra <http://kunnskapssenteret.com/marked%20sforskning-oversikt/feilkilder/>
- LCI - Lean Construction Institute. (2015a). About Us. Hentet 25. oktober 2015, fra <http://www.leanconstruction.org/about-us/>
- LCI - Lean Construction Institute. (2015b). What is Lean Design & Construction. Hentet 25. oktober 2015, fra <http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-construction/>
- Lean Construction NO. (2012). Om Lean Construction. Hentet 8. desember 2015, fra <http://samforsk.no/lc/Sider/Om-Lean-Construction.aspx>
- Lien, T. (2015). Byggebransjen trenger en miljødugnad. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.bygg.no/article/1253393>
- Løvik, I. E. O. & Lillegraven, I. N. (2010). *BREEAM i Norge Et forslag til norsk tilpasning av utvalgte kategorier* (Studentavhandling, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet).
- Miljøfyrtårn. (2015). Stiftelsen Miljøfyrtårn - Om Miljøfyrtårn. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.miljofyrt%20arn.no/dette-er-milj%7B%5C%%7DC3%7B%5C%%7DB8fyrt%7B%5C%%7DC3%7B%5C%%7DA5rn/2015-11-18-23-59-53>
- NGBC. (2012). *Teknisk Manual - BREEAM NOR ver 1.1*. Oslo. doi:10.1073/pnas.0703993104
- NGBC - Norwegian Green Building Council. (2015a). BREEAM-NOR. Hentet 14. desember 2015, fra <http://ngbc.no/breeam-nor/>
- NGBC - Norwegian Green Building Council. (2015b). Innføringskurs BREEAM-NOR. I *Velkommen til innføringskurs* (s. 1–23).
- Nohre-Walldén, A. (2015). Riktig med en gang ved hjelp av BREEAM-NOR. I *Riktig med en gang-konferansen* (s. 1–13).
- Nuccitelli, D. (2015). Betting against global warming is a sure way to lose money. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.theguardian.com/environment/climate-consensus-97-per-cent/2015/dec/08/betting-against-global-warming-is-a-sure-way-to-lose-money>
- NVE - Norges Vassdrag og Energiforbund. (2014). Om energimerkingen. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.energimerking.no/no/Energimerking-Bbygg/Om-energimerkesystemet-og-regelverket/>
- Olsen, J. T. (2015). Her er den nye hovedbrannstasjonen - Aftenbladet.no. Hentet fra <http://www.aftenbladet.no/nyheter/lokalt/Her-er-den-nye-hovedbrannstasjonen-3636675.html>
- Olsen, K. S., Eline og Gjertsen. (2010). *Byggherrens interesse av Lean Construction med hovedfokus på produksjonsfasen og bruk av Last Planner System* (Studentavhandling, Universitetet i Agder).

- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd). Thousand Oaks: Calif: Sage Publications.
- Rambøll. (2014). Økt etterspørsel etter BREEAM-kompetanse - Rambøll. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.ramboll.no/news/rno/2014-03-03-breeam-kompetanse>
- Revfem, J. (2014a). Bygger 34 000 m2. Hentet fra <http://www.nenyheter.no/41814>
- Revfem, J. (2014b). Kjempekontrakter for Ipark - NE nyheter. Hentet fra <http://www.nenyheter.no/42388>
- Rogaland Brann og Redning IKS. (2015). Første Spadetak på den nye Brannstasjonen. Hentet 28. april 2016, fra <http://www.rogbr.no/nyhetsarkiv/f%7B%5C%7DC3%7B%5C%7DB8rste-spadetak-ny-hovedbrannstasjon>
- Samsø, B. H. (2015). Sterk uenighet blant klimaforskerne. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.aftenposten.no/viten/Sterk-uenighet-blant-klimaforskerne-8025969.html>
- Schweber, L. (2013). The effect of BREEAM on clients and construction professionals. *Building Research & Information*, 41(2), 129–145. doi:10.1080/09613218.2013.768495
- Sintef. (2011). Hentet 17. oktober 2015, fra <http://www.sintef.no/aktuelt/ngbc-og-sintef-sammen-om-miljoklassifisering-av-bygg/>
- Skinnarland, S. E., Sol og Moen. (2010). Mot en mer inkluderende byggeplasseproduksjon i Kruse Smith. *Fafo*. Hentet fra [http://www.fafo.no/media/com%7B%5C\\_%7Dnetsukii/20151.pdf](http://www.fafo.no/media/com%7B%5C_%7Dnetsukii/20151.pdf)
- Smedvig. (2016). Ipark, Arkivenes Hus – Smedvig Eiendom. Hentet 28. april 2016, fra <http://smedvig.no/eiendom/commercial/ipark-arkivenes-hus/>
- Teknologisk Institutt. (udatert). ISO 14001 - Sertifisering av miljøstyringssystem. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.sertifisering.no/Systemsertifisering/ISO-14001-Miljoestyling?gclid=Cj0KEQiA7rmzBRDezri2r6bz1qYBEiQAg-YEtDuZ8Kb9D7luULJhNRfvv7FoXhcIJ%20FdmyeKcmQ3qh0aAhnB8P8HAQ>
- Thagaard, S. (2010). *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitativ metode* (3rd). Bergen-Sandviken: Fagbokforlaget.
- Tiltnes, S. (2009). *Vurderingsgrunnlag Versjon\_3-1\_publicert\_060110*, Grønn Byggallianse.
- Tiltnes, S. (2010). Høringsdokument 25.1.2010 - Grønn Byggallianse.pdf. Grønn Byggallianse.
- USGBC - U.S. Green Building Council. (2015a). USGBC Green Building facts. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.usgbc.org/articles/green-building-facts>

- USGBC - U.S. Green Building Council. (2015b). USGBC History. Hentet 14. desember 2015, fra <http://www.usgbc.org/about/history>
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research : Design and Methods* (5th). Los Angeles: SAGE.



DEL 2 VITENSKAPELIG ARTIKKEL





SBE16 Tallinn and Helsinki Conference; Build Green and Renovate Deep, 5-7 October 2016,  
Tallinn and Helsinki

## Integration of BREEAM-NOR in construction projects: Utilizing the Last Planner System

Åse I. Nesteby<sup>a\*</sup>, Marie E. Aarrestad<sup>a</sup>, Jardar Lohne<sup>a</sup>, Rolf A. Bohne<sup>a</sup>

<sup>a</sup>NTNU, 7491 Trondheim, Norway

---

### Abstract

According to the general literature, maximizing the potential of BREEAM-NOR could significantly contribute to create a greener and more sustainable construction industry. Lean Construction techniques promise to eliminate waste in the production process and consequently maximize the customer value of the final result. According to literature, these are traits where many Norwegian construction projects that strive to meet the requirements of a BREEAM-NOR certification seem to fall short. BREEAM is the most widely used environmental assessment method for buildings today, with the main objective to secure more sustainable construction practices. The purpose of this paper is to examine how the documented pull-effect created by the Last Planner System (LPS) can be utilized in reducing challenges that arise from a managerial push-strategy. The context of the analysis is certifying construction projects in accordance to BREEAM-NOR. A case study of the projects was conducted in a Norwegian construction company. Twelve in-depth interviews were conducted with key actors in the projects, consisting of project managers, construction supervisors, Accredited Professionals, trainees, foremen and squad bosses. In addition, weekly squad meetings as well as regular lookahead planning sessions were observed. All of the projects were design and build and two of them aimed for the BREEAM-certification class Excellent. A preliminary literature study that identified common challenges related to the requirements of BREEAM-NOR and discussed how they could be resolved, served as a basis for this research. A majority of the observed challenges when introducing BREEAM-NOR requirements to construction projects seemed to stem from a managerial push-strategy within the project organization. Positive effects of implementing the pull-strategy of LPS proved a plausible measure to reduce these challenges, by introducing a shift in strategy from push to pull. Furthermore, a planning strategy was suggested based on findings from the case study. The strategy intended to optimize the integration of BREEAM-NOR in the LPS-system in order to ease the process of integrating BREEAM-NOR requirements, thus creating more sustainable projects. This paper uncovered the possibility of a reduction in incremental costs related to the requirements of BREEAM-NOR. Through reducing waste and improving workflow, value can be increased for all stakeholders involved including owner, contractor, customer and the society at large.

© 2016 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

---

\* Corresponding author. Tel.: +47-992 99 779.  
E-mail address: [aseingri@stud.ntnu.no](mailto:aseingri@stud.ntnu.no)

Peer-review under responsibility of the organizing committee of the SBE16 Tallinn and Helsinki Conference.

*Keywords:* Building Green; BREEAM-NOR; Lean Construction; The Last Planner System; planning methodology; construction projects

---

## 1. Introduction

The increased knowledge of climate change impacts has resulted in extensive responses from governments, businesses and civil society [1]. Today there is a 90-100 % consensus amongst climate experts that recent changes in climate conditions are human-caused [2], [3], and nine out of ten Europeans now think that climate change is a serious problem [4]. According to the UN's International Panel on Climate Change, the dangers of climate change is increasing and there is an urgency to find sustainable solutions to prevent further impact on human and natural systems. [5]. The latest breakthrough came in 2015, when over 190 countries of the world met in Paris, and agreed upon a global agreement on climate change. All countries present pledged their individual goals for carbon emission reduction [1]. The building sector is proven to be responsible for 40% of the world's energy consumption and contributes 30% of global annual greenhouse gas emissions, this through its production and operation of buildings. [6]. With the ever present focus on climate change, the pressure is therefore high on the construction industry to reduce its environmental impact [7].

In the effort to mitigate the industry's environmental impact, many different tools and programs have been developed. Among them the Building Research Establishment's Environmental Assessment Method (BREEAM), which is an assessment system for construction and real estate [8]. According to the Building Research Establishment (BRE), it sets the standard for best practice in sustainable design and has become the de facto measure used to describe buildings' environmental performance. Currently, BREEAM is the world's leading and most widely used environmental assessment method for buildings [8], [9]. The subject of this paper will be the Norwegian adaptation of the method, namely BREEAM-NOR, which is adapted to national relevant standards, rules and practices in the environmental and energy areas [8].

Although BREEAM-NOR is growing and is becoming more sought after, it is still fairly new to the Norwegian construction industry [10], [11]. A preliminary literature study conducted prior to this paper uncovered that when certifying in accordance with BREEAM-NOR, many construction projects encountered several complicating challenges [12]. The conclusion of this study was that most of the identified challenges could be traced back to a push-mentality in project management. Moreover, it concluded that such a mentality needs to be altered in order to maximize the potential of BREEAM-NOR as a method. If not, its intended objective of improving the sustainable practice of the construction industry may be unattainable.

The intention of this paper is to present a change in planning strategy to adjust the aforementioned push-mentality. To develop this strategy, a case study was conducted in a Norwegian construction company in order to answer the following research questions:

- Does the LPS-practice create the desired pull-effect in the observed projects?
- What are the most prominent challenges that arise due to the extended requirements of BREEAM-NOR in the projects?
- Do the potential challenges coincide with those identified in the preliminary study?
- How can the process of BREEAM-NOR certification be expediently integrated in the LPS-system in order to reduce the potential challenges?

The first two research questions are answered through the presented findings and the third question is answered through the following discussion. Lastly the fourth question is discussed in the findings and then summarized in the final conclusion.

**Nomenclature**

AP	Accredited Professional; An internal project support in BREEAM projects
BREEAM	A sustainability assessment method for master planning projects and buildings
BREEAM-NOR	The Norwegian adaptation of BREEAM
Construction Supervisor	A member of the project team on the construction site
Foreman	The link between the project team and the site workers
Lean Construction	A production-management based approach to project management
Lookahead meeting	A planning meeting in the LPS system, planning 6-8 weeks ahead
LPS	A production planning system developed for Lean Construction
Phase planning	A planning meeting in the LPS system, planning larger phases of the project
Pull	Introducing activities in projects based on when the activities are confirmed feasible
Push	Introducing activities in projects based on a completion date
Squad boss	Responsible for organizing of his/her squad on site
Squad meeting	A planning meeting in the LPS system, planning 1-2 weeks ahead
The last planner	The squad boss in LPS terminology

**2. Theoretical framework**

BREEAM is a renowned assessment method for construction and real estate that documents differences in the effects on the environment and human health. Some of the main objectives of BREEAM is to mitigate the impacts of buildings on the environment, provide market recognition, low environmental impact buildings and to ensure best environmental practices are incorporated in buildings [8]. A certification in accordance with the standards of BREEAM is based on a so-called “credit list”, where points can be obtained by meeting set technical requirements in ten different categories. Points that can be attained will vary between different types of buildings, and the total amount of points obtained will decide the project's certification class [8]. All of this is specified in further detail in the technical manual of BREEAM.

Because BREEAM-NOR is a new method of assessment in the Norwegian building sector the number of conducted studies concerning its challenges and impact are limited. The research that has been carried out consists of unpublished works such as master theses. Flo and Wehmer [13] studied the challenges that arise implementing BREEAM-NOR in construction projects. Meling [14] assessed the experiences regarding BREEAM-NORs usability shortly after its introduction to the Norwegian building sector, and Morken [15] examined the effect of implementing BREEAM-NOR in a specific supply company. Also, Nesteby and Aarrestad conducted a literature study summarizing the findings of the existing studies [12]. Though these studies all confirm the presence of the same challenges, none of them describe a specific solution to mitigate them. To some extent they all touch on possible measures of improvement, but there is to the authors knowledge no study in Norway today that proposes a tangible solution.

The Last Planner System is a production planning system part of Lean Construction [16], which is a production management-based approach to project delivery [17]. LPS's purpose is to produce a predictable workflow, and it is based on two components: product unit control and workflow control [18]. Respectively, they aim to improve the actual work tasks that are to be executed through continuous improvement and learning, as well as improve the workflow across units in the project organization. That is, to create “healthy” work activities that not only SHOULD be done, but also CAN be done [18]. This contributes to the goal of Lean Construction to improve the project's overall performance, by maximizing value and minimizing waste [17]. The term waste refers to unnecessary use of project resources.

	Temporal aspect	Documentation process	Teamwork and communication	Attitude	Incremental costs	The BREEAM-NOR certification system
Phase scheduling	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Red
Look ahead planning	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Red
Squad meetings	Red	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Red
Eliminating waste through the implementation of LPS	Light Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Red
Optimizing workflow through the implementation of LPS	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Red

Figure 1 Illustration of which components of LPS that can potentially reduce BREEAM-NOR related challenges, and to what extent [12].

By improving workflow and creating “healthy” work tasks, LPS introduces what is known as a “pull-effect”. Ballard defines “pulling” as a way of introducing new information and/or materials into a building process [18]. “Pushing” stands in contrast to pulling, as it pushes information on what should be done through the system regardless of the project’s status quo. Whereas a pulling technique pulls information on what actually can be done in the projects, based on current conditions. Assuring the quality of a work task’s feasibility through phase planning, look ahead planning, constraint analysis and squad meetings are all considered pulling techniques. Therefore, LPS is categorized as a pull-system.

Lean Construction is an increasingly utilized planning approach in the Norwegian building sector. Numerous actors in the industry promote their use of Lean Construction [19]–[21] and journals also reports of an increasing presence of Lean-practices [22]–[24]. Coupled with the fact that several of the largest companies in the Norwegian building sector are a part of the network *Lean Construction NO* [25], this supports the notion that it is a recognized planning tool. Several studies document positive effects when implementing the Lean Construction methodology in Norwegian construction projects [26]–[30], but studies on the effect of Lean Construction in BREEAM-NOR projects have however not been published to the authors knowledge.

Figure 1 is taken from the preliminary study and illustrates in which areas LPS (left column) could help reduce BREEAM-NOR related challenges (top row) in projects, and to what extent. On the basis of this, integrating BREEAM-NOR in the LPS-system was chosen as a possible solution. Because this was the chosen system for improvement in the preliminary literature study, the focus of this paper will be to develop a solution within the scope of LPS.

### 3. Method

The preliminary study was conducted as a literary review, and its structure was based on recommendations from Aveyard [31]. This consisted of concise research questions, a clear search strategy with logical and relevant search terms as well as an unambiguous and repeatable review of the collected literature.

The research for this article was conducted as a multiple-case study in collaboration with a Norwegian construction company, examining three of their projects. Yins [32] principles for case studies served as a foundation for the research approach. In the case study interviews, observations and a document study was utilized as means of gathering necessary data.

In total 12 in-depth interviews were conducted, in accordance with the guidelines of Dalland [33] and the interview subjects consisted of members of the project organization, including project managers, construction supervisors, foremen, trainees, AP's and squad bosses. Interview subjects were chosen to attain a diverse specter of informants, and to represent all levels of the project organization due to LPS's requirement for all tiers to be involved in the planning process. A loosely structured interview guide was used in all interviews to encourage a guided conversation within the desired topics.

According to Yin [32], direct observation can be a useful tool in providing additional information of the topic being studied. Being two authors in this case study strengthened the reliability of the observations, making it a suitable choice of method. The authors observed in total 8 meetings, all from the LPS-system. Three of these were squad meetings, where squad bosses and foremen planned the following two weeks of production, the other five meetings were lookahead meetings. Here project managers from the different technical disciplines met to plan the future 3-8 weeks of production.

Yin also pointed out that documents play an explicit role in any data collection when doing case study research [32]. Therefore, a document study was performed to obtain a necessary knowledge base of the company policy on BREEAM-NOR and LPS. Document such as LPS models, BREEAM-NOR course material and internal project policies were scrutinized. Specific knowledge concerning the three projects was also collected, including information such as which BREEAM-NOR points the projects aimed to achieve.

Table 1 presents the three projects in the case study and provides an overview of their features.

Table 1 Overview of BREEAM-NOR and LPS in the projects

Project	Phase	Contract structure	BREEAM-NOR	Certification level	Squad meeting	Lookahead meeting	Phase planning	Zones
1	Early	Design and build	X	Excellent	X	X	X	X
2	Mid	Design and build		-	X	X		X
3	End	Design and build	X	Excellent	X	X	X	X

#### 4. Findings and discussion

The objective of the case study was to confirm the presence of challenges identified in the preliminary study. To do this the most prominent challenges in the studied BREEAM-NOR-projects were identified. Further it was investigated whether the LPS-practice in the projects created the desired pull-effect, in order to eliminate any push-mentality. In the following chapter the findings are analyzed and discussed to answer these questions. Through this analysis a strategy on how to expediently integrate BREEAM-NOR in the LPS-system is developed. This is presented in further detail in the conclusion.

##### 4.1. Parallel processes

Interviews and observations confirmed the preconceived notion that BREEAM-NOR and LPS were running as two parallel processes in the projects. One targeted BREEAM-NOR certification while the other focused on planning and executing the project in accordance with the LPS system. Besides quotes from some informants, the lack of BREEAM-NOR on the meeting agendas was the strongest proof of the parallel policy. BREEAM-NOR was addressed as part of lookahead meetings in one of the projects, but only because of the AP's participation. The AP in this project commented that otherwise it would probably not have been taken into account in the lookahead process.

This way of administering the project could contribute to alienate the BREEAM-NOR certification process to the involved actors. It seems that a stronger correlation would be beneficial. An easy way to regularly include BREEAM-NOR in the project could be to include it in the meeting-templates of both the lookahead meetings and the squad meetings. This could create a greater awareness of the project being a BREEAM-NOR project on a continuous basis and contribute in reducing the number of do-overs caused by misunderstandings regarding the BREEAM-NOR requirements. It could also strengthen the involved parties' ownership feeling towards the project

through showing the benefits and strengths of construction in accordance with BREEAM-NOR. One way BREEAM-NOR did get included in project planning and execution was through the regular safety inspection rounds. This is not a LPS-tool, but this way of including BREEAM-NOR in the project seemed to be a success. The safety inspection round was mentioned by all informants when asked how BREEAM-NOR influenced the project routines.

#### 4.2. Distribution of BREEAM-NOR responsibilities

Another finding from the case study was that BREEAM-NOR related issues generally seem to solely be the AP's responsibility. Every actor interviewed in the BREEAM-NOR projects confirmed that it was the responsibility of, and mainly concerned, the AP. Some may have been included in the process through attending safety inspection rounds or providing documentation, but all BREEAM-NOR related assignments were only conducted due to requests by the AP. It was also noted that even though the AP was largely in charge of the whole BREEAM-NOR process, the only responsibility featured in the different LPS meetings was the demand for required documentation. Involvement of the different actors in BREEAM-NOR- and LPS-processes is illustrated in Figure 2.

This hierarchy of BREEAM-NOR responsibility is another factor contributing to the estrangement of BREEAM-NOR in the projects. As an example, it was only in the LPS-meetings where an AP was present that BREEAM-NOR was brought up. This strong constriction of responsibility contributes to degrade the ownership culture towards BREEAM-NOR, preventing the other involved actors from having to take action. Additional delegation of tasks could help create a greater sense of ownership amongst different project members. Further it can easily become an element of irritation for squad bosses and contractors when BREEAM-NOR is only brought up in meetings as the AP requesting documentation. Possibly resulting in a more negative attitude towards BREEAM-NOR.

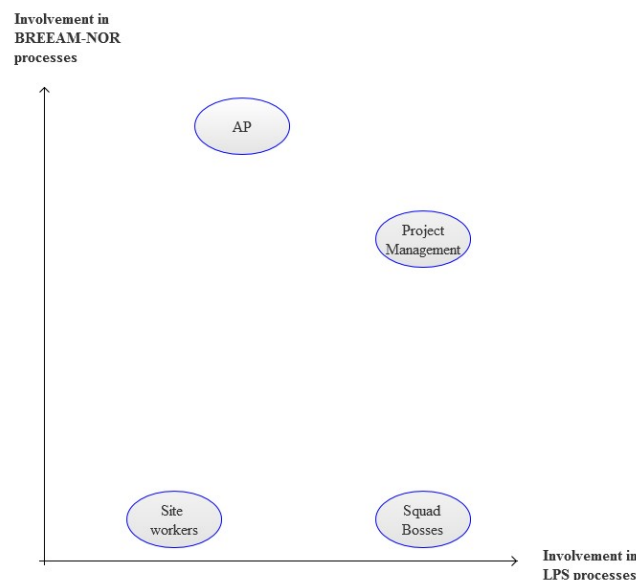


Figure 2. The influence of BREEAM-NOR and LPS on different roles in the project

#### 4.3. Level of education

A gap in knowledge between project management and site workers was uncovered through interviews. It was evident that squad bosses and site workers did not have the same knowledge of the purpose of BREEAM-NOR and LPS. Project management members expressed a positive attitude towards the matters, while site workers typically were more indifferent, some bordering on the negative. Project management displayed reflectiveness on the possible



advantages of the tools, and had a greater understanding of what the project could gain if they could utilize their potential.

This difference in attitude could possibly be traced back to the finding that project management has a higher level of education within the two fields, which allows them to see a bigger picture. It is policy in the company that all project management team members receive at least basic training in BREEAM-NOR and LPS from certified trainers. For squad bosses and site workers the required level of education is an introduction on site. Nevertheless, all informants expressed that LPS had eased project planning, and no exclusively negative attitude was detected.

Regarding attitude among squad bosses, age proved a significant factor. Younger people were more willing to adapt to new practices, while the age group 40-50 showed more reluctance. The latter mainly considered LPS and BREEAM-NOR fancy words rather than something that could improve their daily work.

#### 4.4. Perceptions on education level

Interviews revealed a difference in understanding on what training the site workers had received. Both the APs mentioned that there had been conducted trainings for the site personnel, which included a brief introduction given in the startup meetings for the projects, and a course on the influence of BREEAM-NOR in the workday. Both of which were developed by the company. However, the squad bosses did not share this opinion. They did mention a general introduction in the startup meeting, but besides that no specific training was reported.

Another opinion expressed by squad bosses were that both they and their squads did not have any particular need for training as BREEAM-NOR was just something management had told them needed to be implemented. This is to the authors a clear indication that BREEAM-NOR is introduced in the project using a push-strategy where management makes decisions without including *the last planner*.

When interviewing the squad bosses, all stated that squad meetings was a somewhat a useful way of planning. However, the project managers and foremen seemed to ascribe the meetings a greater benefit for the squad bosses than they did themselves, indicating that management sees a higher benefit than there actually is.

#### 4.5. BREEAM-NOR in the construction phase

Informants expressed that BREEAM-NOR was a concern mainly in the design phase and after completion of the project. This because the groundwork to obtain many of the points is done in the design phase, as well as the fact that verification of the points and the actual certification is done after completion. The temporary certification given after the design phase also supports this.

To the authors, this standpoint is considered one of the main reasons for the challenges arising in BREEAM-NOR projects. By pushing what concerns BREEAM-NOR to the other project phases, rather than keeping the focus throughout the whole process, the project team cannot fully be prepared to handle challenges that will arise in the construction phase. In addition, this attitude substantiates the push-mentality of BREEAM-NOR projects by saying that it does not concern *the last planners*. Keeping BREEAM-NOR on the agenda continuously will increase the project team's ability to detect problems before they arise. This will prevent situations where the squad bosses will have to come up with solutions "on the spot" due to extended requirements and do-overs because of misunderstandings regarding these requirements. A strong focus on how BREEAM-NOR is present through the whole project can increase the feeling of ownership for site workers. Visualizing the process of gaining points, and highlighting the necessary contribution from the squad could help create the feeling that BREEAM-NOR is something everyone needs to contribute to. Thus increasing the pull-mentality.

#### 4.6. Meeting structure

Observations of the lookahead meetings and squad meetings in the case study gave a clear impression that all of them lacked a firm chairperson and consistent structure. This resulted in the meetings deviating from the set agenda. The meetings with the greatest lack of structure were also the ones deviating the most from the set agenda. As one of the squad bosses commented; "We don't make money sitting in meetings. We make money out there on the site", which reaffirms the notion that the squad bosses also appreciate a clearer structure and less time spent in meetings.

Through observation, it became clear that all parties could benefit from a firmer structure of the meetings in the LPS system, which applies to all the projects. A clear chairperson is needed to maintain progress and keep within a designated timeframe. Further, there is a need to retain the amount of deviation from the agenda as much possible. In almost every observed meeting, it was a reoccurring problem that participants asked unrelated questions to the activity at hand and discussions on completely different matters would flourish. The chairperson should be responsible for blocking such digressions to keep to the timeframe as well as the time perspective of the meeting, whether it is a squad meeting or lookahead meeting. This way they can be more efficient, which is the essence of the Lean methodology and is necessary to let LPS achieve its purpose.

An argument to exclude BREEAM-NOR from the LPS-structure was that it would just add to already long meetings and ultimately can result in increased incremental costs. Implementing the suggested measures could make it possible to put BREEAM-NOR on the agenda without prolonging the meetings significantly. A prerequisite in order to achieve this is that all participants will have to come prepared to the meetings, project management and site workers alike. The planning process will be the most efficient if all parties are on top of the work planned for the relevant timeframe as well as the work status of their own fields. LPS seeks out to involve site workers in planning their work, but without the needed structure, it might only lead to an increase in incremental costs.

#### *4.7. Incremental costs*

Long meetings, do-overs and restricted access to materials were mentioned as causes for incremental costs. It was pointed out that because BREEAM-NOR restricts the use of certain materials that are familiar to the site workers it forces them to use BREEAM-NOR approved substitutes. These materials are often unknown or harder to work with and therefore leads to a longer execution time. Because the site workers very often do piecework, this creates a conflict between earning money and achieving the required quality to obtain points for certification. As commented by squad bosses, they mostly do not know why they are not allowed to use certain materials other than “because of BREEAM-NOR”. If the previously mentioned gap in knowledge had been smaller or non-existent, and the feeling of ownership towards BREEAM-NOR was more present, a better understanding of “why” could have been created. Subsequently a lot of resistance could be avoided, as the requirements of BREEAM-NOR would possibly feel less forced from above by project management.

To aid the prevention of do-overs, the aforementioned measure of including BREEAM-NOR in the meeting-templates can contribute greatly in reducing incremental cost. An example of a measure that has been introduced with success on sites through BREEAM-NOR and LPS, is the concept of “clean and dry building process”. This is a requirement in BREEAM-NOR-projects and a consequence of the LPS-system. Both managers and site workers pointed out the advantages of this in most interviews. One of the squad bosses said that by having a tidy and clean work site at all times, it had naturally made it a lot easier to do their job. This statement supports the premise that measures like a clean and dry building process can contribute in reducing incremental costs.

#### *4.8. The documentation process*

In the preliminary literature study, the documentation process of BREEAM-NOR was mentioned as one of the greatest challenges, which was confirmed in the case study. However, both AP’s in the two BREEAM-NOR-projects expressed that documentation had become a lot easier after the introduction of the Product Exchange platform. The platform is designed to gather necessary documents in a construction process and thus ease the APs responsibilities.

In one of the projects, the AP participated in lookahead sessions and directly asked the contractors present to submit documentation. This observation illustrates an advantage in including BREEAM-NOR in the LPS structure. The AP can keep continuous awareness on BREEAM-NOR requirements to avoid do-overs and additionally evade pile-ups of documentation that needs to be collected at completion. Both of which was identified as part of the documentation challenge. Moreover, this can contribute in the reduction of incremental costs.

By having the AP continuously follow up on documentation in the project, there is a possibility for the squad bosses to contribute in gaining additional BREEAM-NOR points. For instance, through better choices of materials than suggested in the design phase. If this is to be a realistic possibility the previously mentioned measures of

education and involvement is a prerequisite. To promote this spirit of constant improvement in the project and build up under the sense of ownership as well, incentives can be used as an encouraging measure.

#### *4.9. Early involvement of BREEAM-NOR*

Confirming findings from the preliminary study, early involvement was emphasized as a key necessity for success by informants with management positions. Comments suggested that BREEAM-NOR should be integrated into the project from the get go, primarily to avoid losing points and be able to plan and design to obtain all the points needed. This is also an instance where LPS can benefit BREEAM-NOR projects greatly, because of its structure as a planning tool. The phase planning and start-up sessions utilized by the company is a suitable arena for clarification of expectations. Here education could be emphasized, and thus the gap in knowledge could be reduced. Of course, BREEAM-NOR requirements are also included in the contract specifications and should imply that the tendering contractors have some experience with BREEAM-NOR. However, the impression that came across is that this is not always the case because BREEAM-NOR is relatively new in the Norwegian construction industry.

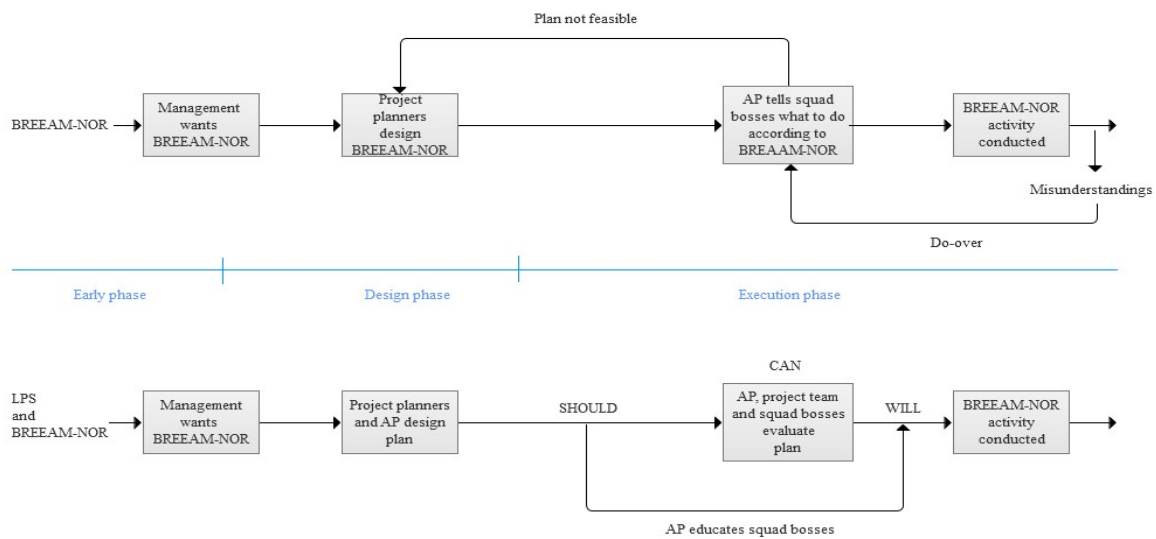
Introducing BREEAM-NOR as early on as possible with a clarification of expectations and ambitions, as well as education on the matter, can provide a much more positive regard towards it in the execution phase. By including all actors from the start a stronger basis for team spirit can be built. Perhaps even an atmosphere can be created, where there is a sense of achievement throughout the entire project organization when points are obtained and ambitious goals are met.

Interviews with the squad bosses revealed that they did not feel like working on a BREEAM-NOR project extensively separated itself from any other construction project. The impression that came across was that BREEAM-NOR served as yet another requirement from the project management specified in the contract, and did not impact their daily activities severely. Whereas LPS had a more direct impact on their day-to-day work. On the contrary, APs and project managers presented BREEAM-NOR as a useful and important tool to construct high quality, sustainable buildings, making it an important part of their daily work.

This attitude displayed among the squad bosses convey a lack of ownership that possibly can be traced back to the previously mentioned push-strategy in the projects. Such a lack of ownership might be prevented by including both the squad bosses and BREEAM-NOR from the very first phase scheduling. Involving the squad bosses earlier in the planning process creates the opportunity for them to contribute with simple and effective solutions. Early involvement can also contribute to them focusing on BREEAM-NOR solutions throughout the construction phase, making it a natural part of their day.

Figure 3 illustrates the possible effect of introducing BREEAM-NOR in the project organization with a push-strategy vs. a pull-strategy.

## PUSH



## PULL

Figure 3. Illustration of push- vs pull-strategy in BREEAM-NOR certification processes

## 5. Conclusion

The presence of the challenges relating to BREEAM-NOR in projects identified in the preliminary literature study were confirmed in the case study. Furthermore, the overall findings from the same study are also consistent with the performed research.

Statements from conducted interviews in the BREEAM-NOR projects support the theory that they are governed by a push-strategy from management. They also showed that BREEAM-NOR and LPS run as two parallel components in the project. Based on the research in this article, the conclusion is drawn that BREEAM-NOR should without further complications be possible to integrate into the LPS-system of a project. This will help turn the push-strategy towards pull-strategy. A prerequisite is that the LPS-structure applied in the project is optimized, which is not the current situation in the studied projects.

Even though today's situation does not portray an optimal implementation of LPS, it has been confirmed through interviews that LPS has had a positive effect on the projects. It was deemed a useful planning tool and had increased involvement of all squad bosses. This substantiates the preliminary study's conclusion and strengthens the notion that the positive pull-effects of LPS can reduce the push-related challenges of BREEAM-NOR projects.

### 5.1. Proposed strategy

Based on observations and interviews, the following strategy is proposed:

#### Main goal:

- Implement BREEAM-NOR in project planning, utilizing the system of LPS.

#### Means of achieving set goal:

- Higher level of education for the involved parties
- Visualization of the points in the construction process
- Rewarding the involved actors when points are gained
- Contract incentives to stimulate even higher performance than obligated
- Delegate the responsibilities of BREEAM-NOR to additional roles

- Clearly integrate BREEAM-NOR in planning meetings through agenda and templates
- Earlier involvement of BREEAM-NOR for all involved actors
- Clearer and stronger structure of LPS planning sessions
- Continue current practice of including BREEAM-NOR in the safety inspection rounds

By applying the proposed strategy, a number of desired benefits can be achieved. Inclusion of all parties from the beginning can create a stronger sense of teamwork as well as a stronger sense of ownership. This can also come from a visualization of BREEAM-NOR in the daily work. Continuous awareness of BREEAM-NOR and its requirements can lead to better communication and thereby less misunderstandings and do overs, resulting in a better workflow. Better workflow with less waste will in turn add value and contribute to more sustainable projects.

For some aspects of the previous discussion as well as the proposed strategy it is important to consider their feasibility. It is necessary to consider whether suggested measures are realistic, based on the dynamics in today's construction projects, and the strategy can be customized to individual projects based on their circumstances.

## 5.2. Sustainability and over-all performance

Based on the discussion, it can be argued that this coalition of BREEAM-NOR and LPS can lead to more sustainable practices and products. This is true for all three projects in the case study as well as from a larger perspective. First of all, BREEAM-NOR requires a higher standard than TEK10, the Norwegian regulation of technical requirements for construction. Further, it aims to optimize the building for future use as well as during construction, providing a stamp of quality making it more valuable over time. BREEAM-NOR takes the whole process into account, ensuring a sustainable product through its entire lifecycle. This by ensuring sustainable materials through its demand for documentation, as well as energy-efficient and environmentally sound solutions through all its requirements. When executed right LPS will generate an efficient workflow with minimal waste, ensuring high performance during the construction phase. BREEAM-NORs effects on the project's over-all performance can be amplified further through the utilization of LPS, ensuring that the high quality measures are delivered in a cost and time efficient manner.

BREEAM-NOR desires to simulate the demand for sustainable buildings in the market. Combined with LPS's goal of maximizing customer value this is a step towards creating sustainable, constructions with a higher over-all performance.

## Acknowledgements

The authors would like to thank the informants for their time and willingness to share their experiences. Also the project teams deserve a thank you for their cooperation and for allowing the authors to observe their meetings. A thank you is also owed to the supervisor from the construction company for contributing with all her knowledge, time and encouragement.

## References

- [1] R. Willis, M. Spencer, F. Metternich, K. Crane, M. Jacobs, G. Morgan, H. Huyton, T. Viita, R. Davis, A. Doig, J. Lanchbery, C. Born, B. Stafford, R. Dickinson, B. Johnston, P. Evans, H. Dennis, M. Birt, D. White, L. James, B. Fischler, G. Harrison, E. Perez, B. Huckstein, T. Carty, L. Hickman, M. Adow, R. Garthwaite, and K. Pumphrey, "Paris 2015 Getting a global agreement on climate change," pp. 1–24, 2014.
- [2] J. Cook, D. Nuccitelli, S. A. Green, M. Richardson, B. Winkler, R. Painting, R. Way, P. Jacobs, and A. Skuce, "Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature," *Environ. Res. Lett.*, vol. 8, no. 2, p. 7, 2013.
- [3] J. Cook, N. Oreskes, P. T. Doran, W. R. L. Anderegg, B. Verheggen, E. W. Maibach, J. S. Carlton, S. Lewandowsky, A. G. Skuce, and A. Sarah, "Consensus on consensus : a synthesis of consensus estimates on human - caused global warming," *Environ. Res. Lett.*, vol. 11, no. 2016, pp. 1–24.
- [4] Special Eurobarometer, "Climate change," *Eur. Comm.*, 2014.
- [5] United Nations, "Promote Sustainable Development | United Nations." [Online]. Available: <http://www.un.org/en/sections/what-we->

- do/promote-sustainable-development/index.html. [Accessed: 13-Apr-2016].
- [6] S. Lemmet, “Buildings and Climate Change,” *Unep*, 2013.
- [7] World Commission on Environment and Development, “Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future (The Brundtland Report),” *Med. Confl. Surviv.*, vol. 4, no. 1, p. 300, 1987.
- [8] NGBC - Norwegian Green Building Council, *Technical Manual BREEAM-NOR*. 2012.
- [9] BRE, “The world’s foremost environmental assessment method and rating system for buildings,” p. 562, 2011.
- [10] DiBk - Direktoratet for Byggkvalitet, “BREEAM-NOR: Nytt verktøy får bransjen til å strekke seg - Direktoratet for byggkvalitet,” 2012. [Online]. Available: <https://www.dibk.no/no/Tema/Miljo/Nyheter-miljo/BREEAM-NOR-Nytt-verktoy-far-bransjen-til-a-strekke-seg/>. [Accessed: 11-Apr-2016].
- [11] BRE, “BREEAM enters Norway.” [Online]. Available: <http://www.bre.co.uk/news/BREEAM-enters-Norway-660.html>. [Accessed: 11-Apr-2016].
- [12] I. Nestebø and M. E. Aarrestad, “LPS som verktøy for å redusere påvirkningene av push-strategi i BREEAM-prosjekter,” project paper, Department of Civil and Transport Engineering, NTNU, Trondheim, Norway, 2015.
- [13] E. C. Flo and A. Wehmer, “Utfordringene ved BREEAM og implementeringsprosessen i byggeprosjekter,” MS thesis, Department of Mathematical Sciences and Technology, NMBU, Ås, Norway 2015, <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/294542/Wehmer%20og%20Flo%202015.pdf?sequence=1>.
- [14] J. Meling, “BREEAM i Norge - Vurdering av BREEAM NOR i praksis,” MS thesis, Department of Civil and Transport Engineering, NTNU, Trondheim, Norway, NTNU, 2013, <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:637811/FULLTEXT01.pdf>.
- [15] D. Morken, “Implementeringen av BREEAM hos YIT i Stavanger,” MS thesis, Department of Industrial Economics, Risk Management and Planning, UiS, Stavanger, Norway 2013, <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/182209/Morken%20Daniel.pdf?sequence=5>.
- [16] LCI - Lean Construction Institute, “The Last Planner (R),” 2016. [Online]. Available: <http://www.leanconstruction.org/training/the-last-planner/>. [Accessed: 11-Apr-2016].
- [17] LCI - Lean Construction Institute, “What is Lean Design & Construction,” 2008. [Online]. Available: <http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-construction/>. [Accessed: 25-Oct-2015].
- [18] G. Ballard, “The Last Planner System of Production Control,” Ph.D dissertation, School of Civil Engineering, University of Birmingham, United Kingdom, 2000, <http://theses.bham.ac.uk/4789/1/Ballard00PhD.pdf>.
- [19] Kruse Smith, “LEAN construction - Kruse Smith,” 2015. [Online]. Available: <http://www.kruse-smith.no/om-kruse-smith/forskning-og-utvikling/lean-construction/>. [Accessed: 26-Nov-2015].
- [20] A. O. Hønsvik, “Bergtatt av miljøløsninger,” *Relasjon - Skanska*, 2009.
- [21] H. V. Nikolaisen and L. Hoberg, “« Lean in Statsbygg - Experience and Potential »,” in *Productivity in Construction*, 2014.
- [22] J. Tøien, “Bransjen mangler Lean Construction-kompetanse,” *Byggenæringen*, 2014.
- [23] T. Lien, “Byggebransjen trenger en miljødugnad : Bygg.no - Byggeindustrien,” *Byggenæringen*, 2015.
- [24] M. G. Garathun, “LEAN CONSTRUCTION - Statsbygg henter inspirasjon fra Porsche til ny kunsthøyskole,” *Teknisk Ukeblad*, 2014.
- [25] Lean Construction NO, “Lean Construction nettverk,” 2015. [Online]. Available: <http://samforsk.no/lc/Sider/Lean-Construction-nettverk.aspx>. [Accessed: 26-Nov-2015].
- [26] M. Lie, “Innføring av Lean Constructions hos YIT i Stavanger,” MS thesis, Department of Industrial Economics, Risk Management and Planning, UiS, Stavanger, Norway 2012, <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/182106/Lie%2c%20Morten.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [27] K. S. Olsen, Eline og Gjertsen, “Byggherrens interesse av Lean Construction med hovedfokus på produksjonsfasen og bruk av Last Planner System,” MS thesis, Department of Engineering Sciences, UiA, Grimstad, Norway, 2010 [http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/138356/Olsen\\_Gjertsen.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/138356/Olsen_Gjertsen.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [28] F. Roalsø, “Implementeringen av Lean Construction i det norske entreprenørselskapet Kruse Smith AS,” MS thesis, Department of Engineering and Chemical Sciences, Karlstad Universitet, Karlstad, Sweden, 2012, <http://kau.diva-portal.org/smash/get/diva2:534872/FULLTEXT01.pdf>.
- [29] S. Skinnarland, *Lean Construction i Kruse Smith - Samhandling for økt effektivitet og bedret produksjonsflyt*. Oslo: FaFo, 2010.
- [30] S. Skinnarland and S. E. Moen, *Mot en mer inkluderende byggeplassproduksjon i Kruse Smith*. Oslo: FaFo, 2010.
- [31] H. Aveyard, *Doing a Literature Review in Health and Social Care : A Practical Guide*, 2nd ed. Berkshire: Open University press, 2010.
- [32] R. K. Yin, *Case Study Research : Design and Methods*, 5th ed. Los Angeles: SAGE, 2014.
- [33] O. Dalland, *Metode og Oppgaveskriving for Studenter*, 5th ed. Oslo: Gyldendal skademisk, 2012.

DEL 3 VEDLEGG





VEDLEGG 1: PROSJEKTBEKRIVELSER



## ARKIVENES HUS

Sted:	Ullandhaug, Stavanger
Kunde:	I-park Eiendom
Forretningsenhet:	Nybygg
Oppstartsdato:	21.02.2014
Est. sluttdato:	30.06.2017
Entrepriseform:	Totalentreprise
BREEAM-NOR Klasse:	Excellent
Budsjettramme:	400 Millioner (Revfem, 2014b)



Figur 15: Illustrasjon av Arkivenes hus ved ferdigstillelse (Ipark Eiendom, 2016)

Prosjektets formål er å samle Statsarkivet i Stavanger, Stavanger Kommunes Byarkiv og det interkommunale arkivet (IKA) i Rogaland under samme tak i et felles Arkivenes Hus. Disse aktørene har vært pådrivere for et slikt prosjekt i flere år. Bygget skal fylle funksjonen som felles arkiv- og dokumentasjonssenter for flere institusjoner og forvaltningsorganer i Rogaland. Visjonen bak prosjektet er at Arkivenes Hus skal bli et sentralt dokumentasjons- og forskningssenter. Beliggenheten har også en tanke bak seg, da bygget vil stå ferdig tett på UiS og i umiddelbar nærhet til sentrale aktører blant annet innen olje- og gassvirksomhet. (Arkivverket - Riksarkivet og Statsarkivene, 2016) Det totale arealet ligger i overkant av  $14\,500\text{ m}^2$ , der ca. 6000 kvadratmeter skal være magasiner under bakkenivå og ca. 8500 kvadratmeter er tiltenkt kontorer, fellesfunksjoner og utstillingsarealer (Ipark Eiendom, 2016). I kjelleren vil arkivhyllene tilsammen utgjøre 70 kilometer lagringsplass (Smedvig, 2016)



## BRANNSTASJONEN

Sted:	Stangeland, Sandnes
Føretningsenhet:	Nybygg
Oppstartsdato:	01.05.2015
Est. sluttdato:	01.02.2017
Entrepriseform:	Totalentreprise
Budsjettramme:	520 Millioner (Rogaland Brann og Redning IKS, 2015)



Figur 16: Illustrasjon av den ferdige brannstasjonen (J. T. Olsen, 2015)

Hovedbrannstasjonen i Sandnes har før ligget på Sandved, men flyttes til Stangeland hvor en helt ny stasjon bygges. Det nye bygget blir i tillegg hjem for flere funksjoner og tjenester, blant annet brann- og redningssjef, stab, legevakt, samfunnsikkerhet ambulansesentral og tilsyn og feiertjenesten (J. T. Olsen, 2015). Dette gjør det til et komplekst bygg å gjennomføre med mange spesifikasjoner som skal på plass. Størrelsen blir på totalt  $12\,674\text{ m}^2$  og ha 350 arbeidsplasser (Rogaland Brann og Redning IKS, 2015).



## GULLFAKS

Sted:	Hinna Park, Jåttåvågen
Forretningsenhet:	Nybygg
Oppstartsdato:	01.10.2014
Est. sluttdato:	01.08.2016
BREEAM-klasse:	Excellent
Entrepriseform:	Totalentreprise
Budsjettramme:	425 Millioner (Kongsnes, 2014)



Figur 17: Illustrasjon av det ferdige bygget (Revfem, 2014a).

Kontorbygget Gullfaks bygges på Hinna Park, og har en størrelse på 18 000  $m^2$ . I tillegg skal det bygges parkeringsfasiliteter på 15.800  $m^2$ . Kontorlokalene skal leies av Wintershall Norge, et energiselskap med fokus på leting, utbygging produksjon av olje og gass. Kruse Smith har hatt et langt samarbeid med Hinna Park, og har hatt byggeprosjekter gående der i 10 år (Kongsnes, 2014). Gullfaks er Hinna Parks største enkeltstående leieavtale, som skal tilby 550 arbeidsplasser (Revfem, 2014a). Bygget skal også oppnå en BREEAM-NOR-sertifisering i klasse excellent ved å oppnå 73 poeng (Hinna Park, 2014).





## VEDLEGG 2: INTERVJUGUIDER



## PROSJEKTLEDELSE

Tema:

Intervjuobjekt:

Dato:

### Intervjuguide

Svarene vil bli behandlet anonymt

#### **Lean i prosjektet**

Kan du forklare hvordan møtestrukturen og planleggingsprosessen er lagt opp i prosjektet?

- Hvem deltar?
- Agenda
- Møteleder/Roller
- Type møter som benyttes

Hvordan sikrer dere at dere får gjennomført de aktivitetene som planlegges?

- Hindringsanalyse?
- Oppfølging av avvik

Brukes soneinndeling på byggeplassen?

- Hvordan utføres dette praktisk?
- Påvirker dette planlegging og gjennomføring?

Har alle fått en innføring i Lean?

- Når?
- Hva?

Hvordan er tilstedeværelsen av Lean i prosjekthverdagen?

- Påvirkning?

Hva fungerer og hva fungerer ikke med tanke på Lean i dette prosjektet?

- Hvorfor?

Hva mener du (hvis noe) stopper Lean fra å fungere optimalt?

- Største hinder?

- Største fordel?

**BREEAM-NOR i prosjektet**

Hva har vært de største utfordringene knyttet til BREEAM-NOR i prosjektet?

Hvordan har dere forsøkt å sikre at alle planlagte poeng oppnås underveis?

- Prosessen frem til nå?
- Oppstart
- Har dere gått glipp av noen poeng?
- Dokumentasjon

Hvilke roller er involvert i å følge opp BREEAM-NOR på og utenfor byggeplass?

Har alle fått en innføring i BREEAM-NOR?

- Når?
- Hva?

Hvordan er tilstedeværelsen av BREEAM-NOR i prosjekthverdagen?

- Påvirkning?

Koordineres planlegging i forhold til BREEAM-NOR med Lean slik dere bruker det i prosjektet?

- Satt på møteagenda?
- Dokumentasjonsinnhenting?
- Samkjøring eller parallelle løp?

Hva fungerer og hva fungerer ikke med tanke på BREEAM-NOR i dette prosjektet?

- Hvorfor?

Hva mener du (hvis noe) stopper BREEAM-NOR fra å fungere optimalt?

- Største hinder?
- Største fordel?

## FORMANN OG BAS

Tema:

Intervjuobjekt:

Dato:

### Intervjuguide

Svarene vil bli behandlet anonymt

#### **Lean i prosjektet**

Hvilke planleggingsmøter deltar du på i prosjektet?

- Hvem deltar?
- Agenda
- Møteleder/Roller

Opplevs planlagte aktiviteter som gjennomførbare fra dag til dag?

- Hvilke hindringer er eventuelt til stede?
- Oppfølging av avvik? Til hvem? Respons?

Brukes soneinndeling på byggeplassen?

- Hvordan utføres dette praktisk?
- Påvirker dette planlegging og gjennomføring?

Har du/dere fått en innføring i Lean?

- Når?
- Hva?

Hvordan er tilstedeværelsen av Lean i prosjekthverdagen?

- Påvirkning?

Hva fungerer og hva fungerer ikke med tanke på BREEAM-NOR i dette prosjektet?

- Hvorfor?

Hva mener du (hvis noe) stopper Lean fra å fungere optimalt?

- Største hinder?
- Største fordel?

**BREEAM-NOR i prosjektet**

Hva opplever du som de største utfordringene knyttet til BREEAM i prosjektet?  
Har du/dere vært involvert i prosessen rundt BREEAM i prosjektet?

- Prosessen frem til nå?
- Oppstart
- Har dere gått glipp av noen poeng?
- Dokumentasjon

Hvilke roller er involvert i å følge opp BREEAM på og utenfor byggeplass?

Har du/dere fått en innføring i BREEAM?

- Når?
- Hva?

Hvordan er tilstedeværelsen av BREEAM i prosjekthverdagen?

- Påvirkning?

Koordineres planlegging i forhold til BREEAM med Lean slik dere bruker det i prosjektet?

- Satt på møteagenda?
- Dokumentasjonsinnhenting?
- Samkjøring eller parallelle løp?

Hva fungerer og hva fungerer ikke med tanke på BREEAM i dette prosjektet?

- Hvorfor?

Hva mener du(hvis noe) stopper BREEAM fra å fungere optimalt?

- Største hinder?
- Største fordel?

VEDLEGG 3: MALER FOR OBSERVASJON





## BASMØTE

### Elementer på møte agendaen

1. Basmøtet skal inneholde følgende(i ca denne rekkefølgen):

- Kort tilbakeblikk på tidligere uker
- Analysere avvik
- Registrering av %-utført på pågående/planlagte aktiviteter
- Inngåelse av forpliktende avtaler mellom baser angående rekkefølgen på kommende aktiviteter
- Utarbeidelse av ukeplan
- Oppsummering av arbeid og om møtets hensikt er oppnådd
- Tilbakemelding på selve møtets gjennomføring

**Krav til møtets dynamikk**

1. Hvem er tilstede?

- Basene for alle fag skal være tilstede

2. Hvem leder møtet?

- Formann skal lede møtet

3. Får alle komme til orde?

- Hvordan er stemningen?

4. Foretas det en hindringsanalyse? (Vurdering av ytreforhol, informasjon, materialer, forutgående arbeid, mannskap, utstyr og plass)

- Er man nøye nok med hindringsanalysen og brukes den aktivt?

**Annet**

1. Hva er tidsperspektivet som det skal fokuseres på?

- Basmøtet skal ha 1-2 ukers perspektiv.

2. Observerte utfordringer (Kruse sine egne)

- Er man enig om hvilken måte status skal rapporteres? Skal det rapporteres pr. fag eller pr. fase?
- Gjør man aktiviteter utover det som er avtalt på basmøtet uten at konsekvensene for andre er avtalt?
- Har man felles forståelse av hva som er ferdig-ferdig"?

3. Er BREEAM på agendaen?

- Dokumentasjon?
- Kontekst?
- Holdning?

**Andre notater**



## UTKIKKSMØTE

For notater og vurdering av møtestruktur og gjennomføring av utkikksmøte. Utarbeidet i forkant som mal for observasjon. Basert på teori og Kruse Smith-praksis og krav.

### Elementer på møteagendaen

1. Utkikksmøtet skal inneholde følgende (i ca denne rekkefølgen):
  - Kort tilbakeblikk på tidligere uker
    - Registrering av status %-utført på pågående/planlagte aktiviteter
  - Kartlegge hindringer og evt fjerne dem. Aktiv bruk av hindringsanalyse med de 7 punktene:
    - Vurdering av ytre forhold
    - Informasjon (Modeller, tegninger og beskrivelser)
    - Materialer
    - Forutgående arbeid (Ferdigstillelse, slik at neste aktivitet kan begynne)
    - Mannskap
    - Utstyr
    - Plass
  - Utarbeidelse/videre arbeid av utkikksplan
  - Oppsummering av arbeid og om møtets hensikt er oppnådd
  - Tilbakemelding på selve møtets gjennomføring

**Krav til møtets dynamikk**

## 1. Hvem er tilstede?

- Prosjektledere for samarbeidspartnere skal være tilstede
  
- Formenn, prosjekteringsleder og byggherre anbefales å delta

## 2. Hvem leder møtet?

- Prosjektleder skal lede møtet
  
- Er lederrollen klar og tydelig?

## 3. Får alle komme til orde?

- Hvordan er stemningen?
  
- Bidrar alle deltakerne i møtet, slik at tiden som hver enkelt bruker oppleves nyttig både for eget arbeid og for prosjektet som helhet?

**Annet**

## 1. Hva er tidsperspektivet som det fokuseres på?

- Utikksmøtet skal se 6 - 8 uker frem i tid

- Klarer dette fokuset å opprettholdes, eller vies det mest oppmerksomhet til det som skal/må løses på kort sikt?

- Diskuteres HELE tidsperspektivet?

2. Observerte utfordringer Flere som Kruse nevner man bør passe på:

- Blir deltakerne for detaljfokusert i møtet slik at gruppen ikke evner å løfte disse diskusjonene til andre fora?
- Er deltakerne forberedt nok, slik at hindringsanalysen blir reell?
- Har deltakerne beslutningsmyndighet, slik at hindringer kan fjernes i møtet?
- Blir hindringer fjernet i møtet, eller er det saker som ikke blir avsluttet og som dermed blir en utfordring som produksjonen må løse?
- Det kan være vanskelig å si noe om den foregående aktiviteten vil bli ferdig etter avtale.

3. Er BREEAM på agendaen?

- Dokumentasjon?

- Hindringsanalysen?

- Kontekst?

- Holdning?
  
  - Kartlegging av poeng i kommende periode
  
  - Hvem leder en eventuell “BREEAM-del”?
    - Hvilke roller med ansvar for BREEAM deltar på møtet, og på hvilken måte deltar de?
4. Er noen av følgende emner fremtredende på møteagendaen, uten å direkte nevnes opp mot BREEAM?
- Ledelse
  - Helse og innemiljø
  - Energi
  - Transport
  - Materialer
  - Avfall
  - Arealbruk og Økologi
  - Forurensning
  - (Innovasjon)

**Andre notater:**



VEDLEGG 4: FREMDRIFTSPLAN FOR ARTIKKEL



