

# Faktorer som påvirker måloppnåelse i BREEAM-NOR-prosjekter

**Caroline Gjørund Larsen**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: januar 2018

Hovedveileder: Rolf André Bohne, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg- og miljøteknikk





<b>Oppgavens tittel:</b> Faktorer som påvirker måloppnåelse i BREEAM-NOR-prosjekter	<b>Dato:</b> 16. januar 2018		
	<b>Antall sider (inkl. bilag):</b> 194		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
<b>Navn:</b> Caroline Gjørund Larsen			
<b>Faglærer/veileder:</b> Rolf André Bohne			
<b>Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:</b> Magnus Løseth, AS Backe			

### Ekstrakt:

Global oppvarming er en av de største utfordringene menneskene står ovenfor i dag. Videre er bygningssektoren ansvarlig for store deler av verdens drivhusgassutslipp og energiforbruk. Som følge av den globale oppvarmingen er det observert endringer i klima med større og hyppigere ekstremvære-relaterte hendelser. Dette har store konsekvenser for menneskeskapt systemer og konstruksjoner. Det er derfor viktig at bygningssektoren i større grad satser på robuste og bærekraftige løsninger. Miljøklassifiseringsverktøy, som blant annet BREEAM, kan hjelpe sektoren mot en bærekraftig utvikling.

Hensikten med oppgaven er å undersøke hvilke faktorer som påvirker måloppnåelse i BREEAM-NOR-prosjekter. Dette er gjort ved hjelp av en casestudie av fire BREEAM-NOR-prosjekter og en intervjurunde av relevante personer fra de fire prosjektene. De håndfaste resultatene fra casestudien har dermed blitt supplert med praktiske erfaringer og kunnskap fra intervjudeltakerne, og sammenlignet på bakgrunn av litteraturstudiet.

Oppsummert er faktorer som påvirker måloppnåelsen av BREEAM-NOR-prosjekter tidlig planlegging, engasjement, kunnskap, samarbeid, koordinering av informasjon, systemer, rutiner og prosjektforutsetninger. Noen av faktorene er satt av lokale forutsetninger, mens andre faktorer kan aktører i ulikt omfang påvirke, for å effektivisere ressursbruk og redusere kostnader. Prosjektforutsetningene kan hovedsakelig kun byggherre/kunde påvirke ved målsetting av ambisjonsnivå og eventuelt gjennom valg av tomt, dersom ulike alternativer eksisterer. Totalentreprenør vil i stor grad påvirke utfallet av de resterende faktorene, hvor spesielt materialvalg og innkjøpsprosessen er betydelig, fordi denne prosessen er den mest ressurskrevende fra totalentreprenørens perspektiv i BREEAM-NOR-prosjekter i dag.

### Stikkord:

1. BREEAM
2. Miljøklassifiseringsverktøy
3. Miljøvennlige bygninger
4. Energieffektive bygninger

*Caroline G. Larsen*

Caroline Gjørund Larsen





## Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet høsten 2017, ved Institutt for Bygg- og Miljøteknikk (IBM) ved Norges Tekniske-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU) i Trondheim. Oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng og er avslutningen på det 5-årig masterprogrammet bygg- og miljøteknikk, under hovedprofilen bygnings- og materialteknikk. Denne oppgaven har blitt utført i samarbeid med entreprenørbedriften AS Backe.

Jeg vil rette en stor takk til min hovedveileder Rolf André Böhne ved IMB, for god hjelp i utformingen av oppgaven og gode innspill underveis i arbeidet. Videre vil jeg takke min eksterne veileder, Magnus Løseth, Direktør for Kvalitet og Miljø i Backe Entreprenør, for god hjelp og oppfølging. Jeg vil også takke alle intervjudeltaker for viktige innspill og erfaringer. I tillegg vil jeg gi en generell takk til Backe-konsernet for studieplass og informasjonstilgang. Avslutningsvis vil jeg takke kjærest, familie og venner for støtte underveis.

Oslo, 16. januar 2018

*Caroline G. Larsen*

Caroline Gjørund Larsen



## Sammendrag

Global oppvarming er en av de største utfordringene menneskene står ovenfor i dag. Videre er bygningssektoren ansvarlig for store deler av verdens drivhusgassutslipp og energiforbruk. Som følge av den globale oppvarmingen er det observert endringer i klima med større og hyppigere ekstremvære-relaterte hendelser. Dette har store konsekvenser for menneskeskapt systemer og konstruksjoner. Det er derfor viktig at bygningssektoren i større grad satser på robuste og bærekraftige løsninger. I tillegg stilles det stadig strengere krav til bygninger fra både myndigheter og brukere. Videre er sektoren preget av erfaringer og tradisjoner langt tilbake i tid. Miljøklassifiseringsverktøy, som blant annet BREEAM, kan hjelpe sektoren mot en bærekraftig utvikling.

Hensikten med oppgaven er å undersøke hvilke faktorer som påvirker måloppnåelse i BREEAM-NOR-prosjekter. Dette er gjort ved hjelp av en casestudie av fire BREEAM-NOR-prosjekter og en intervjurunde av relevante personer fra prosjektene. Det vil hovedsakelig si prosjektleder, prosjekteringsleder, anleggsleder og eventuell BREEAM-ansvarlig. De håndfaste resultatene fra casestudien har dermed blitt supplert med praktiske erfaringer og kunnskap fra intervjudeltakerne, og sammenlignet på bakgrunn av litteraturstudiet opp mot forskningsspørsmålene.

Det er gjort flere funn i masteroppgaven som kan tilsi at personlige faktorer og erfaringer med BREEAM påvirker måloppnåelsen i et BREEAM-prosjekt. En eksisterende studie indikerte viktigheten av blant annet følgende faktorer; godt samarbeid innad i prosjektgruppen, høyt nivå av forpliktelse og engasjement, erfaring med å jobbe sammen, og erfaring med miljøvennlige bygninger, for å oppnå BREEAM-sertifisering på en ressurs- og kostnadseffektiv måte. Resultater fra intervjurunden viser, basert på BREEAM-ansvarlig, at dette til tider var veldig tungt å jobbe med, spesielt dersom engasjementet er lavt, både innad i prosjektgruppen og spesielt blant underentreprenører og leverandører. I tillegg viser funnene at den prosjektgruppen som gjennomførte et dagskurs i BREEAM, også var det prosjektet med gjennomsnittlig lavest anslått timebruk til BREEAM. Kunnskap og involvering i BREEAM-arbeidet kan se ut til å øke engasjementet, positiviteten og effektiviteten rundt BREEAM.

På den ene siden har valg av energiforsyning og energibruk i bunn og grunn stor betydning for hvilke klassifiseringsnivå et BREEAM-prosjekt kan oppnå, siden kategorien innehar mange BREEAM-poeng. På den andre siden, viser resultatene fra intervjurunden at totalentreprenør er lite delaktig i denne prosessen. Totalentreprenør leder kun kravene fra byggherre og/eller kunde, som igjen er basert på byggherrens/kundens mål og lokale forutsetninger. På bakgrunn av dette, har valg av energiforsyning

og energibruk totalt sett veldig lite å si fra totalentreprenørs perspektiv. For byggherre/kunde har dette mye å si, ettersom prosjektets driftskostnader og/eller utleiepris, eventuelt salgspris, i stor grad avhenger av energimålene til prosjektet.

Det får betydelige konsekvenser for en totalentreprenør dersom et material eller produkt som ikke tilfredsstiller minimumskravene til BREEAM kommer inn på byggeplassen. Det vil si at valg av materialer og produkter har stor betydning for måloppnåelsen av et BREEAM-prosjekt fra totalentreprenørs perspektiv. En kombinasjon av tidlig planlegging, det å være tydelig i inngåelse av avtaler, gode systemer for planlegging, en form for BREEAM-filter hos leverandører, og digital mottakskontroll, kan i stor grad redusere BREEAM-prosjekters bruk av ressurser og kostnader i oppfølging av materialer og produkter, samt redusere risikoen for å gjøre feil.

Det er gjort varierte funn i masteroppgaven om hvorvidt et BREEAM-sertifisert bygg kan være konkurransedyktig i forhold til et standard bygg. Resultater fra eksisterende studier viser at merkostnaden er minimal opp til klassifiseringsnivået Excellent. De fleste av intervjudeltakerne mener også at BREEAM har en merkostnad. Likevel er det grunn til å tro at mange av intervjudeltakerne glemmer at avtalen de har med byggherre også er basert på BREEAM-målsettingen, og derav, med høy sannsynlighet, oppjustert. I tillegg viser resultatene fra casestudien at to av de gjennomførte prosjektene har en høyere resultatmargin enn gjennomsnittet. Basert på dette er det grunn til å anta at merkostnaden hovedsakelig ligger hos byggherre/kunde. Den kan byggherre/kunde hente inn ved reduserte driftskostnader og/eller økt utleiepris, eventuelt salgspris.

Oppsummert er faktorer som påvirker måloppnåelsen av BREEAM-NOR-prosjekter tidlig planlegging, engasjement, kunnskap, samarbeid, koordinering av informasjon, systemer, rutiner og prosjektforutsetninger. Noen av faktorene er satt av lokale forutsetninger, mens andre faktorer kan aktører i ulikt omfang påvirke, for å effektivisere ressursbruk og redusere kostnader. Prosjektforutsetningene kan hovedsakelig kun byggherre/kunde påvirke ved målsetting av ambisjonsnivå og eventuelt gjennom valg av tomt, dersom ulike alternativer eksisterer. Totalentreprenør vil i stor grad påvirke utfallet av de resterende faktorene, hvor spesielt materialvalg og innkjøpsprosessen er betydelig, fordi denne prosessen er den mest ressurskrevende fra totalentreprenørens perspektiv i BREEAM-NOR-prosjekter i dag.

## **Abstract**

Global warming is one of the largest challenges humans are facing today. The construction sector is responsible for significant parts of the world's greenhouse gas emissions and energy consumption. There have been changes in climate with larger and more frequently extreme weather events. This has considerable consequences for human-induced systems and constructions. It is therefore important that the construction sector contributes with robust and sustainable concepts. Buildings are also facing more stringent demands from both authorities and users. However, the sector is distinguished of old experiences and traditions. Sustainable assessment methods, such as BREEAM, are systems that can help the construction sector to achieve a sustainable development.

The object of this study is to explore which factors influence goal achievement in BREEAM-NOR projects. The results are carried out through a case study of four BREEAM-NOR projects and interviews of relevant people from the projects. Mainly, project manager, design phase manager, site manager and BREEAM responsible. The results from the case study are therefore supplemented with practical experience and knowledge from the interview participants, and compared to existing research in regard to the research questions of this study.

Several findings, from the master thesis, indicate that personal factors and experiences with BREEAM can affect the goal achievement in BREEAM projects. An existing study indicates the importance of factors such as collaboration within the project team, high level of commitment and engagement, prior experience with being in the same project team, and prior experience with environmental friendly buildings, to achieve BREEAM certification in a resource and cost-effective manner. The results from the interviews, based on BREEAM liable point of view, show that low engagement with BREEAM, makes it more difficult to work with BREEAM. The low level of engagement is especially high among subcontractors and suppliers, but it also exists in some content inwards the team. Additionally, findings, from the case study, show that the project which implemented a day course in BREEAM has the lowest average work hours used on BREEAM. Knowledge and involvement may seem to increase the engagement, positivism and efficiency in BREEAM projects.

The choice of energy supply and energy consumption is fundamentally for the BREEAM classification level, as it contains many BREEAM points. However, the results from the interviews shows that the property developers are minor involved in this process. The property developers only manage the requirements from the property owner/client, which is based on the property owner's/client's aims and local conditions.

Therefore, the choice of energy supply and energy use has minor impact from the property developer's perspective. From the property owner's/client's perspective this has significant impact, as the project's operating costs and/or rental/selling price, largely depend on energy targets in the project.

It may have significant consequences for a project developer with a BREEAM project if a material or product that does not meet the minimum requirements enters the construction site. This means that the choice of materials and product largely influences the achievement of a BREEAM project from the perspective of a project developer. A combination of early scheduling, evident agreements, well-design managing systems, supplier BREEAM filter, and a digital entering control can significant reduce resources and costs related to follow-up procedures of materials and products in a BREEAM project, as well as the risk of unforeseen events.

Findings from the master thesis argued whether a BREEAM certified building can be competitive compared to a standard building. The results from the existing research show that additional costs are minimal up to the classification level Excellent. Most of the interviewed also think that BREEAM has an additional cost. However, it exits a reason to believe that many of the interviewed forget that the agreement they have with the property owner is based on the BREEAM target, and hence counted for. Based on this, there is a reason to assume that the additional cost mainly stands on the property owner/client, which can be obtained by reduced operating costs and/or increased rental/selling price.

Factors that influence goal achievement in BREEAM-NOR-projects are early planning, engagement, knowledge, collaboration, coordination of information, systems, routines and project presumptions. Some of the factors are set by local presumptions, while other factors can be influenced by party's in varying extent, to reduce cost and resources. Building owner/client can influence the project presumptions through objectives of ambition level and possible through choice of building plot, if different alternatives exists. Building developer can significantly influence outcomes from the remaining factors, where choice of material and purchase process is prominent, because this process is the most resource-demanding from a project developer's point of view in BREEAM-NOR-projects today.

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	iii
Sammendrag .....	v
Abstract .....	vii
<b>1 Introduksjon .....</b>	<b>1</b>
1.1 Temabakgrunn .....	1
1.2 Formålet med oppgaven .....	3
1.3 Masteroppgavens struktur og avgrensninger .....	4
<b>2 Teori .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Global oppvarming .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Klimapolitikk, klimautfordringer og klimamål .....	6
2.1.2 Hvor står vi i dag? .....	10
2.1.3 Påvirkning på bygningssektoren i Norge .....	10
<b>2.2 Energieffektive bygninger, bygningsforskrifter og standarder i Norge .....</b>	<b>13</b>
2.2.1 Hva er en energieffektiv bygning? .....	13
2.2.2 Byggteknisk forskrift .....	15
2.2.3 Passivhus .....	16
2.2.4 Nullutslippsbygninger (ZEB) .....	17
2.2.5 Miljøklassifiseringsverktøy og miljømerker .....	19
2.2.6 Livsløpskostnader (LCC) og livsløpsanalyser (LCA) .....	23
2.2.7 EPD, ECOproduct, ProductXchange og klimagassregnskap.no .....	30
<b>2.3 BREEAM .....</b>	<b>32</b>
2.3.1 Hva er BREEAM? .....	32
2.3.2 Norwegian Green Building Council (NGBC) .....	33
2.3.3 BREEAM-NOR-manualen .....	33
2.3.4 BREEAM-NOR-klassifisering, -sertifisering og -nivåer .....	37
2.3.5 BREEAM-prosjekter i Norge .....	39
<b>2.4 Eksisterende litteratur om miljøklassifiseringsverktøy og BREEAM .....</b>	<b>41</b>
<b>3 Metode .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1 Litteraturstudie .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2 Casestudie .....</b>	<b>51</b>
3.2.1 Hensikt og utvalg av prosjekter .....	51
3.2.2 Databehandling og analyse .....	51
3.2.3 Svakheter og avgrensninger .....	52
<b>3.3 Intervjuer .....</b>	<b>54</b>
3.3.1 Hensikt .....	54

3.3.2	Intervjuobjekter .....	54
3.3.3	Utforming av intervju spørsmål .....	55
3.3.4	Gjennomføring og databehandling av intervjuer .....	59
3.3.5	Svakheter og avgrensninger .....	60
<b>4</b>	<b>BREEAM casestudie .....</b>	<b>61</b>
4.1	Case 1: HSV sykehjem .....	62
4.2	Case 2: Nydalsveien 33 .....	64
4.3	Case 3: Radisson Blu Atlantic Hotel, Stavanger .....	66
4.4	Case 4: NTNU-FHS og Sit idrett .....	68
4.5	Forventningsverdi for prosjekter i Backe .....	70
<b>5</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>73</b>
<b>5.1</b>	<b>Casestudie .....</b>	<b>73</b>
5.1.1	Analyseresultater fra kumulativ graf .....	73
5.1.2	Analyseresultater fra likhetene mellom prosjektene .....	75
5.1.3	Analyseresultater fra ulikhetene mellom prosjektene .....	78
5.1.4	Differanser mellom prosjektene i prosentandel per BREEAM-kategori .....	80
5.1.5	Justeringer fra pre-analyse .....	83
5.1.6	Resultatmargin .....	86
<b>5.2</b>	<b>Intervjuer .....</b>	<b>87</b>
5.2.1	Syn på BREEAM .....	87
5.2.2	Erfaringer med BREEAM .....	88
5.2.3	Informasjonsflyt .....	90
5.2.4	Energiforbruk og energiforsyning .....	91
5.2.5	Materialer .....	92
5.2.6	Andre faktorer .....	95
5.2.7	Kostnader i et BREEAM-prosjekt .....	96
5.2.8	Tiltak for å endre klassifiseringsnivået .....	96
5.2.9	Fordeler og ulemper .....	97
5.2.10	Arbeidstimer .....	97
<b>6</b>	<b>Diskusjon .....</b>	<b>99</b>
6.1	Kan personlige faktorer og erfaringer med BREEAM påvirke måloppnåelsen i et BREEAM-NOR-prosjekt? .....	99
6.2	Hvilke innvirkninger har valg av energiforsyning og energibruk på måloppnåelsen i et BREEAM-NOR-prosjekt? .....	101
6.3	Hvilke innvirkninger har valg av bygningsmaterialer på måloppnåelsen i et BREEAM-NOR-prosjekt? .....	102
6.4	Kan et BREEAM-sertifisert bygg være konkurransedyktig sammenlignet med et bygg etter byggt teknisk forskrift? .....	104



6.5	Andre funn.....	106
<b>7</b>	<b>Konklusjon og videre arbeid.....</b>	<b>107</b>
7.1	Konklusjon .....	107
7.2	Videre arbeid.....	109
	<b>Referanseliste.....</b>	<b>111</b>
<b>Vedlegg</b>	<b>.....</b>	<b>1</b>
	Vedlegg A1: BREEAM-NOR .....	A1.1
	Vedlegg B1: Oversikt over BREEAM-NOR-poengscore for prosjektene i casestudien .....	B1.1
	Vedlegg B2: Kumulativ graf for BREEAM-poeng per prosjekt i casestudien .....	B2.1
	Vedlegg B3: Poengscore per BREEAM-emne for prosjektene i casestudien .....	B3.1
	Del 1 – Poengscore fordelt på BREEAM-kategori.....	B3.1
	Del 2 – Likheter, mindre likheter og ulikheter i poengscore mellom prosjektene....	B3.11
	Vedlegg B4: Poengscore i prosentandel per BREEAM-kategori for prosjektene .....	B4.1
	Vedlegg C1: Intervjuspørsmål.....	C1.1
	Vedlegg C2: Sammendrag fra intervjurunden.....	C2.1

## Figurliste

Figur 1-1: Grunnpilarene i bærekraftig utvikling.....	1
Figur 2-1: Drivhusgassutslipp fordelt over ulike næringer (IPCC, 2014a).....	5
Figur 2-2: Direkte (venstre) og indirekte (høyre) utslipp av GtCO <sub>2</sub> -ekvivalenter per år for 2030, 2050 og 2100 fordelt over ulike næringer (IPCC, 2014a).....	6
Figur 2-3: Illustrasjon av hierarkiet av klimamål i Norge (NGBC, 2017).....	7
Figur 2-4: Historisk klimagassutslipp, fra 1970 til 2010 (IPCC, 2014a).....	8
Figur 2-5: Historisk (venstre) og forutsatt (høyre) risiko for råte i Norges (Almås, 2011).....	11
Figur 2-6: Effektbehov av byggeplasser for anleggsmaskiner og oppvarming (DNVGL, 2017).....	12
Figur 2-7: Årlig energibehov og –produksjon for ulike eneboliger (SINTEF Byggforsk, 2015).....	14
Figur 2-8: Systemgrenser for produksjon av fornybar energi (SINTEF Byggforsk, 2015).....	14
Figur 2-9: En bygningens miljøpåvirkning over livsløpet inklusiv fornybar energiproduksjon av ZEB-O, -OM og –COM (SINTEF Byggforsk, 2015).....	17
Figur 2-10: ZEB Living Lab (venstre) og Multikomfort (høyre) (Mogen, 2016; Brødrene Dalh, Optimera (2014).....	18
Figur 2-11: Powerhouse Kjørbo (Powerhouse, u.å.).....	18
Figur 2-12: Campus Evenstad (Ola Roald Arkitektur, 2015).....	19
Figur 2-13: Eksempel på et energimerke (Enova, 2015).....	22
Figur 2-14: Beslutningsprosessen i en LCA (Bjørberg et al., 2007).....	23
Figur 2-15: Diskontering av livsløpskostnader til nåverdi (Standard Norge, 2013a).....	25
Figur 2-16: Nåverdi til årskostnader (Standard Norge, 2013a).....	25
Figur 2-17: Levetidsperspektivet til en bygning (SINTEF Byggforsk, 2017).....	26
Figur 2-18: Prosessen av en LCA.....	27
Figur 2-19: Illustrasjon av et livsløpsregnskap (LCI).....	27
Figur 2-20: Illustrasjon på hva ProductXchange omfatter (CoBuilder, u.å.).....	31
Figur 2-21: Minstestandarder for BREEAM-NOR 2012 (NGBC, 2012).....	36
Figur 2-22: BREEAM-NOR-sertifiseringsnivåer (NGBC, 2012; NGBC, 2016).....	37
Figur 2-23: BREEAM-NOR-vekting av kategorier (NGBC, 2012).....	38
Figur 2-24: Antall sertifiserte BREEAM-prosjekter i Norge (NGBC, 2017).....	39
Figur 2-25: BREEAM-NOR-prosjekter i 2016 fordelt over byggkategori (NGBC, 2017).....	39
Figur 2-26: Geografisk fordeling av BREEAM-NOR-prosjekter i 2016 (NGBC, 2017).....	40

Figur 2-27: Reduksjon i CO <sub>2</sub> -utslipp BREEAM-bygg i forhold til standard bygg (Taylor, 2016)	42
.....	
Figur 2-28: Kostnader og påvirkningsmuligheter over i byggeprosjekters faser.....	44
Figur 2-29: Merkostnad av BREEAM-sertifisering i Storbritannia (Soulti et. al, 2016).....	45
Figur 2-30: Casestudie av økte kostnader til et utdanningsbygg i Storbritannia (NGBC, 2017)	46
.....	
Figur 3-1: Gjennomføringsprosessen til masteroppgaven .....	47
Figur 3-2: Intervjudeltakere i antall (venstre) og prosentandel (høyre) .....	55
Figur 3-3: Relevans av intervju spørsmålene mot forskningsspørsmålene, del 1 .....	56
Figur 3-4: Relevans av intervju spørsmålene mot forskningsspørsmålene, del 2 .....	57
Figur 3-5: Relevans av intervju spørsmålene mot forskningsspørsmålene, del 3 .....	58
Figur 4-1: BREEAM-klassifiseringsnivå for casestudiene .....	61
Figur 4-2: HSV sykehjem (HSV sykehjem, 2016).....	62
Figur 4-3: Vektete BREEAM-poeng målsatt per kategori, HSV sykehjem (Backe, 2017b) ..	63
Figur 4-4: Andel poeng målsatt per kategori, HSV sykehjem .....	63
Figur 4-5: Nydalsveien 33 (Avantor, u.å.) .....	64
Figur 4-6: Vektete BREEAM-poeng målsatt per kategori, Nydalsvein 33 (Backe, 2017b) ...	65
Figur 4-7: Andel poeng målsatt per kategori, Nydalsveien 33 .....	65
Figur 4-8: Radisson Blu Atlantic Hotel, Stavanger (Link arkitektur, u.å.a) .....	66
Figur 4-9: Vektete BREEAM-poeng målsatt per kategori, Atlantic (Backe, 2017b) .....	67
Figur 4-10: Andel poeng målsatt per kategori, Atlantic.....	67
Figur 4-11: NTNU-FHS og Sit Idrett (Link Arkitektur, u.å.b) .....	68
Figur 4-12: Vektete BREEAM-poeng målsatt per kategori, NTNU (Backe, 2017b) .....	69
Figur 4-13: Andel poeng målsatt per kategori, NTNU .....	69
Figur 4-14: Prosentvis fordeling av antall prosjekter etter prosjektstørrelse og total omsetning (Backe, 2017c).....	71
Figur 4-15: Risikovurdering fordelt over prosjektstørrelse (Backe, 2017c) .....	72
Figur 5-1: Likheter i målsatt BREEAM-poengscore mellom prosjektene.....	75
Figur 5-2: Ulikheter i målsatt BREEAM-poengscore mellom prosjektene .....	78
Figur 5-3: Differanse i poengscore mellom prosjektene i prosentandel per BREEAM-kategori	80
.....	
Figur 5-4: Markante forskjeller mellom prosjektene i prosentandel per kategori.....	81
Figur 5-5: Små forskjeller mellom prosjektene i prosentandel per kategori.....	83
Figur 5-6: Likheter i justeringer fra pre-analysen mellom prosjektene .....	84

Figur 5-7: Syn på BREEAM inkludert alle intervjudeltakerne (venstre) og uten NTNU-prosjektet (høyre).....	87
Figur 5-8: Syn på BREEAM fra prosjektgruppen i HSV (venstre) og BREEAM-ansvarlig (høyre) .....	87
Figur 5-9: Erfaringer med BREEAM.....	89
Figur 5-10: Intervjudeltakernes mening om av energiforbrukets og energiforsyningens grad av påvirkning på klassifiseringsnivået .....	91
Figur 5-11: Hvordan unngå at produkter som ikke er BREEAM-godkjent kommer inn på byggeplassen?.....	93
Figur 5-12: Intervjudeltakernes mening om materialers grad av påvirkning på klassifiseringsnivået.....	94
Figur 5-13: Andre faktorer som påvirker måloppnåelse av en BREEAM-sertifisering .....	95
Figur 5-14: Gjennomsnittlig anslag av arbeidstimer til BREEAM per prosjektstilling.....	98
Figur 5-15: Gjennomsnittlig anslag arbeidstimer til BREEAM per prosjekt.....	98

## Formelliste

Formel 2-1: Nåverdi over analyseperioden (Standard Norge, 2013a) .....	24
Formel 2-2: Årskostnad (Standard Norge, 2013a) .....	25
Formel 2-3: Annuitetsfaktor (Standard Norge, 2013a) .....	25

## Tabelliste

Tabell 2-1: Minimumskrav i TEK til bygningsskallet (DIBK, 2017) .....	15
Tabell 2-2: Maksimumskrav i TEK til energieffektivitet (DIBK, 2010; DIBK, 2017) .....	16
Tabell 2-3: Minimumskrav i passivhus til bygningskropp (Standard Norge, 2012b og 2013b) .....	16
Tabell 2-4: Fordeler og ulemper med miljøklassifiseringsverktøy .....	20
Tabell 2-5: Levert energi fordelt over energikarakter (Enova, 2015) .....	22
Tabell 2-6: Kostnadsklassifikasjon i en LCC (Standard Norge, 2013a) .....	23
Tabell 2-7: Systemgrenser over bygnings livsløp i en LCA inklusiv ambisjonsnivåene til ZEB (Standard Norge, 2011; Fufa et al., 2016) .....	29
Tabell 2-8: Oppsummering av BREEAM-kategorier (NGBC, 2017) .....	34
Tabell 2-9: Poengsystemet i BREEAM-NOR (NGBC, 2012) .....	35
Tabell 3-1: Masteroppgavens søkeord .....	49
Tabell 4-1: Prosjektinformasjon HSV sykehjem (Backe, 2017b) .....	62
Tabell 4-2: Prosjektinformasjon, Nydalsveien 33 (Backe, 2017b) .....	64
Tabell 4-3: Prosjektinformasjon, Radisson Blu Atlantic Hotel (Backe, 2017b) .....	66
Tabell 4-4: Prosjektinformasjon, NTNU (Backe, 2017b) .....	68
Tabell 4-5: Gjennomsnittlig resultatmargin, standardavvik og intervall for prosjekter i Backe mellom 2011 til 2015 (Backe, 2017c) .....	70

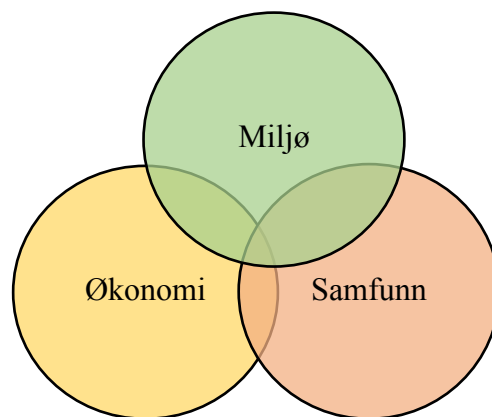


# 1 Introduksjon

## 1.1 Temabakgrunn

Global oppvarming er en av de største utfordringene menneskene står ovenfor i dag. Utslipp av drivhusgasser er høyest i historien, og det er vitenskapelig bevist at menneskelig aktivitet er hovedbidragsyter for denne økningen av drivhusgasser, med rundt 95% sannsynlighet. Det eksisterer ulike kilder på hvor stor andel av utslippene bygningssektoren står for. Flere av kildene sier at bygningssektoren er ansvarlig for over 30% av det totale drivhusgassutslippet og rundt 40% av det totale energiforbruket i verden. Videre har det blitt observert endringer i klima med flere og hyppigere ekstremvær-relaterte hendelser, som for eksempel tørke, flommer, sykloner og orkaner. Dette har store konsekvenser for menneskeskapt systemer og konstruksjoner. (IPCC, 2014a; IPCC, 2014b; Bawden et al., 2015; European Commission, u.å.)

Det er viktig at bygningssektoren, som står for store deler av verdens drivhusgassutslipp, energiforbruk, og som hyppigere blir utsatt for ekstremvær, i større grad satser på flere robuste og bærekraftige løsninger. Bærekraftig utvikling ble først definert i rapporten *Vår felles framtid* publisert i 1987 av Verdenskommisjonen for miljø og utvikling, også kjent som Brundtland-kommisjonen. Bærekraftig utvikling vil si å tilfredsstille dagens behov uten å ødelegge fremtidige generasjoners muligheter til å tilfredsstille sine behov, på grunnlag av de tre grunnpilarene vist i figur 1-1; miljø, økonomi og samfunn. (Olerud, 2017)



Figur 1-1: Grunnpilarene i bærekraftig utvikling

Studier indikerer at bygningssektoren har et høyt energisparingspotensiale. En stor andel av bygningsmassen i dag vil også eksistere i 2050. Renovering, oppussing, ombygging, livsstil, kultur og atferdsendringer blir derfor viktige strategier for å redusere utslippene.

Atferdsendringer kan alene redusere energiforbruket med opptil 50% i et langsiktig perspektiv. Energibruk til oppvarming og kjøling kan med best praksis av teknologi, design og livsstil reduseres med 50-90% for nybygg og 50-75% for eksisterende bygg. Totalt for hele bygningssektoren kan energiforbruket reduseres med 35-45%. (IPCC, 2014a)

Som et resultat av klimautfordringene verden står ovenfor har nasjonale myndigheter gått sammen og etablert flere internasjonale samarbeidsavtaler, slik som klimakonvensjonen, Kyotoprotokollen og Paris-avtalen. Paris-avtalen, som trådte i kraft i november 2016, er betydelig, siden avtalen er den første blant klimaavtalene, som er både global og rettslig bindende. Formålet med avtalen er å holde den globale oppvarming under 2 grader og helst begrense den til 1,5 grader i forhold til pre-industriell tid. (Jakobsen, 2017, UNFCCC, u.å.)

Videre har bygningssektoren etablert ulike energieffektive bygningskonsepter, som for eksempel nullutslippsbygninger (ZEB) og passivhus, samt miljøklassifiseringsverktøy, miljømerker og miljøverktøy, som for eksempel BREEAM og ECOproduct. Denne masteroppgaven vil forklare og definere klimautfordringene, klimamålene, hvor bygningssektoren står, og hvilke verktøy som eksisterer. Videre vil oppgaven ta et dypdykk ned i miljøklassifiseringsverktøyet BREEAM-NOR og sammenligne fire BREEAM-prosjekter for å finne svaret på forskningsspørsmålene presentert i neste delkapittel.



## 1.2 Formålet med oppgaven

Det er en økende bevissthet rundt klimaendringene og klimautfordringene verden står ovenfor. Samtidig stilles i dag stadig flere og strengere krav til bygninger, fra myndigheter, brukere og kraftigere vereksponeering. Bygg- og anleggsbransjen står som nevnt for store deler av verdens miljøutslipp.

BREEAM er et internasjonalt miljøklassifiseringsverktøy for bygninger som stadig blir mer etterspurt. I Norge har Norwegian Green Building Council tilpasset miljøklassifiseringsverktøyet BREEAM til norske lover, forskrifter, krav og forhold, gjennom BREEAM-NOR-manualen. I tillegg viser flere internasjonale studier at miljøvennlige bygg har høyere markedsverdi, høyere leieinntekter, større belegg, lavere driftskostnader, økt brukertilfredshet og redusert finansiell risiko. (NGBC, u.å.)

I denne masteroppgaven er det ønskelig å undersøke hvilke faktorer som har avgjørende påvirkning for måloppnåelse av BREEAM-NOR-prosjekter, med følgende forsknings-spørsmål:

- *Kan personlige faktorer og erfaringer med BREEAM påvirke måloppnåelsen i et BREEAM-NOR-prosjekt?*
- *Hvilke innvirkninger har valg av energiforsyning og energibruk på måloppnåelse i et BREEAM-NOR-prosjekt?*
- *Hvilke innvirkninger har valg av bygningsmaterialer på måloppnåelsen i et BREEAM-NOR-prosjekt?*
- *Kan et BREEAM-sertifisert bygg være konkurransedyktig sammenlignet med et bygg etter byggt teknisk forskrift?*

### **1.3 Masteroppgavens struktur og avgrensninger**

Denne masteroppgaven åpner med en beskrivelse av selve formålet til oppgaven, samt presenterer temabakgrunnen i tillegg til oppgavens struktur og avgrensninger. Kapittel 2 gir temabakgrunnen mer teoretisk dybde. Her blir klimaendringene og klimautfordringene verden står ovenfor beskrevet, og klimamålene verden, Europa og Norge har forpliktet seg til, presentert. Videre angis krav om energieffektivitet fra bygningsforskrifter og standarder i Norge. Deretter blir ulike energieffektive bygningskonsepter, miljømerker, miljøklassifiseringssystem og lignede definert, hvor miljøklassifiseringsverktøyet BREEAM-NOR blir presenterte mer detaljert enn de andre konseptene og verktøyene. Til slutt angir teoridelen et sammendrag av relevant og eksisterende litteratur angående BREEAM.

Kapittel 3 beskriver metoden som er benyttet for å komme frem til masteroppgavens resultater og forskningsspørsmål, samt hvilke valg og avgrensninger som er gjort i utførelsen. Kapittel 4 presenterer de fire BREEAM-NOR-prosjektene til casestudien. Deretter er resultatene presentert i kapittel 5, og fordelt på resultater fra casestudien og intervjurunden. Videre er resultatene diskutert i kapittel 6 på bakgrunn av teorien og forskningsspørsmålene. Til slutt trekkes de viktigste punktene fra diskusjonen frem i konklusjonen i kapittel 7, og videre arbeid er foreslått.

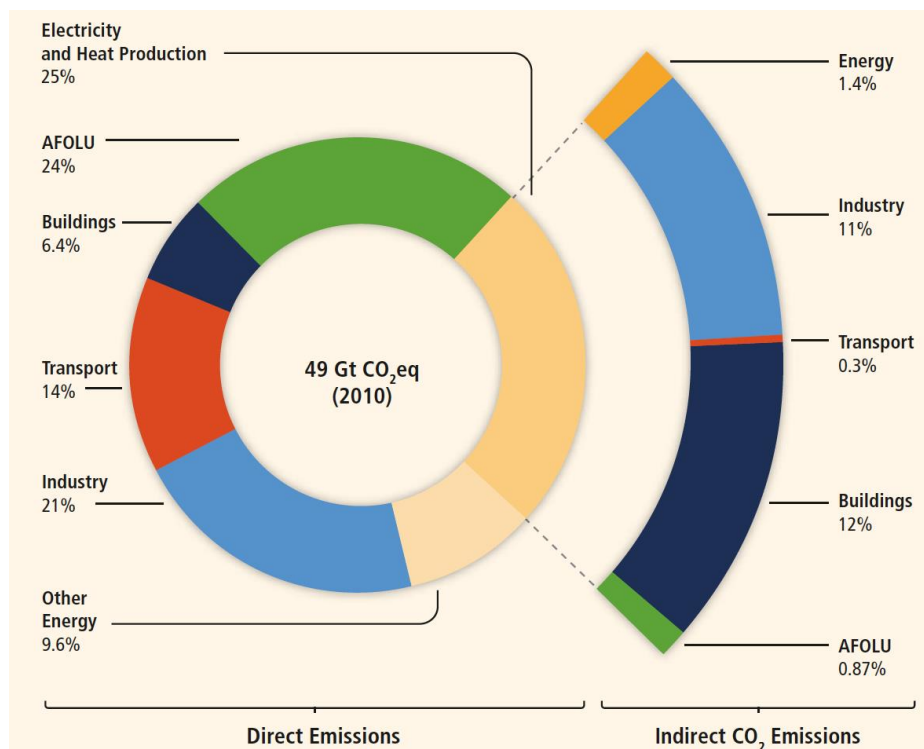
Oppgavens avgrensninger blir nærmere beskrevet i kapittel 3 Metode, men går i hovedsak ut på at masteroppgaven bruker et begrenset antall prosjekter og intervjudeltakere.

## 2 Teori

### 2.1 Global oppvarming

Global oppvarming er en av de største utfordringene menneskene står ovenfor i dag. Utslipp av drivhusgasser er høyest i historien. Det er vitenskapelig bevist at menneskelig aktivitet er hovedbidragsyter for denne økningen av drivhusgasser, med rundt 95% sannsynlighet. Videre er det dokumentert at 40% av alle CO<sub>2</sub>-utslipp som kommer fra menneskelig aktivitet har kommet fra de siste 40 årene. (IPCC, 2014b)

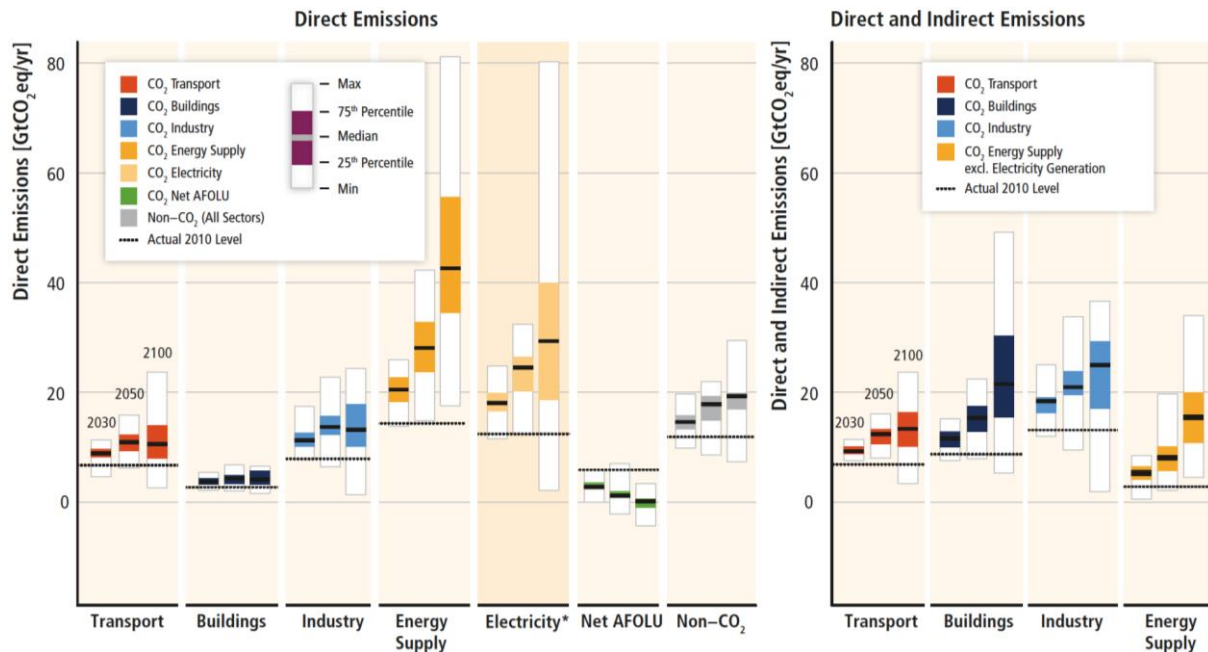
Fra 1950 til i dag har det blitt observert endringer i klima og ekstremvær. Det har blitt registrert flere kalde og varme temperatyrtergrenser, høyere havnivå, økt havtemperatur og flere perioder med kraftig regnvær. Ekstremvær-relaterte hendelser, som for eksempel varmebølger, tørke, flommer, sykloner, orkaner og skogbrann, har økt i størrelse og hyppighet. Dette har stor innvirkning på eksponerte økosystemer og mange menneskeskapte systemer og konstruksjoner. (IPCC, 2014b)



Figur 2-1: Drivhusgassutslipp fordelt over ulike næringer (IPCC, 2014a)

FN rapporterte i 2007 at verdens byer står for rundt 75% av det totale energiforbruket og 80% av alle drivhusgassutslipp i verden. (Bawden et al., 2015) Bygningssektoren står

alene for rundt 19% av alle energirelaterte utslipp (figur 2-1) og over 30% av det totale energiforbruket i verden. Figur 2-2 viser grunnlinjescenarioer for drivhusgassutslipp fordelt over ulike sektorer for 2030, 2050 og 2100. (IPCC, 2014a) Andre kilder som blant annet Bawden et al. (2015) og European Commission (u.å.) sier at bygningssektorene er ansvarlig for over 30% av det totale drivhusgassutslippet og rundt 40% av det totale energiforbruket i verden.



Figur 2-2: Direkte (venstre) og indirekte (høyre) utslipp av GtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år for 2030, 2050 og 2100 fordelt over ulike næringer (IPCC, 2014a)

### 2.1.1 Klimapolitikk, klimautfordringer og klimamål

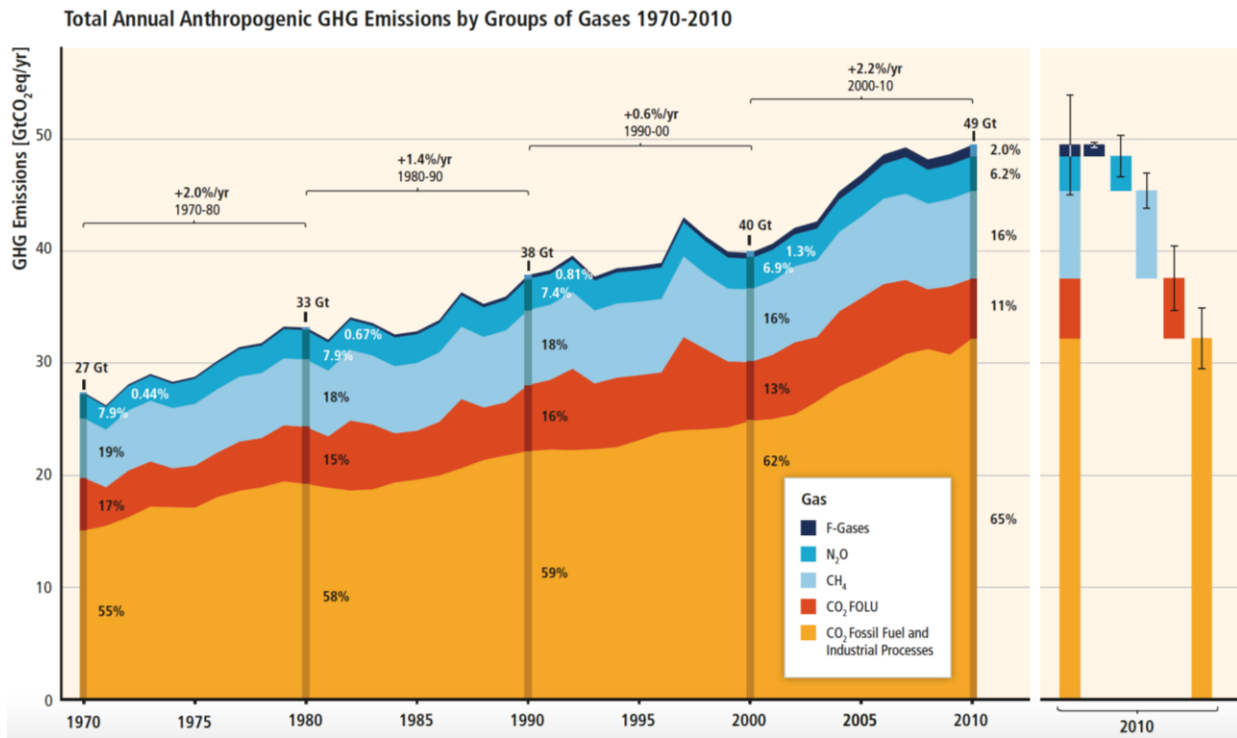
Det er flere klimamål å forholde seg til i dagens samfunn (figur 2-3). Det overordnede klimamålet for verden er FNs 17 bærekraftsmål frem mot 2030. Flere av målene er rettet direkte inn mot bygningssektoren, som for eksempel bærekraftige byer og samfunn, ren energi for alle, samt rent vann og gode sanitærforhold.

Klimakonvensjonen, også kjent som FNs rammekonvensjon om klimaendringer, er en rammeavtale for internasjonalt samarbeid mot menneskeskapt klimaendringer. Den ble undertegnet på FNs Konferanse om miljø og utvikling (United Nations Conference on Environment and Development – UNCED) i 1992, og trådte i kraft i 1994. Konvensjonen skal være et redskap for å kartlegge utslipp av drivhusgasser, og har dannet grunnlaget for framforhandlingene av Kyotoprotokollen og Parisavtalen. (Olerud, 2016a)



Figur 2-3: Illustrasjon av hierarkiet av klimamål i Norge (NGBC, 2017)

Kyotoprotokollen er en internasjonal avtale om klimapolitikk vedtatt i 1997, som først trådte i kraft i 2004, etter at den var ratifisert av stater som samlet stod for 55% av verdens drivhusgassutslipp. (Olerud, 2016b) Likevel viser figur 2-4 at utslippene har økt i forhold til 1990-nivået. Dette viser at det er enkelt å vedta målsettinger, men vanskeligere å gjennomføre effektive tiltak for å stabilisere eller redusere utslippene. (IPCC, 2014a)



Figur 2-4: Historisk klimagassutslipp, fra 1970 til 2010 (IPCC, 2014a)

I desember 2015 ble, for første gang en global og rettslig bindende klimaavtale vedtatt, Paris-avtalen. Avtalen trådte i kraft i november 2016, da var den ratifisert av minst 55 parter som samlet sto for minst 55% av de totale globale utslippene. Formålet med avtalen er å holde den globale oppvarmingen under 2 grader og helst begrenses den til 1,5 grader i forhold til pre-industriell tid. (Jakobsen, 2017; UNFCCC, u.å.)

Europas hovedlovgivning for reduksjon av bygningers energiforbruk er ”Energy Performance of Buildings Directive” fra 2010 (med en oppdatert versjon fra 2016), og ”Energi Efficiency Directive” fra 2012. Oppsummert er målene fra Europas direktiv som følger (European Commission, u.å.):

- Bruk av energiytelse-sertifikater, med energikarakter fra A-G (best-svakest)
- EU land må etablere sjekklister for oppvarmings- og ventilasjonssystemer eller sette inn målere med tilsvarende effekt

- Alle nye bygg skal være nesten nullutslippsbygg (nZEB) innen 2020, og offentlige bygg innen 2018
- EU-land må sette minimum energiytelseskrav for nye bygninger, store renoveringer og utskiftninger av bygningsselementer
- EU-land må lage lister av nasjonaløkonomiske mål for å forbedre energieffektiviteten til bygninger
- EU-land må gjøre energieffektive renoveringer for minimum 3% av offentligeide bygninger og bygninger brukt av staten
- EU-land skal bare bygge nye bygninger med høy energieffektivitet
- EU-land må sette opp en langsiktig nasjonal renoveringsstrategi

Politikere i Norge har gjennom klimaforliket i Stortinget vedtatt mål for klimapolitikken og tiltak for hvordan vi skal nå målene. Oppsummert er målene for Norges klimapolitikk (Miljøverndepartementet, 2012):

---

❖ *Oppfylle Kyoto-forpliktelsen med 10%-poeng*

*i første forpliktelsesperiode*

❖ *Redusere klimagassutslippene tilsvarende 30%*

*av Norges utslipp i 1990 før 2020*

❖ *Være karbonnøytral i 2050*

---

Videre er det enigheten om at følgende tiltak skal gjennomføres i Norge:

- Gjennomføre en klima- og teknologisatsing finansiert gjennom avkastning fra et nytt fond for klima, fornybar energi og energiomlegging
- Utfasing av fyring med fossil olje (dette er stort sett gjennomført i dag)
- **Skjerpede energikrav i bygningssektoren**
- Fortsette opptrappingen av klimaforskning
- Opprettholde eller øke karbonlageret i skogen
- Bidra til utvikling av biogass i Norge
- Veksten i persontransporten i storbyområdene skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange
- Bilavgiftene skal bidra til en mer miljø- og klimavennlig bilpark
- Styrke jernbanenes rolle i transportsystemet

### 2.1.2 Hvor står vi i dag?

En stor andel av bygningene i 2050 eksisterer allerede. European Commission (u.å.) angir at rundt 35% av bygningene i EU er 50 år eller eldre. Videre påstår de at Europa kan redusere totalt energiforbruk med 5-6% og CO<sub>2</sub>-utslipp med rundt 5%, ved å bygge mer energieffektive bygninger og renovere eksisterende bygninger.

Renovering, oppussing, ombygging, kultur, livsstil og atferdsendringer er viktige strategier for å redusere drivhusgassutslipp. Livsstil, kultur og andre atferdsendringer kan alene føre til reduksjon høyere enn den tilgjengelig gjennom teknologi og arkitektur. I industrialiserte land indikerer scenarier at livsstil og atferd kan redusere energiforbruket i bygninger med opptil 20% kortsiktig og opptil 50% ved 2050. Videre er det høy sannsynlighet for at utviklingsland følger samme retning. (IPCC, 2014a)

Ved å bruke best-praksis for teknologi, design og livsstil kan man redusere energiforbruket til oppvarming og kjøling av eksisterende bygninger med 50-75%, og for nye bygninger med 50-90%. Totalt for hele bygningssektoren kan energiforbruket reduseres med rundt 35-45%. (IPCC, 2014a)

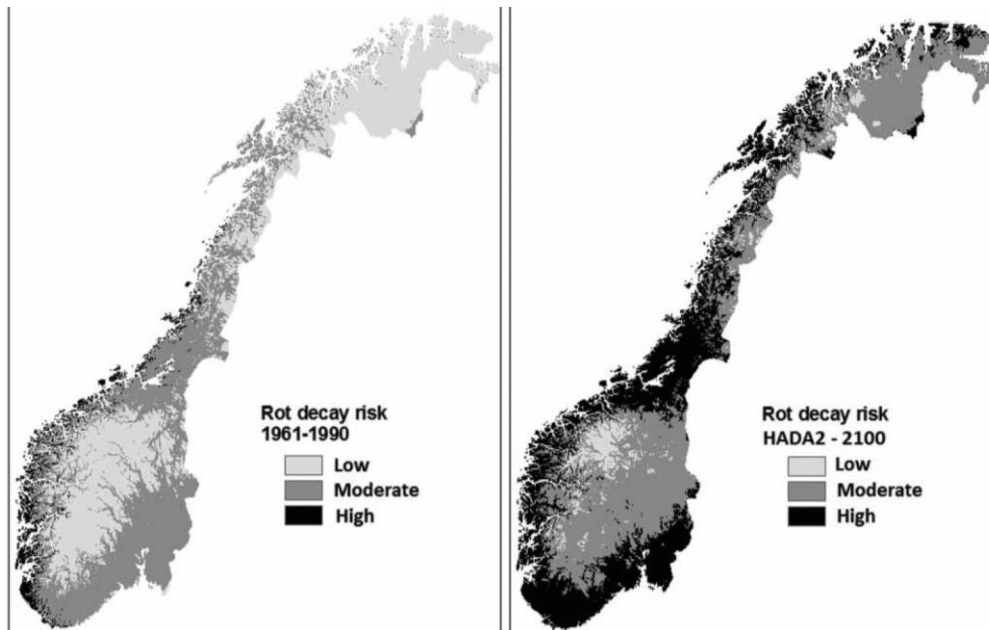
### 2.1.3 Påvirkning på bygningssektoren i Norge

Global oppvarming fører til endringer i klima med kraftigere og hyppigere ekstremhendelser, samt utfordringer for bygningssektoren på grunn av strengere miljø- og utslippskrav. Dette fører igjen til strengere krav om robuste og miljøvennlige bygninger som tåler dagens og fremtidens ekstremvær.

I Norge vil klimaendringene mest sannsynlig føre til varmere, våtere og villere vær de neste 100 årene. Endringer i klima med kraftigere og hyppigere nedbør, spesielt i kombinasjon med vind (dvs. slagregn), har en stor påvirkning på bygninger. I tillegg består en stor andel av Norges eksisterende bygningsmasse av tre, enten som kledning og/eller som bærekonstruksjon. Det vil si at rundt 615 000 bygninger var utsatt for høy råterisiko i 2011, og dette antallet vil øke til over 2,4 millioner bygninger i 2100, dersom de forutsatte klimaendringer inntreffer. (Almås et al., 2011)

Denne kraftige økningen skyldes kraftigere og hyppigere nedbør, spesielt i form av slagregn og uten tilstrekkelige tørketid mellom hver nedbørsepisode, samtidig vil flere områder enn tidligere være utsatt (figur 2-5). Spesielt øker denne problematikken lengre inn i landet, hvor bygningstradisjonene har vært mindre robuste for denne type klima enn for eksempel på Vestlandet.





Figur 2-5: Historisk (venstre) og forutsatt (høyre) risiko for råde i Norges (Almås, 2011)

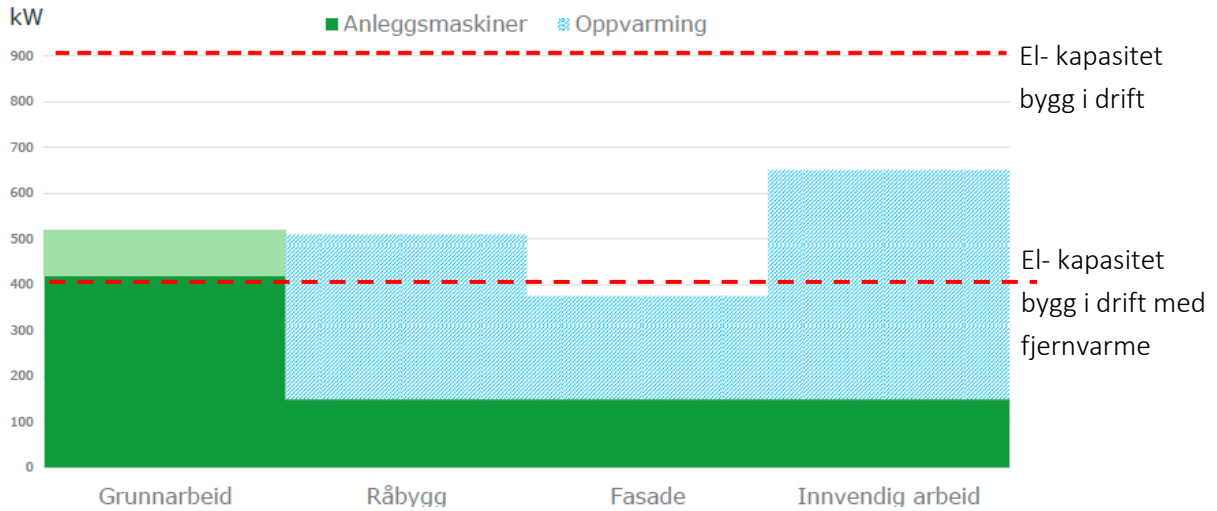
På Vestlandet har det vært tradisjon å bygge med liggende trekledninger, slik at de laveste og mest utsatte stedene enkelt kan skiftes ut, mens det i innlandet har det vært tradisjon for vertikale trekledninger. I tillegg er flere av landets største byer i sonen med høy risiko for råde i det fremtidige klimascenariot for 2100. (Lisø et al., 2006)

Likevel er tre et miljøvennlig materiale med lavt karbonfotavtrykk. Trevirke kan ta opp CO<sub>2</sub> over livsløpet med lite eller negativt karbonfotavtrykk, avhengig av livsløpsanalysetilnærming. Negativt fotavtrykk vil si å ta opp mer CO<sub>2</sub> over livsløpet i forhold til hva som produseres under produksjon. Mens, materialer som betong og stål et høyt karbonfotavtrykk. Betong står for ca. 5% av verdens totale CO<sub>2</sub>-utslipp, hovedsakelig på grunn av sementproduksjonen, som det er vanskelig å gjøre noe med uten å redusere betongkvalitet. Selv om betong har en karboniseringsprosess, som tar opp CO<sub>2</sub>, er ulempen at denne krever veldig lang tid for maksimalt opptak. Gevinsten fra karboniseringen går derfor langt utenfor standard levetid satt til byggverk for LCC- og LCA-analyser på 60 år. Følgende, er det en del forskning på mer miljøvennlige betongtyper med sterke nok egenskaper. (EPD Norge, u.å.a; EPD Norge, u.å.b; Garathun, 2016)

Det er ikke kun bygninger og driften av bygninger som skal være energieffektiv og miljøvennlig, byggeplassene skal også være grønnere. Byggeplasser i Norge slipper årlig ut 340 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter og 4 700 tonn NO<sub>x</sub>. Bruk av alternative energikilder til diesel og propan kan redusere CO<sub>2</sub> utslippene opptil 99% og NO<sub>x</sub> utslippene opptil 96%. Etablering og bruk av bygningens energiforsyning og andre

## 2 Teori

alternative energikilder allerede i grunnarbeidet, kan i beste utfall dekke hele energibehovet til gjennomføringsfasen (figur 2-6), avhengig av byggets energiforsyning. For å oppnå slike reduksjoner i utslipp må anleggsgartnermaskiner og gravemaskiner bli elektriske, og mobilkran samt annen transport og tunge anleggsmaskiner må gå på biodiesel. (DNV GL, 2017)



Figur 2-6: Effektbehov av byggeplasser for anleggsmaskiner og oppvarming (DNVGL, 2017)

I dag stilles det ingen spesifikke krav rettet direkte mot grønne byggeplasser fra myndigheter, forskrifter og miljøklassifiseringssystemer. Imidlertid krever stadig flere offentlige byggherrer fossilfrie byggeplasser (dvs. null utslipp av CO<sub>2</sub>). I tillegg har BREEAM-emner som registrert dette, men uten å sette noen krav. Det er derfor ikke usannsynlig at neste steg er krav om helt utslippsfrie byggeplasser (dvs. null utslipp av CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>). Anleggsmaskinene er verstingene i utslipp, og overgangen til biodrivstoff for de tunge maskinene er kostbart. Bygningssektoren er altså avhengig av bedre incentivordninger for å sikre en raskere overgang til fossil- og utslippsfrie anleggsmaskiner, slik at klimamålene fra myndighetene kan oppnås. (Backe, 2017a)

Rene og ryddige byggeplasser med lite avfall og høy sorteringsgrad, er noe som vil være med på å skape både tryggere og grønnere byggeplasser. I dag er det krav om minst 70% ombruk eller materialgjenvinning av bygg- og anleggsavfall innen 2020, unntatt er farlig avfall. For forbrenning med energiutnyttelse skal energiutnyttelsesgraden være minst 60% for eksisterende anlegg og 65% for nye anlegg. Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall (NHP) ble kom for første gang i 2001. Siden har den blitt oppdatert ved NHP2 (2007-2012), NHP3 (2013-2016) og NPH4 (2017-2020). Før NHP kom på banen sendte den norske bransjen over 80% av avfallet til deponi. I dag viser siste gjeldende statistikk (2014) at bransjen gjenvinner store deler av avfallet og at deponeringen er nede i 11%. (Byggmiljø, u.å.)

## 2.2 Energieffektive bygninger, bygningsforskrifter og standarder i Norge

I 1818 var den første bygningsloven for byer foreslått, med innhold av brannbeskyttelse, kommunikasjon (trafikk og sikt mellom gater), helse, byggteknisk kvalitet og estetikk. Loven ble ikke godtatt på grunn av motstand mot privat eierskap og innvendinger på klima og landskap. I stedet kom separate lover for de tre største byene; Oslo, Bergen og Trondheim, henholdsvis i 1827, 1830 og 1845. I 1845 kom det samtidig en lov med generelle bestemmelser for alle byer. Etter bybrannen i Ålesund i 1904 ble det innført generell murtvang i alle norske byer. Deretter kom forskrifter om materialer i 1928, og den første byggtekniske forskriften i 1949 med oppdateringer i 1969.

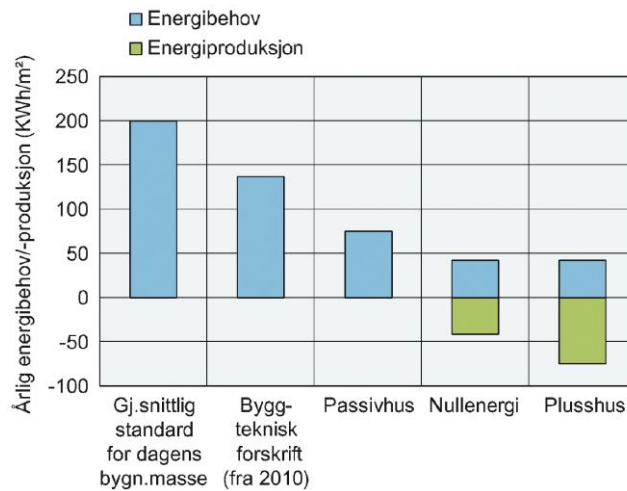
Først i 1985 kom Plan- og bygningsloven (PBL) slik vi kjenner den i dag, og med denne kom også en ny oppdatering av den byggtekniske forskriften, som igjen ble oppdatert i 1987. I 1997 ble forskriftene og veiledninger samlet under PBL, og i 2008 kom en ny versjon av PBL. Deretter ble forskriftene og veiledningene oppdatert i 2010, og byggeteknisk forskrift nylig med TEK17. I hierarkiet for prosjektering, design og utførelsesfasen av byggeprosjekter er PBL overordnet byggteknisk forskrift (TEK10/TEK17) og SAK10 (Byggesaksforskriften). På grunn klimaendringer og en stadig større bevissthet av bransjens medvirkning, har det blitt et større fokus på energieffektive og miljøvennlige bygninger. (Bjørberg et. al, 2017)

### 2.2.1 Hva er en energieffektiv bygning?

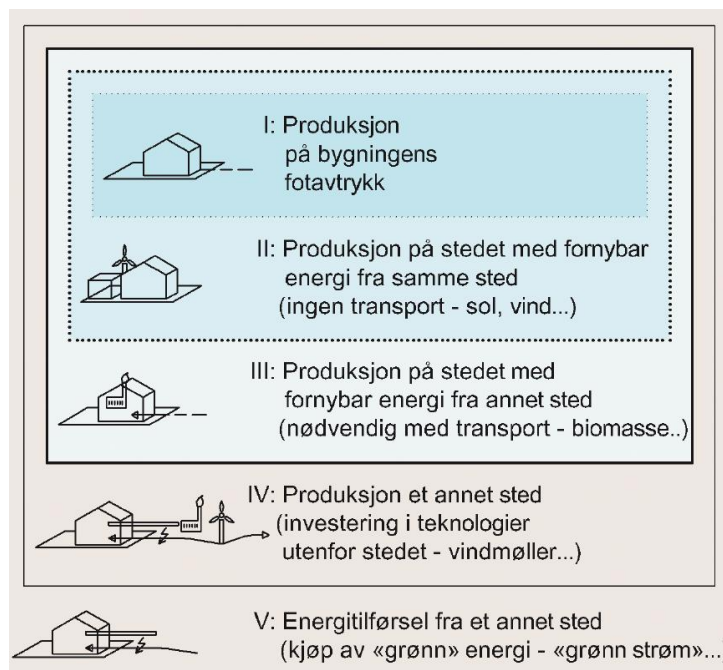
Det finnes store variasjoner på hva en energieffektiv bygning er når det kommer til tolkning og begrepsforståelse. Figur 2-7 viser et eksempel på årlig energibehov og -produksjon for ulike energibehov og -produksjon i en enebolig. I dag bygges det mange forskjellige typer energieffektive bygninger, slik som passivhus og nullutslippshus (ZEB), men de er definert med ulike grad av tydelighet, fordi det benyttes mange ulike parametere og systemgrenser. Passivhus er sterkere definert enn de andre med en egen norsk standard. Kort forklart er de ulike typene definert slik (SINTEF Byggforsk, 2015):

- Passivhus er en bygning som bruker lite energi til oppvarming sammenlignet med bygninger bygd etter dagens og tidligere standard (kap. 2.2.3).
- Nullenergibygnings brukes vanligvis for bygninger som genererer nok energi til å utligne eller overskride bygningens årlige behov for levert energi.
- ZEB brukes for bygninger som utligner eller overskrider bygningens klimagassutslipp gjennom hele bygningens levetid (kap. 2.2.4).

- Plusshus eller aktivhus er bygninger som produserer mer fornybar energi enn det totale behovet for energi i driftsfasen, og kan ofte også defineres som et ZEB-bygg. (SINTEF Byggforsk, 2015)



Figur 2-7: Årlig energibehov og –produksjon for ulike eneboliger (SINTEF Byggforsk, 2015)



Figur 2-8: Systemgrenser for produksjon av fornybar energi (SINTEF Byggforsk, 2015)

For energieffektive bygninger finnes det ulike systemgrenser for areal, energiproduksjon og/eller levetid. Systemgrenser for areal gjelder bygningens areal både utenfor og innenfor bygningskroppen, for eksempel bruk av BRA eller oppvarmet BRA. Figur 2-8 viser de forskjellige systemgrensene for produksjon av fornybar energi. Felt I-III viser ulik grad av energiproduksjon på tomte til bygningen, mens felt IV og V produserer fornybar energi et annet sted. (SINTEF Byggforsk, 2015)

### 2.2.2 Byggteknisk forskrift

Byggteknisk forskrift eller TEK10/TEK17 er en forskrift under Plan- og Bygningsloven (PBL) som stiller minimumskrav til ytelse av bygninger og hvordan en bygger bygninger lovlig i Norge. Kravene gjelder blant annet for varmeisolering, brannsikkerhet, lydisolering, lekkasjetall, radonsikkerhet, netto energibehov, osv. Minimumskravene til bygningsskallet er gitt i tabell 2-1, hvor U-verdiene er beregnet som gjennomsnittet for bygningsdelen.

Tabell 2-1: Minimumskrav i TEK til bygningsskallet (DIBK, 2017)

Bygningsdel	Minimumskrav
U-verdi, yttervegg	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi, tak	$\leq 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi, gulv på grunnen og mot det fri	$\leq 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi, glass, vindu og dører inkludert karm/ramme	$\leq 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ( $\leq 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ for TEK10)*
Luftekkasjetall ved 50 Pa	$\leq 1,5 \text{ h}^{-1}$ ( $\leq 3,0 \text{ h}^{-1}$ for TEK10)*
Normalisert kuldebroverdi ( $\psi$ )	$\leq 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ for småhus og $\leq 0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$ for boligblokk ( $m^2 = \text{oppvarmet BRA}$ )

Isolering av rør, utstyr og kanaler knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard (NS-EN12828:2012+A1:2014) eller en likeverdig europeisk standard.

\*Krav fra tidligere versjon av TEK10

TEK17 hadde ikrafttredelse 1. juli 2017, men for byggesøknader som kommer inn til kommunen før 1. januar 2019 kan tiltakshaver velge om hele tiltaket skal følge TEK10 eller TEK17. Oppsummert er endringene som følger (Byggindustrien, 2017):

- Noe endret oppsett; hoveddeler fra TEK10 er for eksempel utgått og det er foretatt en opprydding og tydeliggjøring i flere av kapitlene.
- Flere preaksepterte ytelser er lettet på. For eksempel er det preakseptert med snurektangel i stedet for snusirkel for tilgjengelig boenhet, dør mot rømningsvei kan slå mot rømningsretningen dersom det ikke er fare for trengsel, minimum sportsbodareal for boenheter under  $50 \text{ m}^2$  er redusert, og kravet om to håndløpere utgås og kan oppfylles med en håndløper med overkant  $0,8 \text{ m}$ .

Kravene til energieffektivitet i TEK10 følger tabell 2-2, hvor et utvalg av bygningskategorier er valgt, for andre bygningskategorier henvises det direkte til

TEK10. Kravene om energieffektivitet ble endret i TEK10 fra 1. januar 2016 med ett års overgangstid, det vil si at frem til 1. januar 2017 kan det prosjekteres etter energikravene som gjaldt fram til 1. januar 2016. Alle nye bygg, inkludert prosjekter som prosjekteres etter TEK10 må altså følge nye energikrav. (DIBK, 2017)

Tabell 2-2: Maksimumskrav i TEK til energieffektivitet (DIBK, 2010; DIBK, 2017)

Bygningskategori**	Totalt netto energibehov [kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA per år]	
	TEK10***	TEK 17
Boligblokk	115	95
Kontorbygning	150	115
Universitet/høyskole	160	125
Sykehjem	215 (250)*	195 (230)*
Hotellbygning	220	170
Idrettsbygning	170	145

\*Krav i parentes gjelder for arealer der varmegjenvinning av ventilasjonsluft medfører risiko for spredning av forurensning/smitte. \*\* I flerfunksjonsbygg skal bygningen deles opp i soner ut ifra bygningskategori og de respektive energirammene oppfylles for hver sone.

\*\*\* Energikrav i TEK17 må følges fra 1. januar 2017 pga. oppdatering av TEK10 for TEK17.

### 2.2.3 Passivhus

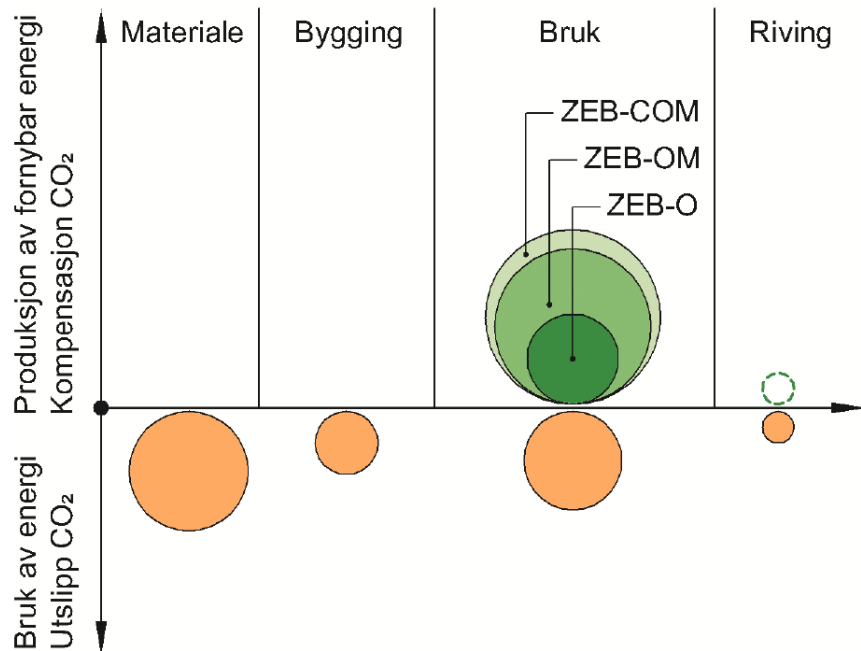
I Norge er passivhuskriteriene fastsatt gjennom NS 3700 for boligbygninger, og NS 3701 for yrkesbygninger. Passivhus er et bygg som bruker mindre energi til oppvarming sammenlignet med bygg som er bygget etter dagens eller tidligere standarder. Bygningskroppen skal være godt isolert og vindtett, vinduer skal ha god varmeisoleringssevne, og bygget skal bruke balansert ventilasjon med effektiv varmegjenvinning. Dette senker varmetapet til et minimum. Minimumskravene til bygningsdelers energieffektivitet er angitt i tabell 2-3. (SINTEF Byggforsk, 2015)

Tabell 2-3: Minimumskrav i passivhus til bygningskropp (Standard Norge, 2012b og 2013b)

Bygningsdel	Minimumskrav
U-verdi, yttervegg	$\leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi, tak	$\leq 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi, gulv på grunnen og mot det fri	$\leq 0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi, glass, vindu og dører inkludert karm/ramme	$\leq 0,80 \text{ w/m}^2\text{K}$
Luftekkasjetall ved 50 Pa	$\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
Normalisert kuldebroverdi ( $\psi$ )	$\leq 0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$

### 2.2.4 Nullutslippsbygninger (ZEB)

ZEB står for zero emission building, kalt nullutslippsbygning i Norge. ZEB er energieffektive byggverk som i tillegg produserer energi for å kompensere for visse deler av byggets miljøpåvirkning avhengig av prosjektets ambisjonsnivå (figur 2-9).



Figur 2-9: En bygningens miljøpåvirkning over livsløpet inklusiv fornybar energiproduksjon av ZEB-O, -OM og -COM (SINTEF Byggforsk, 2015)

CO<sub>2</sub>-faktoren i figur 2-9 brukes til å beregne potensiell påvirkning på global oppvarming knyttet til energibehov i hele eller deler av en bygningens levetid. Det vil si at alle relevante utslipp som påvirker global oppvarming fra de nødvendige prosessene blir gjort om til kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per funksjonell enhet, for eksempel kWh energi brukt/produsert eller m<sup>2</sup> bygningsmasse. (SINTEF Byggforsk, 2015)

Ambisjonsnivåene, fra lavest til høyest er (SINTEF Byggforsk, 2015; Fufa et al., 2016; ZEB Centre, 2017)

- **ZEB-O-EQ:** Fornybar energigenerasjon skal kompensere for utslipp i driftsfasen (engelsk; operation og equipment) ekskludert utslipp for bruk av utstyr/apparater (dvs. datamaskiner, prosjektorer, kaffemaskiner, osv.)
- **ZEB-O:** Fornybar energigenerasjon skal kompensere for utslipp i driftsfasen inkludert utslipp for utstyr/apparater
- **ZEB-OM:** Fornybar energigenerasjon skal kompensere for utslipp i driftsfasen og i produksjon av materialer (engelsk; materials)



## 2 Teori

- *ZEB-COM*: Fornybar energigenerasjon skal kompensere for utslipp i driftsfasen, i produksjon av materialer og i gjennomføringsfasen (engelsk; construction)
- *ZEB-COME*: Fornybar energigenerasjon skal kompensere for utslipp i driftsfasen, i produksjon av materialer, i gjennomføringsfasen og i bygningens slutfase (engelsk; end-of-life)
- *ZEB-COMLETE*: Fornybar energigenerasjon skal kompensere for utslipp fra hele livsløpet, det vil si *ZEB-COME* inklusive fordeler og utslipp utenfor systemgrensen

*ZEB-COME* og *ZEB-COMLETE* har hittil ikke blitt anvendt i byggeprosjekt i Norge. Eksempel på prosjekter som har blitt gjennomført som nullutslippsbygg i Norge er: *ZEB Living Lab* i Trondheim (*ZEB-OM*), *Powerhouse* på Kjørbo (*ZEB-OM+EQ*), *Multikomfort house* i Larvik (*ZEB-OM*) og *Campus Evenstad* (*ZEB-COM*), se figur 2-10 til 2-12. (*ZEB Centre*, 2017)



Figur 2-10: *ZEB Living Lab* (venstre) og *Multikomfort* (høyre) (Mogen, 2016; Brødrene Dalh, Optimera (2014)



Figur 2-11: *Powerhouse Kjørbo* (Powerhouse, u.å.)



Felles for prosjektene er at de har energieffektive systemer for oppvarming og ventilasjon, produserer fornybar energi på tomte, samt gjenbraker materialer og/eller bruker materialer med lav bunden energi. Multikomfort gjenbraker blant annet teglverk og jernbanesviller, og i tillegg brukes en gammel skipskonteiner til svømmebasseng. Powerhouse Kjørbo gjenbraker eksisterende bæresystem og fasade. Videre blir glass fra eksisterende vinduer gjenbrukt i innvendige dører. Campus Evenstad gjenbraker glasskillevegger fra et annet bygg, og bærekonstruksjon er av massivtre. (Fufa et al., 2016; Brødrene Dahl, Optimera, 2014; Powerhouse, u.å.; Statsbygg, 2017)



Figur 2-12: Campus Evenstad (Ola Roald Arkitektur, 2015)

### 2.2.5 Miljøklassifiseringsverktøy og miljømerker

Miljøklassifiseringsverktøy samler miljøutfordringene knyttet til bygningers livsløp. Noen miljøklassifiseringsverktøy er utviklet for internasjonal bruk, mens andre i hovedsak er utviklet i og for enkelte land. BREEAM og LEED er to internasjonalt anerkjente miljø-klassifiseringssystem, mens Green Star Energy og DGNB System er egne verktøy for henholdsvis Australia og Tyskland. Andre land som benytter egne sertifiseringssystemer er blant annet Canada, Frankrike, Kina, Mexico og Malaysia. (Kubba, 2012)

Formålet til miljøklassifiseringsverktøy er å motivere bygningssektoren til å bygge bærekraftig. Tabell 2-4 lister opp fordeler og ulemper med miljøklassifiseringsverktøy. Grunnprinsippene i slike system baseres på en rekke kriterier; bærekraftig bygnings- og tomteplan, energieffektiv bygningskropp, bærekraftige og fornybare materialer og produkter, høy grad av resirkulering, minimal bruk av gassende og farlige stoffer, energieffektive tekniske systemer og anlegg (ventilasjon, vann, oppvarming, lys, o.l.), samt godt inn klima (god luftkvalitet, visuell komfort, termisk komfort, o.l.). Kriteriene blir ofte satt i en gruppe og deretter vektet i forhold til viktighetsgrad og grad av miljøpåvirkning for blant annet området. (Kubba, 2012)

Tabell 2-4: Fordeler og ulemper med miljøklassifiseringsverktøy

Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Høyere markedsverdi</li> <li>• Høyere leieinntekter</li> <li>• Lavere driftskostnader</li> <li>• Økt brukertilfredshet, særlig med tanke på helse og innemiljø</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Få alle i prosjektet til å forstå hva det innebærer og krever å bygge miljøvennlig, helt fra ledelsen til underentreprenører og leverandører</li> <li>• Investeringskostnader</li> <li>• Tidskrevende på grunn av mer dokumentarbeid og strengere krav</li> </ul>

Miljømerker skal gjøre det enklere for forbrukerne å ta informerte og bevisste valg. Det finnes et hav av merker og vanligvis har de ulike systemgrenser. Derfor er det viktig å vite hvilke deler av livsløpet miljømerket inkluderer. Selv om et produkt bruker lite energi, kan det inneholde miljøfarlige stoffer **eller resirkuleres etter endt brukstid**. (Miljømerking, 2012b)

Andre typer miljøverktøy i Norge er miljøstyringssystemer, som for eksempel Miljøfyrtårn og ISO 14001. Slike systemer blir også kalt miljøstyringssystem, og sertifiserer miljøledelse, uten særlige krav til bedriftens ambisjonsnivå. Det vil si at bedriften selv setter miljømål og lager en strategi for hvordan målene skal nås. Miljømålene kan variere fra resirkulering av papir til store omveltninger eller tiltak for å forbedre bedriftens miljøprofil. (Miljøfyrtårn, u.å.; Miljømerking, 2012b)

### **Miljøklassifiseringsverktøy**

BREEAM ble etablert av BRE Ltd i England i 1990, og er verdens eldste og Europas ledende miljøklassifiseringsverktøy for byggverk. BREEAM står for Building Research Establishment Environmental Assessment **Methodology**. Totalt er over 2,2 millioner prosjekt blitt BREEAM-registrert fordelt over 77 land. Verktøyet er en klassifiseringsprosess som evaluerer anskaffelse, prosjektering, utførelse og drift av prosjekter basert på ytelsesmål. BREEAM-sertifikatet deles opp i følgende nivåer; Pass, Good, Very Good, Excellent og Outstanding. Sertifiseringen er basert på miljøpresentasjonen i ti kategorier; ledelse og administrasjon, helse og innemiljø, energibruk, transport, vann, materialer, avfall, arealbruk og økologi, forurensning, og innovasjon. Videre har Norwegian Green Building Council laget en norsk tilpasning av manualen, kalt BREEAM-NOR, slik at det laveste nivået til enhver tid minimum tilfredsstillende forskrifter og lover i Norge. Les mer om BREEAM-NOR i kapittel 2.3. (NGBC, 2012)

LEED ble etablert av U.S. Green Building Council i 2000, og er det mest utspredte miljøklassifiseringssystemet i verden. LEED står for Leadership in Energy and Environmental Design. Totalt er mer enn 90 000 prosjekter LEED-registrert fordelt over 165 land. LEED-sertifikatet deles opp i følgende nivåer; Sertifisert, Sølv, Gull og Platinum. Sertifiseringen er basert på poeng oppnådd fordelt over ni hovedkategorier; integrerende prosjektprosess, beliggenhet og transport, bærekraftig område, vannbruk, energibruk og atmosfære, materialer og ressurser, innvendig miljøkvalitet, innovasjon og regionale prioriteringer. Alle typer byggverk kan klassifiseres, uansett livssyklusfase og geografisk beliggenhet. Prosjektene skal følge en av de fire følgende systemene; design og gjennomføring, interiørdesign og gjennomføring, drift og vedlikehold, eller nabolagutvikling. (USGBC, u.å.)

DGNB System ble etablert i 2007 av Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), ekvivalent til Tysklands Green Building Council. Verktøyet gjelder for bygninger og urbane områder over hele livsløpet med følgende miljøaspekt; miljøvennlig kvalitet, økonomisk kvalitet, samfunns- og funksjonell kvalitet, teknologisk kvalitet, prosesskvalitet og områdekvalitet. De fire første aspektene er vektet likt, det vil si at DGNB Systems er det eneste verktøyet som vektet økonomi på lik linje med miljø, samfunn og teknologi. Et annet nasjonalt miljøklassifiseringssystem er Green Star Energy som ble etablert i 2003 av Green Building Council i Australia. Verktøyet sertifiserer bygninger As built, interiør i bygninger, drift og vedlikehold av bygninger, samt nabolag. (DGNB, u.å.; GBCA, u.å.)

### ***Miljømerker***

Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg hadde ikrafttredelse 1. januar 2010. Forskriften innebærer at alle boliger og yrkesbygg som skal selges eller leies ut, samt alle nyoppførte bygg må ha en energiattest. Energiattesten er gyldig i ti år, men kan oppdateres når som helst. Videre består attesten av bygningens energimerke, målt energibruk, tiltaksliste og et sammendrag fra de viktigste dataene attesten er basert på. Målt energibruk er obligatorisk for yrkesbygninger, og frivillig for boliger. Tiltakslisten viser forslag på hva som kan gjøre boligen mer energieffektiv. Energimerket består av to karakterer; en energikarakter og en oppvarmingskarakter (figur 2-13). (Lovdata, 2016; Enova, 2015)

Energikarakteren gir en samlet vurdering av bygningens energibehov, fra A (sterkest) til G (svakest), i kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA basert på beregningen av levert energi, uavhengig av faktisk målt energibruk. Tabell 2-5 angir kravene for et utvalg av bygningskategorier. De fleste eksisterende byggverk får en energikarakter mellom D og G. Oppvarmingskarakteren sier noe om andelen av oppvarmingen som er dekket av

## 2 Teori

elektrisitet og fossilt brensel. Rød karakter betyr at bygningen kun bruker elektrisitet og/eller fossilt brensel til oppvarming, mens grønn karakter er best og vil si at bygningen bruker fornybar energi til å dekke oppvarmingsbehovet. (Lovdata, 2016; Enova, 2015)



Figur 2-13: Eksempel på et energimerke (Enova, 2015)

Tabell 2-5: Levert energi fordelt over energikarakter (Enova, 2015)

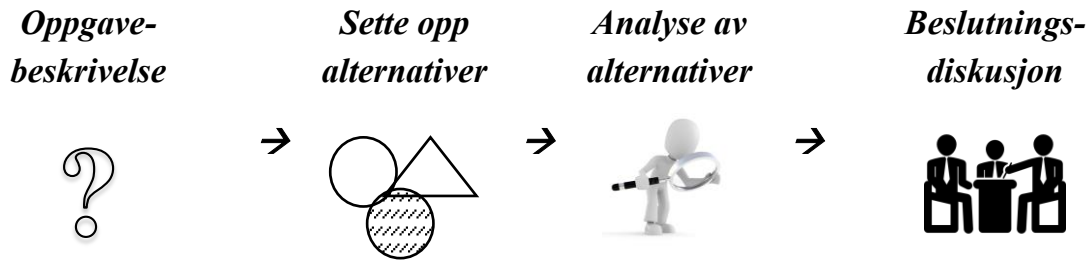
Bygningskategori	Levert energi [kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA]						
	A	B	C	D	E	F	G
	(Lavere eller lik)						Ingen grense
<b>Boligblokk</b>	85	95	110	135	160	200	>F
<b>Kontorbygning</b>	90	115	145	180	220	275	>F
<b>Universitet/høyskole</b>	90	125	160	200	240	300	>F
<b>Hotellbygning</b>	140	190	240	290	340	415	>F
<b>Idrettsbygning</b>	125	165	205	275	345	440	>F

Svanemerket er det offisielle nordiske miljømerket. Det ser på hele livsløpet til produktet fra utvinning av råvarer, via produksjon, bruk og til slutt som avfall eller resirkulering. Svanemerket setter strenge krav til forvaltning av råvarer, bruk av energi og kjemikalier, trygghet og kvalitet under bruk, samt nedbrytningsgrad av avfall. Et tilsvarende miljømerke til Svanemerket er EUs Ecolable. (Miljømerking, 2012b; Miljømerking, 2012c) Andre relevante miljømerker for byggevarer er FSC (Forest Stewardship Council) og PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification), som begge sertifiserer bærekraftig skogbruk. (Miljømerking, 2012a)

## 2.2.6 Livsløpskostnader (LCC) og livsløpsanalyser (LCA)

### *Livsløpskostnader (LCC)*

Livsløpskostnader eller livssyklus-kostnader, fra det engelske uttrykket life cycle cost (LCC), omfatter alle kostnader som påløper gjennom livsløpet (oppføring, bruk og avhending) til en bygning eller bygningsdel. LCC-analyser blir brukt i alle stadier av et byggprosjekt; fra prosjekt- og investeringsplanlegging, til prosjektering, bygging og driftsfase. Figur 2-14 illustrerer beslutningsprosessen av en LCC-analyse.



Figur 2-14: *Beslutningsprosessen i en LCA (Bjørberg et al., 2007)*

LCC-analyser har som formål å synliggjøre konsekvensene av valg i et langsiktig tidsperspektiv, og vil under sammenligning av to eller flere alternativer vise forskjell i kvalitet og varighet av alternativene. LCC-metodologien ble utviklet som et alternativ til beslutninger kun basert på investeringskostnader, ettersom et ensidig fokus på investeringskostnader kan føre til lite holdbare løsninger. (Bjørberg et al., 2007)

Prinsipper, klassifisering og kalkulasjonsmetode av livsløpskostnader følges etter NS 3454. Kostnadene klassifiseres etter bestemte poster, oppdelt i to nivåer, hvor nivå én er hovedpost og nivå to underpost (tabell 2-6). Hver kostnads-post er hovedsakelig definert som en aktivitet, og er uavhengig av om aktiviteten utføres med eget personell eller kjøpes inn fra eksternt leverandør. Alle kostnader, både direkte og indirekte kostnader, som er knyttet til en aktivitet skal medregnes og fordeles på relevant aktivitet. (Standard Norge, 2013a)

Tabell 2-6: *Kostnadsklassifisering i en LCC (Standard Norge, 2013a)*

<b>Anskaffelses- og restkostnader</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tomt</li> <li>▪ Nybygg</li> <li>▪ Hovedombygging</li> <li>▪ Restkostnad</li> </ul>
<b>Forvaltningskostnader</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Skatter og avgifter</li> <li>▪ Forsikringer</li> <li>▪ Eiendomsledelse og administrasjon</li> </ul>

## 2 Teori

<b>Drifts- og vedlikeholdskostnader</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Drift</li><li>▪ Vedlikehold</li><li>▪ Reparasjon av skader</li></ul>
<b>Utskiftings- og utviklingskostnader</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Utskifting</li><li>▪ Utvikling</li></ul>
<b>Forsyningskostnader</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Energi</li><li>▪ Vann og avløp</li><li>▪ Renovasjon</li></ul>
<b>Renholdskostnader</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Regelmessig renhold</li><li>▪ Periodisk renhold</li><li>▪ Ekstraordinært renhold</li><li>▪ Rengjøringsrelaterte oppgaver</li></ul>

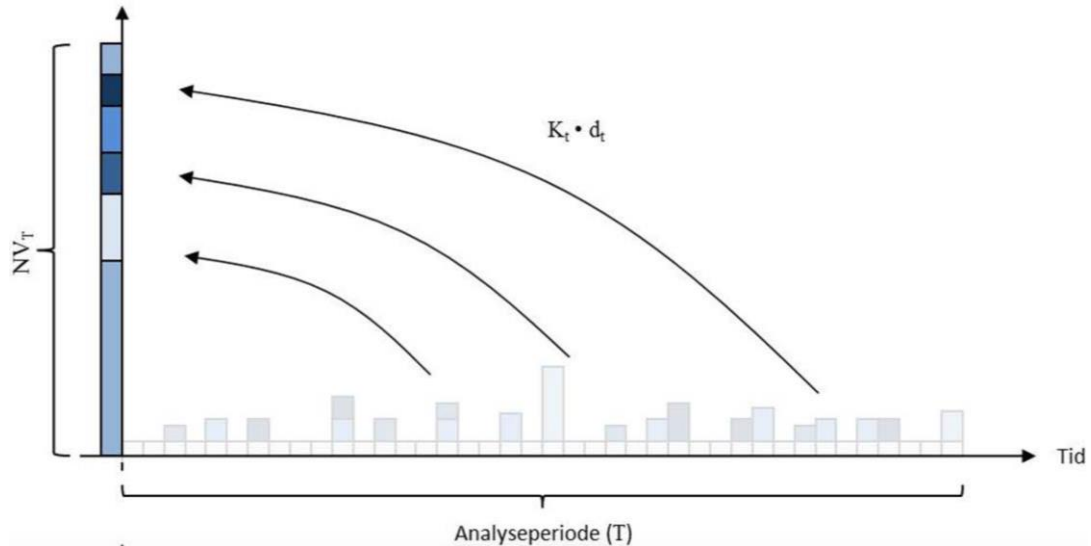
LCC-beregningen gjøres for en bestemt analyseperiode (T). T kan for eksempel være leietiden, forventet tid frem til hovedombygging, eller levetiden til bygningsdelen eller bygningen. Dersom analyseperioden er kortere enn levetiden tas eventuelle restverdier med. (Standard Norge, 2013a)

Figur 2-15 illustrer diskonteringen av livsløpskostnadene over analyseperioden til nåverdien. Livsløpskostnader (svakere fargenyanser) over analyseperioden vil si påløpte kostnader ( $K_t$ ) per kostnadskategori (ulike fargenyanser) knyttet til en bestemt dato. Beregningen av nåverdien over analyseperioden gjøres ved hjelp av et fastsatt basisår ( $t_0$ ) og følgende formel 2-1.

*Formel 2-1: Nåverdi over analyseperioden (Standard Norge, 2013a)*

$$NV_T = \sum_{t=0}^T K_t \times d_t, \text{ hvor } d_t = (1 + r)^{-1}$$

*hvor  $d_t$  er diskonteringsfaktoren for et gitt år  $t$ ,  $t$  er antall år fra basisåret, og  $r$  er kalkulasjonsrenten*



Figur 2-15: Diskontering av livsløpskostnader til nåverdi (Standard Norge, 2013a)

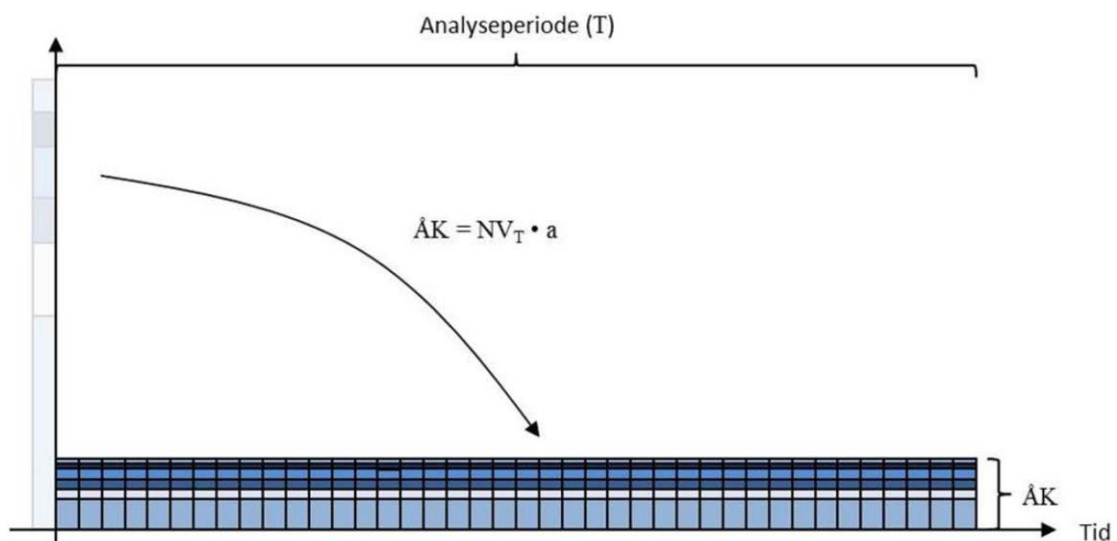
Videre er det ønskelig å fordele totalbeløpet som bygget vil koste over analyseperioden, det vil si fordele nåverdien jevnt utover perioden. Dette kalles årskostnaden, illustrert i figur 2-16. ÅK bergenes fra formel 2-2, og gir en oversikt over hva som skal betales hvert år for å kunne dekke de totale kostnadene over analyseperioden. Hvor annuitetsfaktoren ( $a$ ) beregnes ved hjelp formel 2-3.

Formel 2-2: Årskostnad (Standard Norge, 2013a)

$$\text{ÅK} = NV_T \times a$$

Formel 2-3: Annuitetsfaktor (Standard Norge, 2013a)

$$a = \frac{r}{1 - (1 + r)^{-T}}$$

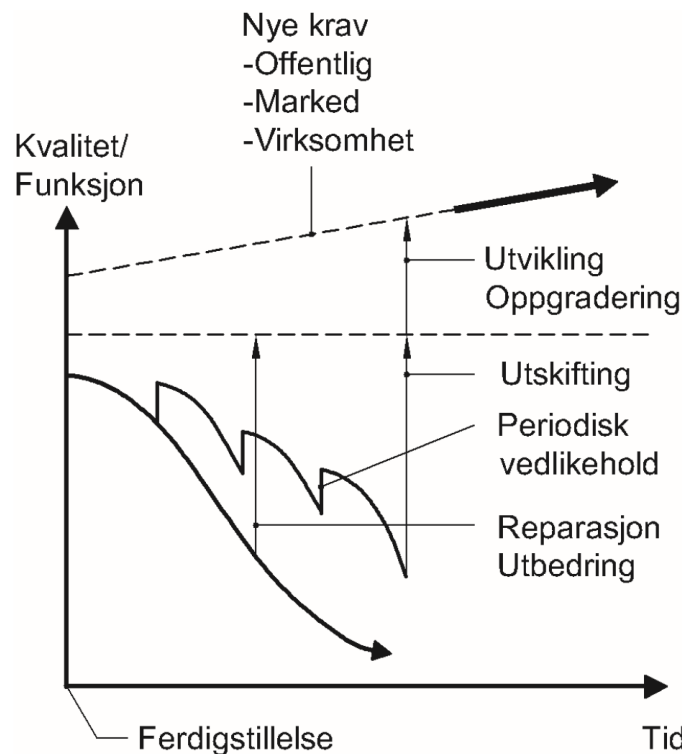


Figur 2-16: Nåverdi til årskostnader (Standard Norge, 2013a)

Levetid for en bygningsdel eller et byggverk defineres etter Norsk Standard (2013a) som tiden, i antall år, fra en bygningsdel installeres til den demonteres, eventuelt fra et byggverk reises til det rives. Levetiden kan være teknisk, funksjonell, estetisk eller økonomisk. Teknisk levetid er tiden frem til bygningsdelen blir utslitt. Funksjonell levetid er tiden frem til bygningsdelen ikke lenger oppfyller kravene til sin opprinnelige funksjon. Estetisk levetid er tiden hvor bygningsdelen oppfyller estetiske krav. Økonomisk levetid er grensen hvor det å beholde bygningsdelen er mindre gunstig enn å bytte den ut eller bygge om. (Bjørberg et al., 2007)

Levetiden er en avgjørende faktor for beregning av livsløpskostnader. Det finnes ingen bestemt standard i Norge for når bygningsdeler skal vedlikeholdes eller skiftes ut, men SINTEF Byggforsk 700.320 (2017) gir en anbefaling. Levetiden blir også påvirket av blant annet materialtekniske egenskaper, design, utførelse, og påkjenninger fra bruk og klima. (Bjørberg et al., 2007)

Bygningsmaterialer- og komponenter kan klassifiseres i fire kategorier; bygningsdeler som må byttes ut, aldri byttes ut, er svært kostbare eller vanskelige å bytte ut, og tekniske installasjoner. Figur 2-17 illustrerer kvalitet og funksjon for en bygning sett i et levetidsperspektiv. Periodisk vedlikehold, reparasjoner, utbedringer og utskifter vil kun sette bygningsstandarden opptil funksjon og krav ved ferdig nybygg. For å tilfredsstille nye krav fra myndigheter og marked må oppgraderingen i tillegg ha fokus på utvikling. (SINTEF Byggforsk, 2017)

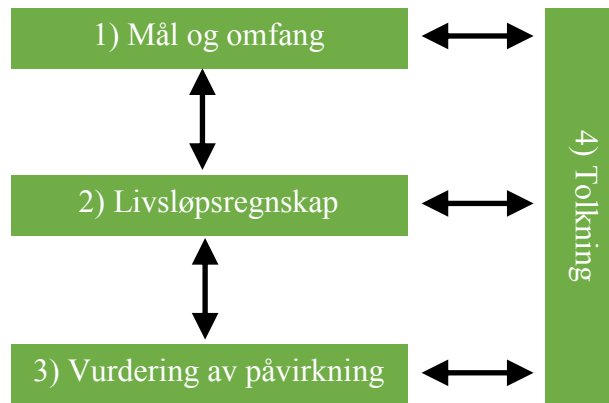


Figur 2-17: Levetidsperspektivet til en bygning (SINTEF Byggforsk, 2017)



**Livsløpsanalyse (LCA)**

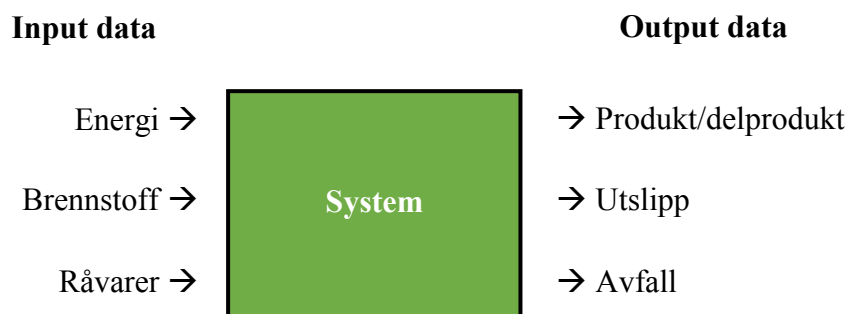
Livsløpsanalyse, fra det engelske uttrykket life cycle assessment (LCA), er en standardisert metode for å kvantifisere miljøpåvirkningene til et produkt. Rammeverk, krav og retningslinjer for en LCA er gitt under NS-EN ISO 14040:2006 og NS-EN ISO 14044:2006. En LCA består av fire faser illustrert i figur 2-18. (Norsk Standard, 2006a; Norsk standard 2006b)



Figur 2-18: Prosessen av en LCA

Den første fasen av en LCA fastsetter hensikten med analysen, hvem den er for, og hva resultatene skal brukes til. Videre definerer fasen funksjonell enhet, systemgrenser og avgrensninger. Funksjonell enhet gjør det mulig å sammenligne to ulike produkt brukt til samme formål, og er for eksempel 1 kg eller 1 pakke av det endelige produkt.

Livsløpsregnskapet, eller life cycle inventory analysis, LCI(A), identifiserer alle input og output data som er nødvendig for å produsere en enhetsprosess (figur 2-19). Input og output data fra blant annet energi- og vannforbruk, mengder råmaterialer, utslipp og avfall. Dette resulterer i en liste med input og output data som er nødvendig for å lage en funksjonell enhet av det bestemte produktet. Data kan hentes fra flere kilder; EcoProduct og EPDer (Environmental Product Declarations).



Figur 2-19: Illustrasjon av et livsløpsregnskap (LCI)

I den tredje fasen vurderes miljøpåvirkningen til produktet gjennom miljøpåvirkningskategorier, som blant andre globalt oppvarmingspotensial (klimaendring), menneskelig giftighet, ozon utarming og marin miljøforgiftning. Kategoriseringen samler alle relevante miljøpåvirkninger fra input og output data til én felles miljøpåvirkningskategori. Global oppvarming bruker for eksempel kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, for sammenligning av relevante utslipp. Det vil si at utslipp på 1 kg metan (CH<sub>4</sub>), som har 25 ganger større påvirkning på global oppvarming enn utslipp CO<sub>2</sub>, tilsvarer tilsvarer 25 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. (Miljødirektoratet, u.å.)

Videre kan miljøpåvirkningskategoriene bli normalisert, vektet og gruppert avhengig av ønsket utforming på resultatet. De tre grupperingene er menneskelig helse, økosystem og ressursmangel. Dette er valgfritt og forbundet med høy usikkerhet. I henhold til ISO-standarden ikke er lov til å bruke normalisering og vektning dersom målet av livsløpsanalysen er å sammenligne to produkter. Den siste og viktigste fasen av LCA er tolkning. Denne fasen skal formidle resultater fra analysen på en forståelig og oversiktlig måte, med klare mål, omfang, konklusjon, anbefalinger og avgrensninger.

Tabell 2-7 på neste side viser de ulike systemgrensene i en LCA i henhold til NS-EN 15978:2011 og inkluderer i tillegg hvilke faser som er med for de ulike ZEB ambisjonsnivåene. En livsløpsanalyse fra vugge-til-grav inkluderer alle fasene over livsløpet til produktet (A1-A5, B1-B7 og C1-C4). Det vil si fra utvinning av ressurser, gjennom råvareproduksjon, fabrikkproduksjon, bruk og til slutt avhending og/eller resirkulering. Vugge-til-port er en annen og ofte brukt systemgrense. Den inkluderer produktfasen (A1-A3). Det vil si utvinning av råvarer, transport av råvarer og eventuelle delfabrikanter, og produksjon av produktet og eventuelle delfabrikanter.

Det kan i tillegg være verdt å merke seg at LCAer kan ha ulikt perspektiv eller tilnærming, og dermed gi forskjellig resultat. Egenskapsperspektivet (engelsk; attributional) er det tradisjonelle perspektivet, hvor alle miljøpåvirkninger fra input og output data er spredt mellom de ulike prosessene og produktene som er nødvendig for fremstilling av det endelige produktet. Perspektivet egner seg godt for sammenligning av miljøpåvirkningen til to eller flere produkter med lik funksjonell enhet. Det passer også for identifisering av deler i verdikjeden med høyest utslipp. Det konsekvente perspektivet (engelsk: consequential) ser på de marginale endringene av valg gjennom livsløpet, og inkluderer hva som sannsynligvis vil skje etter at produksjonsprosessen er ferdig. Perspektivet gir de fleste treprodukter en negativ miljøpåvirkning, fordi tilnærmingen inkluderer lagring av CO<sub>2</sub> over livsløpet. Perspektivet egner seg når en bred synsvinkel er viktig. Ulempen med perspektivet er at det krever større mengder data og kompleks modellering. (Norsk Standard, 2006a; EPD Norge, u.å.b)

## 2 Teori

Tabell 2-7: Systemgrenser over bygnings livsløp i en LCA inklusiv ambisjonsnivåene til ZEB (Standard Norge, 2011; Fufa et al., 2016)

Systemgrenser over bygningens livsløp etter NS-EN15978:2011														Tillegg ut over bygningens livsløp																				
A1-A3			A4-A5		B1-B7							C1-C4		D																				
Produkt-/material-fase			Gjennomførings-fase		Driftsfase							Livsløpets sluttstadium		Fordeler og ulemper utover system-grensene																				
Forsyning av råmaterialer			Transport		Produksjon		Transport		Bygge- og monteringsprosess		Monterte produkter i bruk		Vedlikehold		Reparasjon		Utskifting		Renovering		Energiforbruk		Vannforbruk		Dekonstruksjon/rivning		Transport		Avfallshåndtering		Avhending/gjærning		Potensial for gjenbruk, gjenvinning, og resirkulering	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4																			
																																ZEB-COMplete		
																																	ZEB-COME	
																																	ZEB-COM	
																																		ZEB-OM
																																		ZEB-O
																																		ZEB-O+EQ

\*Inkluderer ikke driftsenergi fra elektriske apparater og utstyr

\*\*Inkluderer ikke transport til byggeplass (A4), montering (A5) og sluttstadium (C)

\*\*\*Inkluderer ikke sluttstadium for utbyttede materialer (C)

### 2.2.7 EPD, ECOproduct, ProductXchange og klimagassregnskap.no

#### ***EPD***

En EPD (Environmental Product Declaration), også kalt miljødeklarasjon, er et dokument som oppsummerer miljøprofilen til en komponent, et ferdig produkt eller en tjeneste på en standardisert og objektiv måte. EPDer lages etter prinsippene og prosedyrene i NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner (Standard Norge, 2010), på grunnlag av en LCA etter NS-EN ISO 14040-14044 (Standard Norge, 2006a; Standard Norge, 2006b). De standardiserte metodene gjør det mulig for kunder å sammenligne produkter uavhengig av region eller land. (EPD Norge, u.å.c)

Videre må innholdet i en EPD være i tråd med krav og retningslinjer i NS-EN ISO 14020 (Standard Norge, 2001) og eventuelle miljøpåstander være basert på egenerklærte miljøkrav i NS-EN ISO 14021 (Standard Norge, 2016), nasjonal lovgivning og beste tilgjengelig praksis i relevant marked. Eksempler på hva som kan miljødeklarerer er kontormøbler, 1 kWh vannkraft til oppvarming, 1 tonn betong til et boligprosjekt, 1 m<sup>2</sup> bygningsplate og rengjøringstjenester. (EPD Norge, u.å.c)

EPDer for bygningsmaterialer må minimum inneholde en LCA fra vugge-til-port, det vil si A1-A3 i tabell 2-7. Vanligvis er transport, konstruksjons- og slutfase ekskludert på grunn av store variasjoner i disse verdiene mellom forskjellige byggeprosjekt. Det gir imidlertid mening å inkludere disse fasene dersom man skal gjennomføre en LCA av en hel bygning. Fasene blir derfor inkludert i en del EPDer for å gi en pekepinn på verdiene, og må justeres etter de prosjektspesifikke forholdene. (Standard Norge, 2012a)

#### ***Klimagassregnskap.no***

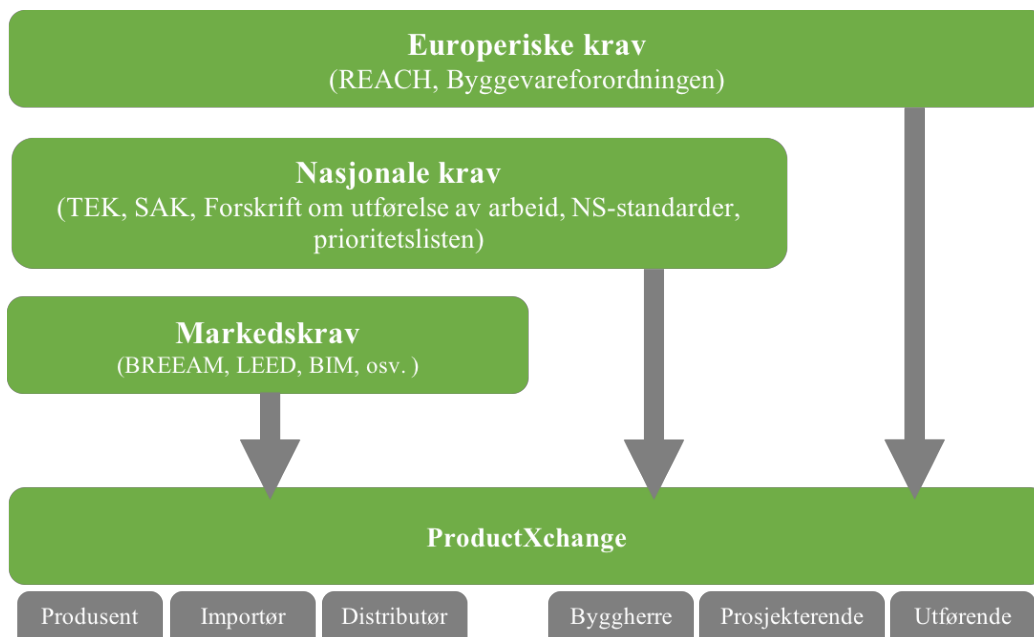
Klimagassregnskap.no har vært et gratis nettbasert verktøy som kan brukes til å dokumentere og beregne bygningers karbonfotavtrykk (dvs. utslipp kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter). Verktøyet ble utviklet på oppdrag fra Statsbygg, men verktøyet har vært stengt siden 31. desember 2017, på grunn av en ny løsning som kun tilbys ved lisens. Det nye verktøyet er basert på programvaren One Click LCA og viderefører den samme funksjonaliteten til klimagassregnskap. Teknisk plattform, datagrunnlag, brukerstøtte, brukervennlighet, osv. vil være forbedret, og verktøyet vil være kompatibelt med norske standarder og BREEAM-NOR. (Klimagassregnskap.no, u.å.)

### **ECOproduct**

ECOproduct er en database med vurderinger av de faktiske miljøegenskapene til byggevarer. Vurderingene er basert på en tredjepartsverifisering av EPDer. Databasen har som formål at arkitekter, entreprenører, rådgivere og byggherrer tar de riktige materialvalgene i byggeprosessen, og benyttes i BREEAM-NOR-sertifisering under krav til materialer. (Norsk Byggtjeneste, u.å.)

### **ProductXchange**

ProductXchange er et nettbasert informasjonssystem utviklet for byggherrer, entreprenører og håndverkere for innsamling av ”as built” produktdokumentasjon og – data, slik at produkter er i henhold til krav fra myndigheter og prosjekter. coBuilder er distributør og utvikler av ProductXchange. Systemet er et resultat av de EU-finansierte utviklingsprosjektene ChemXchange og ProductInfoX. Som figur 2-20 viser skal systemet hjelpe aktørene i næringen til å løse utfordringene for valg og bruk av produkter i et stadig strengere regelverk. (coBuilder, u.å.)



Figur 2-20: Illustrasjon på hva ProductXchange omfatter (CoBuilder, u.å.)

## 2.3 BREEAM

### 2.3.1 Hva er BREEAM?

BREEAM er verdens eldste og Europas ledende miljøklassifiseringsverktøy for byggverk. Verktøyet skal gjøre det lettere å velge miljøriktig gjennom dokumentasjon av miljø og helsebelastninger. BREEAM står for Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology, og ble etablert av BRE Ltd i England i 1990. Totalt har over 560 000 bygninger blitt BREEAM-sertifisert og over 2,2 millioner bygninger BREEAM-registrert fordelt over 77 land i verden. (NGBC, 2015; BRE, u.å.)

---

#### ***BREEAMs målsettinger er:***

- ❖ *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*
- 

BREEAM og andre miljøklassifiseringsverktøy har blitt til som et resultat av et stadig større fokus på klimaendringer, bærekraftighet, økt bevissthet av klimagassutslipp og kunnskap om at dette kan reduseres ved bruk av ny teknologi og beviste bærekraftige valg. Samtidig viser studier at slike bygninger gir økt brukertilfredshet, høyere markedsverdi, høyere leieinntekter, lavere driftskostnader og redusert finansiell risiko. (NGBC, 2012; NGBC, 2016)

BREEAMs målsetninger oppnås av følgende tiltak: (NGBC, 2012, NGBC, 2016):

- Øke kriterier og standarder i forhold til krav ved forskrifter, samt utfordre markedet til å utvikle innovative løsninger som minimerer byggets miljøpåvirkning.
- Bevisstgjøre eiere, brukere, designere og de som drifter byggene om fordelene ved bygg med høy miljøstandard.
- Sette virksomhetenes prioritering av samfunnsansvar på dagsorden og dokumentere framgang i forhold til miljø.

BREEAM er en klassifiseringsprosess som evaluerer anskaffelse, prosjektering, utførelse og drift av prosjekter basert på ytelsesmål. Prosjekter som kan bli BREEAM-klassifisert er nybygg, større rehabiliteringer og ombygginger, tilbygg til eksisterende

bygg, innredningsarbeider, og en kombinasjon disse. Klassifiseringen utføres av en uavhengig lisensiert revisor, som avgjør rangeringen og sertifiseringen. BREEAM-sertifikatet deles som nevnt opp i følgende nivåer; Pass, Good, Very Good, Excellent og Outstanding. Denne sertifiseringen er basert på miljøpresentasjonen i ti kategorier; ledelse og administrasjon, helse og innemiljø, energibruk, transport, vann, materialer, avfall, arealbruk og økologi, forurensning, og innovasjon. (NGBC, 2012)

### 2.3.2 Norwegian Green Building Council (NGBC)

Tilpasningen av BREEAM til norske forhold, kalt BREEAM-NOR, ble utviklet av Norwegian Green Building Council (NGBC) i tett samarbeid med bygg- og eiendomsnæringen i Norge. Dette er Norges første og foretrukne miljøsertifiseringsverktøy for bærekraftige bygg. NGBC er altså autorisert av BRE Global Ltd som National Scheme Operator for BREEAM-NOR. NGBC samarbeider tett med norske myndigheter, NGOer (non-governmental organizations) og satsninger innenfor miljø, for å sikre brukermiljøenes mangfold og interesser. Styret i NGBC har gitt mandat til strategisk rådgivingsgruppe (SRG), og representerer dermed et bredt spekter av interessenter fra byggeindustrien, designere, utbyggere, sluttbrukere, forskning og myndigheter. (NGBC, 2012)

NGBC skolerer og autoriserer akkreditert profesjonell (AP) og revisorer (eng; assessor). AP er en prosjektintern støtte til de endringer som må gjøres i prosjektering og design for å oppnå kostnadseffektive løsninger i henhold til BREEAM-NOR. Autorisert revisor er tredjeparts godkjenning for registrering og revidering av BREEAM-NOR-prosjekter. Det vil si at revisor ikke kan ha selvstendige oppgaver i prosjektet eller være ansatt under byggets eier.

### 2.3.3 BREEAM-NOR-manualen

Den første norske tilpasningen av BREEAM-manualen ble utgitt i 2012 utviklet av NGBC basert på BREEAM Europe Commercial 2009, BREEAM Education 2008, samt norske regler, standarder og praksis. Videre ble en oppdatert versjon av BREEAM-NOR-manualen utgitt i 2016. (NGBC, 2015) BREEAM-prosjektene i casestudien følger 2012 manualen, og følgende vil dette kapittelet hovedsakelig se på den gamle versjonen.

Det er som nevnt ti ulike BREEAM-kategorier inkludert innovasjonskategorien, som videre er oppdelt i ulike emner. Poengene prosjekter maksimalt kan oppnå varier med type bygning; varehandel, kontor, industri, utdanning og BREEAM Bespoke.

Prosjekttype og bygningskategori må fastsettes korrekt for alle deler av bygget. Tabell 2-8 oppsummerer omfanget av hver kategori, og vedlegg A1 viser emnene per kategori samt antall mulige poeng.

*Tabell 2-8: Oppsummering av BREEAM-kategorier (NGBC, 2017)*

---

### **Ledelse (Man)**

- Bærekraftig ledelse i forbindelse med prosjektering, utførelse, idriftsettelse, overlevering og prøvedrift
- Livsløpskostnader av materialer og valg av beste løsning
- Sikre at målene som er satt blir gjort og fulgt opp

---

### **Helse og innemiljø (Hea)**

- Økt komfort, sikkerhet og helse for byggets brukere og nærområdet
- Sikre sunt og trygt inne- og utemiljø

---

### **Energi (Ene)**

- Design av energieffektive løsninger og systemer som støtter energieffektiv forvaltning og drift av bygget
- Bruk av fornybare energikilder og installasjon av energieffektivt utstyr
- Styring og regulering av energibruk

---

### **Transport (Tra)**

- Bedre tilgang til mer miljøvennlige transportmidler for byggets brukere
- Tilgjengelig offentlig transport og andre transportløsninger, som sykkelparkering, bildeling, nærhet til fasiliteter og lignende

---

### **Materialer (Mat)**

- Redusere miljøpåvirkningen fra byggematerialer gjennom design, bygging, vedlikehold og reparasjon
- Innkjøp av materialer på en ansvarlig måte med lav miljøpåvirkning over materialets levetid, fra utvinning og produksjon til resirkulering

---

### **Vann (Wat)**

- Bærekraftig vannbruk i og utenfor bygget
- Tiltak for å redusere forbruket av drikkevann og minimere lekkasje av vann gjennom overvåkning av vannforbruk og vannbesparende installasjoner

---

### **Avfall (Wst)**

- Bærekraftig håndtering av avfall i byggeperioden og driftsfasen
- Redusere avfallsmengden fra byggeplass og når bygget er i bruk gjennom gode løsninger og rutiner

---

### **Arealbruk og økologi (Le)**

- Bærekraftig arealbruk, vern av habitater og opprettelse eller forbedring av langsiktig biologisk mangfold for byggets ute- og nærområder
-



**Forurensing (Pol)**

- Forebygging og kontroll av forurensning og overflateavrenning i forbindelse med byggets plassering og bruk
- Redusere byggets påvirkning på omkringliggende bygg og områder som oppstår fra lysforurensing, støy, flom og utslipp til luft, jord og vann

Tabell 2-9 viser et eksempel på hvordan poengsystemet fungerer i BREEAM-NOR. Venstre side angir antall tilgjengelig poeng for ulike bygningstyper, midten angir emnenavnet og høyre side minstestandard. Minstestandard vil si minimum poeng emnet må oppnå for å kunne oppnå ønsket BREEAM-nivå. (NGBC, 2012)

Tabell 2-9: Poengsystemet i BREEAM-NOR (NGBC, 2012)

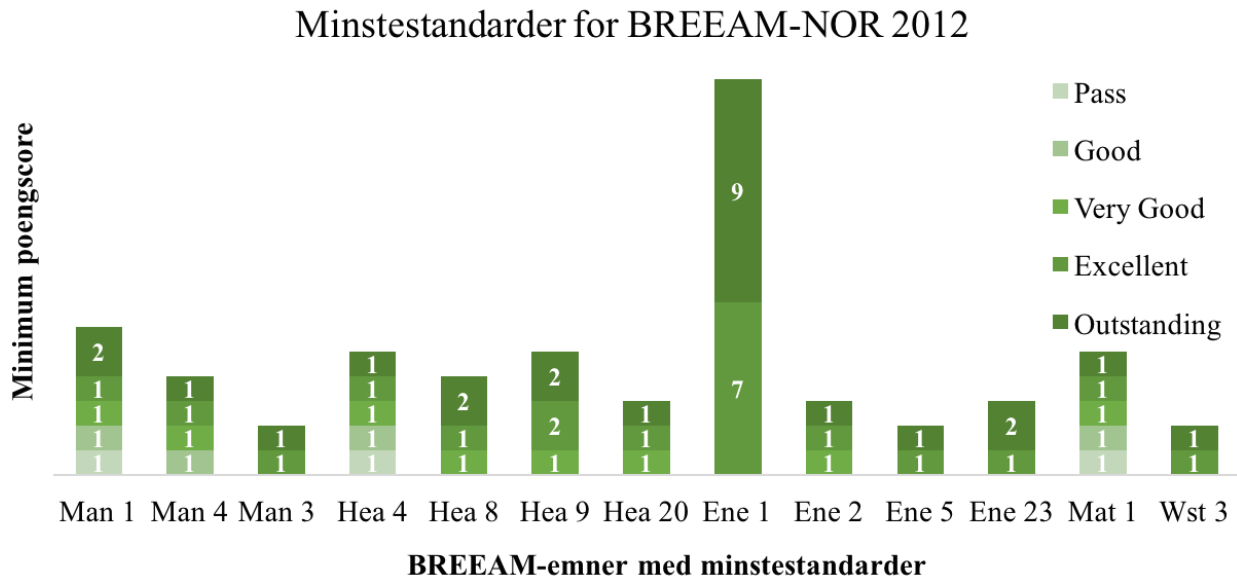
Antall poeng tilgjengelig				Emne	Minstestandard				
Varehandel	Kontor	Industri	Utdanning	Kategori-ID [Emnenr.] – [Emneknavn]	Pass	Good	Very Good	Excellent	Outstanding

Hvert emne er videre strukturert etter:

- Formål som beskriver hvilken helse og miljøeffekt emne tilstreber.
- Kriterier angir hvilke ytelser og krav ”as built” må tilfredsstille for å bli kreditert aktuelle poeng.
- Samsvarsnotater gir anvisning og veiledning om hvorvidt emnet er relevant, og dermed om poengene er tilgjengelig.
- Nødvendig dokumentasjon som er delt i to faser som beskriver hvilken informasjon som må være tilgjengelig for revisor og revisors samsvarsvurdering i forhold til kriteriene. Første fase angir hva som kreves ved midlertidig vurdering og klassifisering ved avsluttet prosjektering, og andre fase angir hvilke bevis og dokumentasjon som kreves ved sertifisering av det ferdige bygget
- Tilleggsinformasjonen angir definisjoner av begreper samt informasjon av betydning for emnet, som veiledere og relevante nettsteder. (NGBC, 2012)

Minstestandarder for BREEAM-NOR vil si minimum oppfylte krav i henhold til spesifiserte poeng for gitte emner og de ulike BREEAM-nivåene (figur 2-21). Dette kommer som tillegg til % oppnådde poeng for ønsket BREEAM-nivå. I tillegg er det for BREEAM-nivået Outstanding-krav om framskaffelse av materiale for produksjon og

publisering av en prosjektpresentasjon i henhold til NGBCs mal for prosjektpresentasjon. Slik at andre utviklere, markedsenheter og prosjekteringsteam kan henvises til Outstanding-prosjekter.



Figur 2-21: Minstestandarder for BREEAM-NOR 2012 (NGBC, 2012)

Innovasjonspoengene kan tildeles de emnene som har og oppfyller mønstergyldig nivå, beskrevet under kriterier for emnene og under innovasjonskategorien, det vil si kriterier som går ut over det som blir anerkjent og belønnet i BREEAM. Følgende emner har mønstergyldig nivå etter BREEAM-NOR 2012:

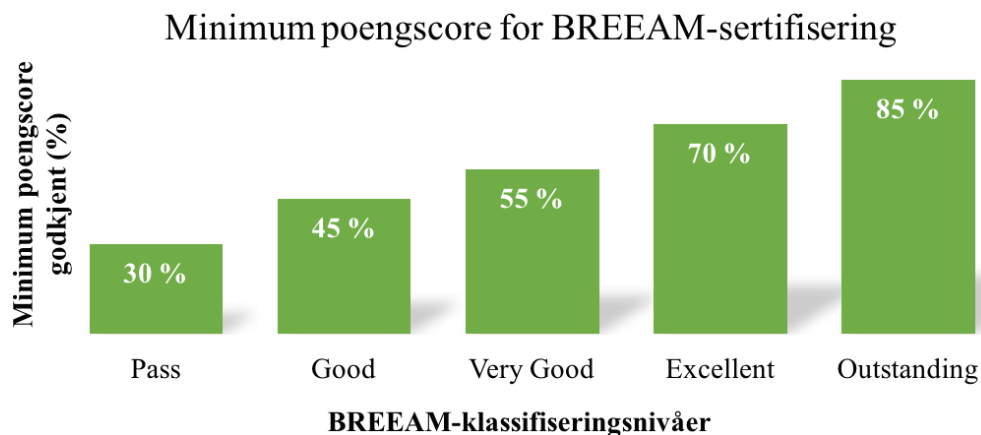
- Man 3 – Påvirkning på byggeplass
- Hea 1 – Dagslys
- Hea 9 – Forurensning i innemiljø
- Hea 14 – Kontorarealer (gjelder varehandel og industri)
- Ene 5 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp
- Tra 3 – Alternative transportformer
- Wat 2 – Vannmåler
- Mat 5 – Ansvarlig innkjøp av materialer
- Wst 1 – Avfallshåndtering på byggeplass
- Pol 4 – NO<sub>x</sub>-utslipp fra varmekilde

### 2.3.4 BREEAM-NOR-klassifisering, -sertifisering og -nivåer

BREEAM-klassifiseringen av revisor etter følgende steg (NGBC, 2012):

1. Total poengsum per kategori i henhold til krav
2. Prosentandel oppnådd poeng per kategori
3. Multiplisere score fra 2 med kategoriens vektning (kalles områdepoeng)
4. Summere områdepoengene og legge til eventuelle innovasjonspoeng, som er 1 prosentpoeng per 1 poeng og uavhengig av byggets klassifiseringsnivå.
5. Total oppnådd poengandel (%) sammenlignes til slutt med sertifiseringsnivåene, med forutsetning om at minimumskrav er oppfylt.

De ulike sertifiserings- og klassifiseringsnivåene i BREEAM-NOR gjelder for % poeng oppnådd etter figur 2-22. Merk at prosjektet alltid vurderes ut ifra oppnådd andel av tilgjengelige poeng, og at antall tilgjengelige poeng kan variere ut ifra bygningstype. Videre viser figur 2-23 vektningen av BREEAM-kategoriene.

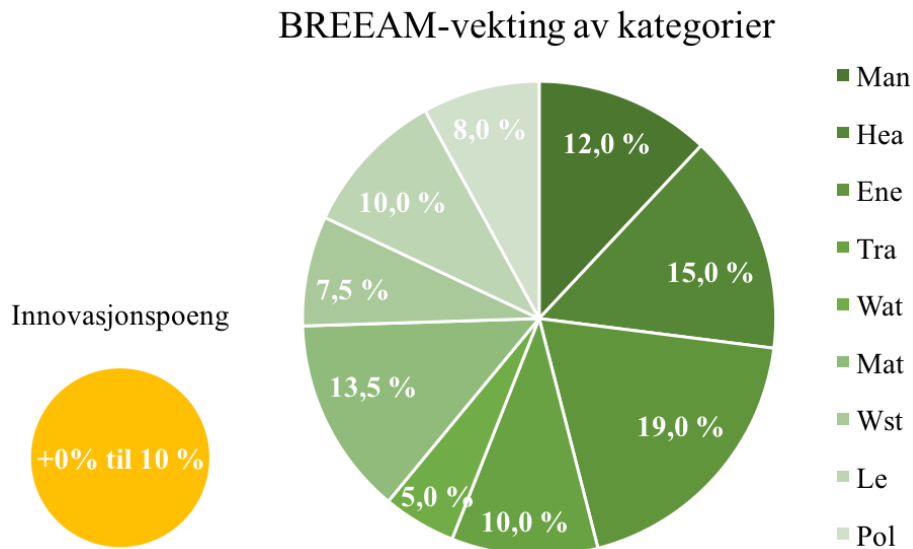


Figur 2-22: BREEAM-NOR-sertifiseringsnivåer (NGBC, 2012; NGBC, 2016)

En Sertifisering kan gjøres ved avslutning:

- *Design- og prosjekteringsfasen* → Foreløpig sertifikat
- *As built* → Endelig sertifikat

Dersom klassifiseringen blir gjennomført i design- og prosjekteringsfasen må prosjektet ha kommet så langt at all relevant informasjon er tilgjengelig for BREEAM revisor. I tillegg må byggets ytelse i grove trekk kunne vurderes på basis av tilgjengelig rapporter og dokumentasjon i henhold til BREEAM-NOR-spesifikasjonene. NGBC anbefaler å gjøre en forhåndklassifisering av bygget, fordi det gir større forutsigbarhet, mer kostnadseffektiv dokumentasjon og rapportering, og en redusert risikoen for å tape tidslinjeavhengige poeng. (NGBC, 2012)



Figur 2-23: BREEAM-NOR-vekting av kategorier (NGBC, 2012)

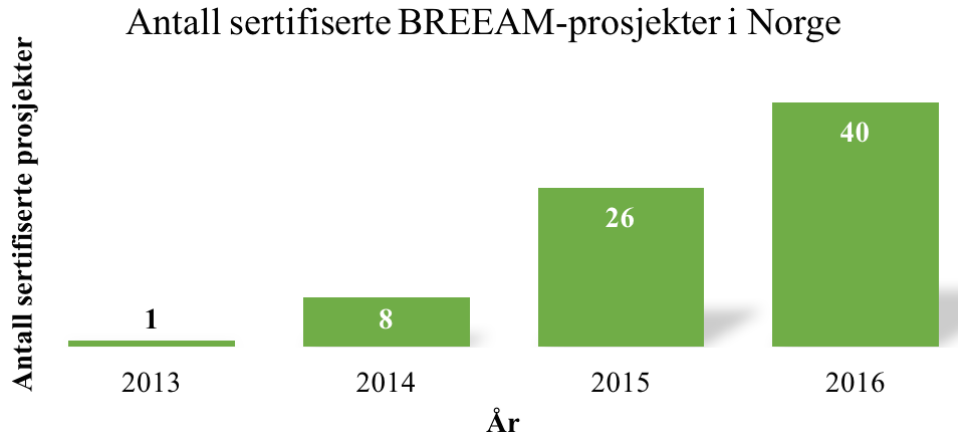
### **BREEAM-NOR 2016 manualen**

En ny versjon av BREEAM-NOR-manualen ble utgitt i slutten av 2016 basert på tilbakemeldinger fra revisorer, andre brukere, lover, nye nasjonale standarder, best praksis og lignende. En kan fremdeles velge hvilken manual prosjektet skal følge, og vektingen av hver hovedkategori er den samme. De største endringene er som følger (NGBC, 2016):

- Omfatter kun nybygg og totalrehabiliteringer. Mindre innredningsarbeider og lignende må enten benytte BREEAM International Refurbishment and Fit-Out 2015 eller tilpassende kriterier i BREEAM-NOR 2016 New Construction via ”Bespoke”-søknad.
- Omfatter også boligbygg, hovedsakelig leilighetskomplekser og boligblokker, i tillegg til kontor, varehandel, industri og undervisningsbygg.
- Omstrukturering av emner:
  - De fleste emnene er de samme, men nummereringen kan være endret.
  - Enkelte delemner er splittet opp, eventuelt tatt inn i andre emner.
  - Noen emner er ikke videreført.
- Endrede minstestandarder.
- Oppdatert i henhold til endrede lover, forskrifter, standarder og best praksis, samt klarere knyttet til byggeprosessen.
- Excellent skal, i tillegg til Outstanding, gjennomføre en casestudie.
- Oppdatert og forbedret pre-analyseverktøy.
- Flere hjelpeverktøy og veiledere i manualen.
- ”Scoring and reporting tool” brukes istedenfor dagens revisorrapport.

### 2.3.5 BREEAM-prosjekter i Norge

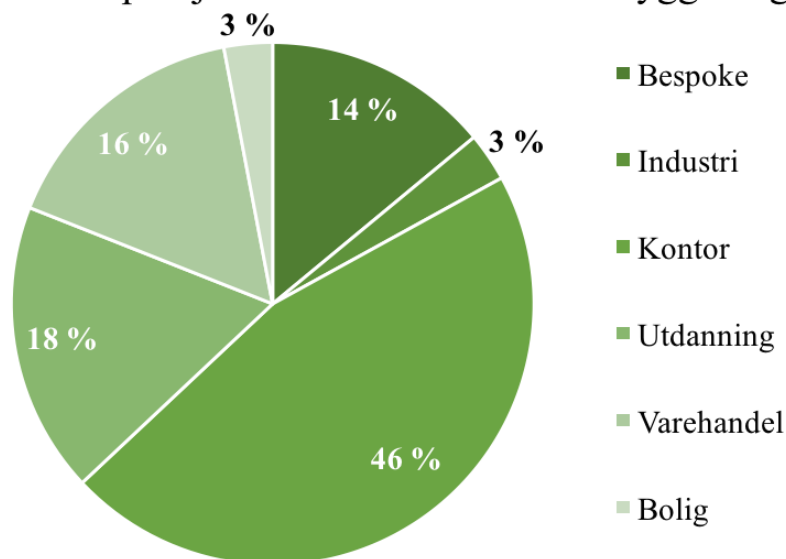
Antall sertifiserte BREEAM-prosjekter i Norge følger utviklingen til figur 2-24. Diagrammet viser at det har vært en markant økning av BREEAM-sertifiserte prosjekter siden verktøyet ble tatt i bruk. Figur 2-25 og 2-26 viser fordelingen av sertifiserte prosjekter i Norge i 2016 for henholdsvis byggkategori og geografisk plassering.



Figur 2-24: Antall sertifiserte BREEAM-prosjekter i Norge (NGBC, 2017)

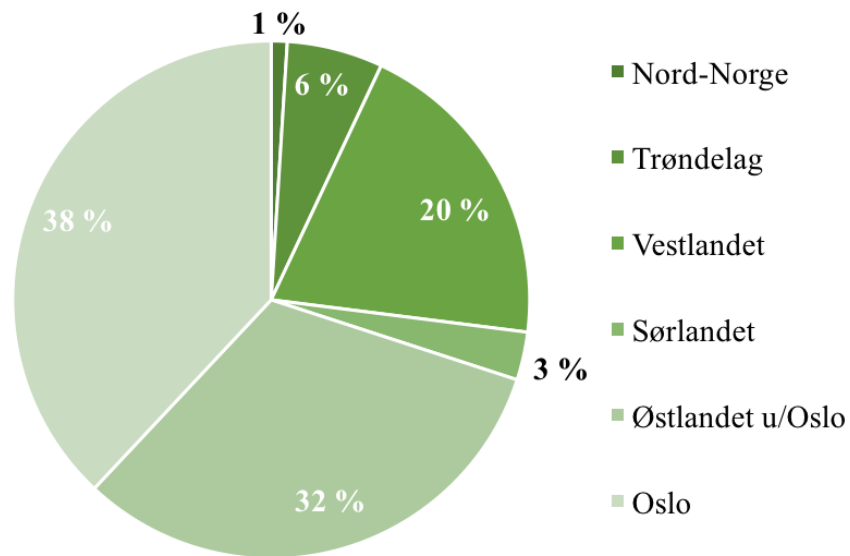
Det er mest vanlig å sertifisere kontorbygg, deretter følger bygg for utdanning, varehandel og bespoke. Bespoke vil si andre typer byggverk med tilpasset manual, som for eksempel sykehjem, hotell, rådhus, svømmehall og idrettsbygg. Oslo og Østlandet står for majoriteten av de sertifiserte byggene. Dette skyldes trolig at majoriteten av Norges befolkning bor der, og at mange av hovedkontorene til bedriftene befinner seg i dette området. (NGBC, 2017)

#### BREEAM-prosjekter i 2016 fordelt over byggkategori



Figur 2-25: BREEAM-NOR-prosjekter i 2016 fordelt over byggkategori (NGBC, 2017)

Geografisk fordeling av BREEAM-prosjekter i 2016



Figur 2-26: Geografisk fordeling av BREEAM-NOR-prosjekter i 2016 (NGBC, 2017)

## 2.4 Eksisterende litteratur om miljøklassifiseringsverktøy og BREEAM

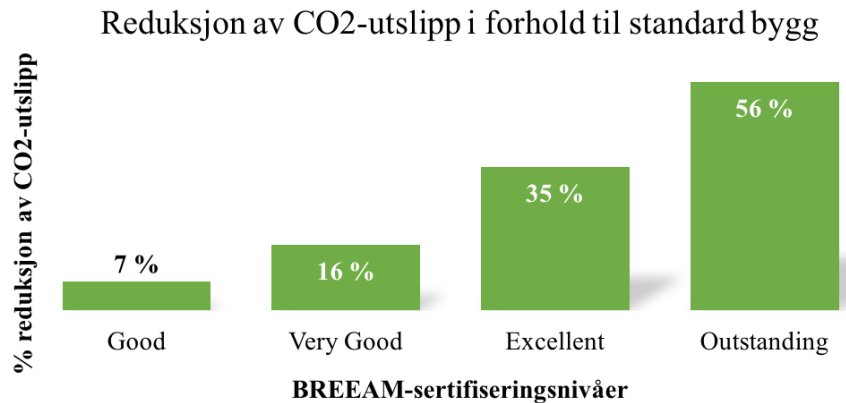
I den eksisterende litteraturen som omhandler bærekraftig utvikling og robusthet av produkter, har LCA opp igjennom tiden vært mye mer utbredt enn litteratur som omhandler miljøklassifiseringsverktøy (Marjaba et. al, 2016). Litteraturen som tar for seg miljøklassifiseringsverktøy viser at miljøklassifiseringsverktøy hovedsakelig er basert på de tre grunnpilarene til bærekraftig utvikling, definert av Brundtlandkommisjonen i 1987; miljø, samfunn og økonomi. Videre indikerer blant andre Pope et. al (2004), Fenner et. al (2008), Marjaba et. al (2016) og Awad (2017) at slike verktøy alltid setter miljø som mest viktig og økonomi som minst viktig.

Fenner et. al (2008) deler miljøklassifiseringsverktøyene opp i tre faser; klassifisering, karakterisering og vurdering. Fenner generaliserer dermed rangeringssystemer med miljøpåvirknings LCA-analyser. I tillegg påstår han at de forskjellige miljøklassifiseringsverktøyene er mer lik hverandre enn ulik hverandre.

Awad (2017) understreker videre avgrensningene til miljøklassifiseringsverktøy samt nødvendigheten av å sette prosjektspesifikke miljømål, basert på prosjekt-karakter med relasjon til regionale og lokale mål. Likevel indikerer Awad at verktøyene i all hovedsak støtter opp under miljøvennlig utvikling, og poengterer at slike verktøy totalt sett vil tjene samfunnets bærekraftsmål, selv om de i mindre grad støtter opp under samfunns- og økonomisk utvikling, fordi de oppfordrer til en integrerende, systematisk og innovativ prosess. Som et resultat av de praktiske metodene mener Awad at miljøklassifiseringsverktøy alltid vil ha vesentlige avgrensninger og hull, selv om dette kontinuerlig blir forbedret og oppdatert gjennom tilbakemeldinger fra brukerne og i henhold til lover og forskrifter.

Noen studier har sett på miljøutslipp i byggefasen for miljøsertifiserte og eller energieffektiviserte bygg i forhold til standard bygg. Wong et. al (2014) sammenlignet for eksempel CO<sub>2</sub>-utslipp i byggefasen og driftsfasen for et energieffektivisert bygg med et standard bygg. Resultatet fra studien viser at byggeprosjekter med en høyere energieffektivitet, har et høyere utslipp av CO<sub>2</sub> i byggefasen, men et lavere utslipp i driftsfasen. Videre indikerer studien at sentrale personer tilhørende prosjekter i bunn og grunn ikke vet hvor mye CO<sub>2</sub>-utslipp som produseres i byggefasen. Begrunnet med at dette ikke er obligatorisk å telle, samtidig som fokuset ligger på energieffektiviseringen, ekskludert material- og transportutslipp. Resulterende er driftskostnadene et motiv for å akseptere energieffektiv design, selv om det totalt sett ikke nødvendigvis er mest miljøvennlig.

Flere studier ser kun på sammenhengen av CO<sub>2</sub>-utslipp i driftsfasen for miljøsertifiserte bygninger i forhold til standard bygninger. Taylor (2016) gjorde en slik studie, og kom frem til en gjennomsnittlig reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslippet 22%. Figur 2-27 illustrerer funnen fra studien, og viser at reduksjonen av CO<sub>2</sub>-utslippet øker betydelig per klassifiseringsnivå i BREEAM.



Figur 2-27: Reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp BREEAM-bygg i forhold til standard bygg (Taylor, 2016)

Andre studier, som for eksempel Cole (2005), Fenner et. al (2008), Ding (2007) og Scheweber et. al (2014), påpeker at miljøklassifiseringsverktøy indirekte skaper fordeler, som mer og bredere kommunikasjon mellom ulike aktører i et byggeprosjekt utenfor prosjektgruppen. Dette kan videre skape effektive prosesser, som igjen reduserer tidsbruk også kostnader.

Miljøklassifiseringsverktøy er generelt kompliserte og tidskrevende for brukerne. I tillegg mangler verktøyene konsistens. Internasjonalt er det et ønske om et universelt anvendelig miljøklassifiseringsverktøy som inkluderer alle grunnpilarene av bærekraftig utvikling. Utfordringen med miljøklassifiserings-verktøy er at de krever konstante oppdateringer i henhold til lover og forskrifter, lokale tilpasninger, samt tilbakemeldinger fra brukerne. Dette vanskeliggjør standardiseringen av slike verktøy. I tillegg skal bygninger tilfredsstillende ulike funksjoner med forskjellige bruks- og serviceliv. (Fenner et. al, 2008)

Haapio et. al (2008) er et eksempel på en studie som har prøvd å sammenligne ulike miljøklassifiseringssystemer. Dette viser seg å være svært vanskelig om ikke umulig å gjøre på et rettferdig grunnlag, fordi miljøklassifiseringsverktøy gir forskjellige sertifikater og merker utviklet for ulike type bygninger. I tillegg er slike verktøy basert på ulike miljøpåvirkningskategorier med ulik vektning, databaser, veiledninger, lover, forskrifter, standarder, samt lokale og kulturelle forutsetninger.



Videre ser Cole et. al (2013) på den internasjonale bruken av BREEAM og LEED, og mener at LEED ofte kan være mer "gunstig" å bruke i Europa, fordi de europeiske standardene er strengere enn de amerikanske, og at BREEAM kan være "ødeleggende" å bruke for prosjekter i Asia, Afrika eller Sør-Amerika, da de ofte har mindre strenge lover, forskrifter og standarder. Cole et. al (2013) påpeker at majoriteten av land som bruker miljøklassifiseringsverktøy importerer et internasjonalt system, eventuelt gjør lokale tilpasninger, slik som Norge har gjort med BREEAM-NOR. Det er også verdt å merke seg at land som har egne systemer, sertifiserer prosjektene sine etter BREEAM og LEED, selv om de nasjonale verktøy er bedre tilpasset eiers krav og behov. Dette gjelder for eksempel land som Australia og Tyskland, med henholdsvis Green Star og DGNB System. Bygrunnen for dette er at bedrifter søker internasjonal annerkjennelse og/eller er en del av et multinasjonalt konsern, med overordnet krav om bruk LEED eller BREEAM.

Intensjonen bak bruk av miljøklassifiseringsverktøy er ofte basert på feil grunnlag, fordi det oppstår en "poeng-jakt" Det vil si at store eller betydelige kostnader og ressurser blir brukt uten at det gir noe tilbake til prosjektet. Kriterier blir valgt basert på ønskelige resultater, og ikke bærekraftig utvikling. For eksempel blir sykkelparkeringer og dusjer ofte tatt med fordi det gir ekstra poeng, og ikke for å endre atferd. I tillegg er det et fokus på å ta de "lavt-hengende fruktene", det vil si de mest kostnadseffektive poengene. Dette kan være skadelig for prosjektet, da fokuset på helheten av å bygge en bærekraftig bygning forsvinner, men samtidig indikerer det at prosjektgruppen utforsker mulighetene og alternativene til prosjektet. (Fenner et. al, 2008; Haapio et. al, 2008; Turner et. al, 2012)

Miljøklassifiseringsverktøy er hovedsakelig utviklet for å evaluere individuelle bygninger, men en bør være kritisk til slike verktøy, spesielt dersom verktøyene skal brukes til andre formål. Dersom formålet er å påvirke brukerne til å ta initiativ til bærekraftig eller grønn byggevirksomhet, er ikke presisjonen av verktøyet kritisk, så lenge det peker brukerne i riktig retning. Likevel er presisjon og troverdighet av verktøyene kritisk, dersom det skal brukes for å sammenligne alternativer eller informere høyere politiske beslutningsorgan angående klimaendringersprogrammer og lignende. (Cole, 2005; Haapio et. al, 2008) Fenner et. al (2008) mener at bruk av miljøsertifisering totalt sett vil gi et bedre resultat for bygninger på grunn av det høye dokumentasjonsnivået, men ikke nødvendigvis "best" i forhold til byggets muligheter og bærekraftig utvikling.

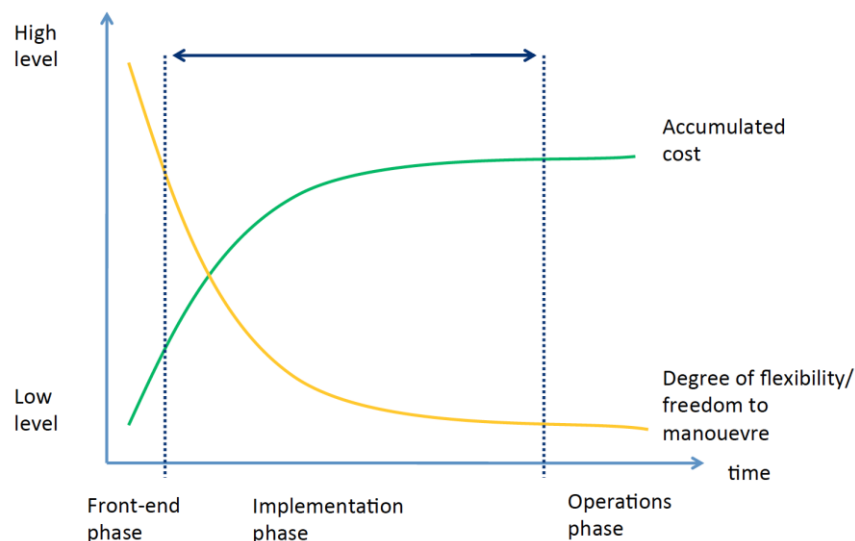
En studie fra Schweber (2013) understreker at de fleste studier fokuserer på det tekniske aspekt av BREEAM eller på byggets generelle ytelse, mens lite oppmerksomhet er rettet

mot personer og prosesser ansvarlige for å bruke verktøyet. Funn fra studien viser at flere sentrale personer i prosjekter har en liten forståelse av hva BREEAM er og prosessene for å oppnå BREEAM-nivået, før de går ut i sitt første BREEAM-prosjekt. Videre viser studien at fagfolk har mindre sannsynlighet for å akseptere konseptet, jo større kompetanse en har innenfor et bestemt område. Fagpersoner som er mer bærekrafttenkende vil i større grad akseptere bruken av visse poeng med tilhørende kriterier og krav, men avvise tilstrekkeligheten til verktøyet for å oppnå full bærekraft. Resulterende er det en spenning mellom fagpersoners egen forståelse av bærekraftighet og kravene i BREEAM, som undergraver respekten for verktøyet som helhet ved at fagpersoner ikke ser bærekraftigheten av alle krav.

En annen studie fra Schweber et. al (2014) indikerer viktigheten av følgende punkt ved måloppnåelse av BREEAM-sertifisering på en ressurs- og kostnadseffektiv måte:

- Tidligere erfaring med å jobbe i samme prosjektgruppe og/eller bærekraftige bygninger (som f.eks. BREEAM)
- Godt samarbeid mellom prosjektgruppens ansatte
- God kommunikasjon og koordinasjon med en integrerende kontraktsform
- God kommunikasjon og koordinasjon
- Høyere nivå av forpliktelse og engasjement
- Tidlig involvering av aktører i prosjektet, spesielt hovedaktører

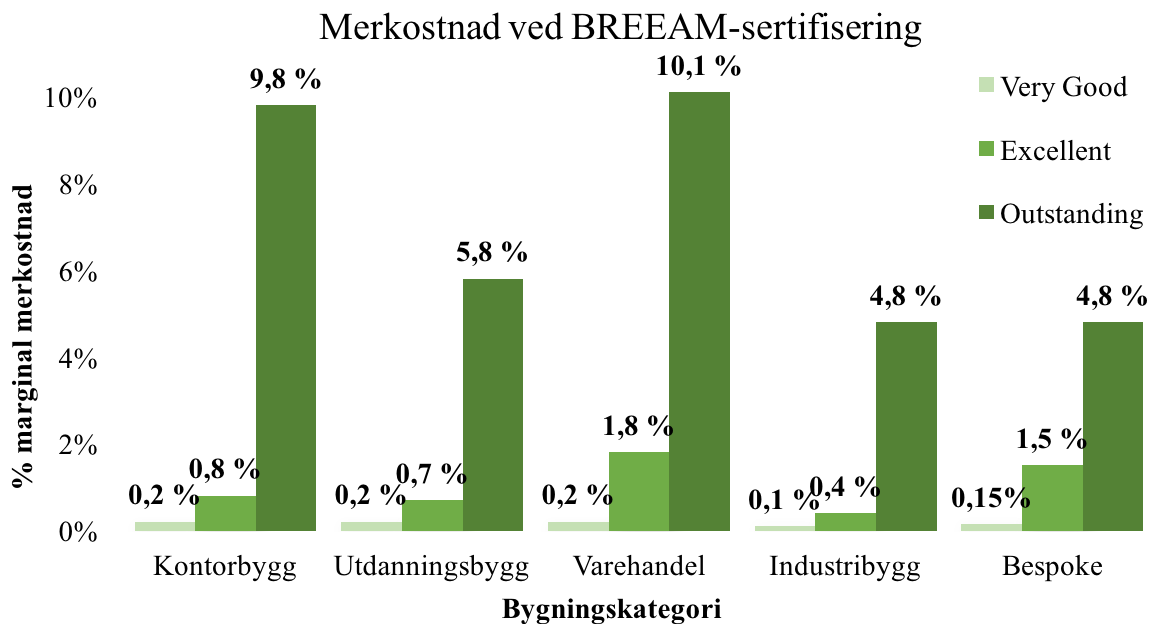
En betydelig del listen er relatert til figur 2-28, som viser kostnadsbildet til byggeprosjekter i forhold til grad av påvirkningsmulighet gitt over prosjektets tidslinje. Figuren viser også at tidlig involvering er avgjørende for reduserte kostnader og økte påvirkningsmuligheter.



Figur 2-28: Kostnader og påvirkningsmuligheter over i byggeprosjektets faser

Avslutningsvis har et par studier sett på de marginale merkostnadene ved å BREEAM-sertifisere bygninger, men ingen studier er funnet vedrørende norske BREEAM-bygninger. Abdul et. al (2014) på initiativ fra BRE og Sweett Group kvantifiserte kostnadene ved å oppnå BREEAM-sertifisering basert på den britiske 2011 manualen for ulike områder og bygningstyper. Studien konkluderer med at måloppnåelse av en BREEAM-sertifisering fra Pass til Excellent har en marginal merkostnad mellom 0% til 1,71% for kontorbygg og skoler, og opptil 5,51% ekstra for et avsidesliggende helsebygg med Excellent-sertifisering. Studien konkluderer videre med at en 2% høyere kapitalkostnad kan bli tilbakebetalt i løpet av 2 til 5 år på grunn av reduserte driftskostnader i BREEAM-bygg.

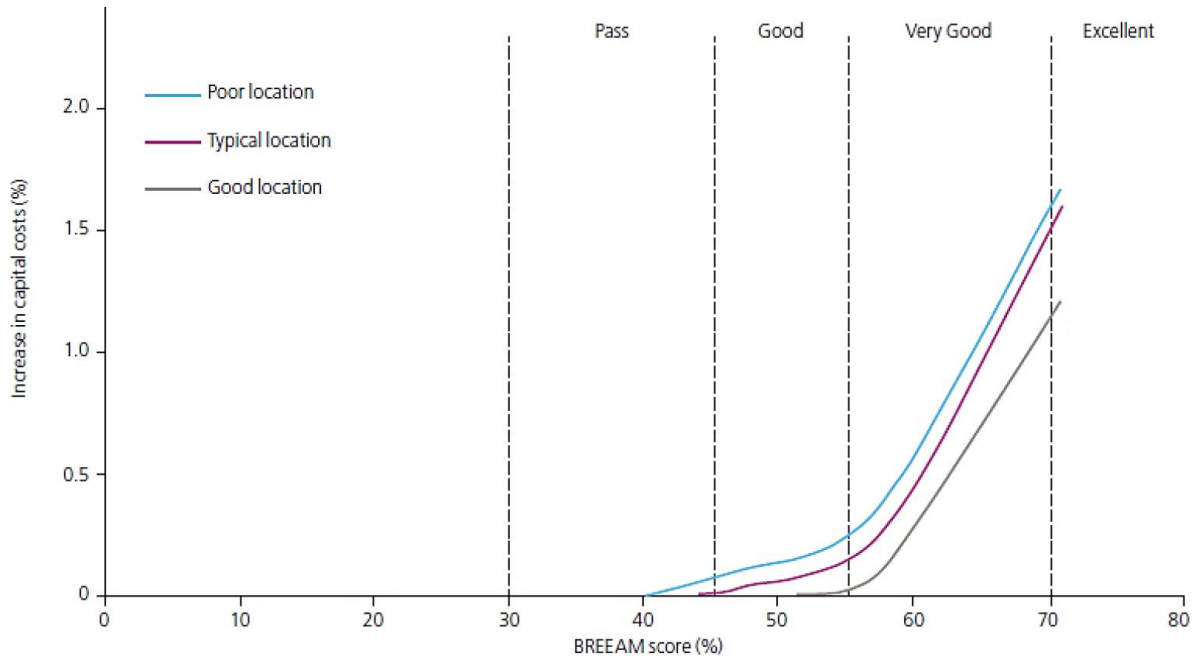
Det eksisterer få håndfaste bevis på markedsførbarheten til BREEAM. Yang (2016) konkluderer med at den største forskjellen mellom bygninger som er BREEAM-sertifisert og de som ikke er det, er den reduserte tiden på leiemarkedet før det leies ut og evnen til å tiltrekke seg mer stabile og seriøse leietakere. Videre er funnene fra studien omtrent lik Abdul et. al (2014) ved at BREEAM har en marginal merkostnad mellom 0,8% til 1,7%. Studien viser at BREEAM Excellent (i Storbritannia) har kostnadsfordeler fra det niende året og fremover på grunn av reduserte driftskostnader.



Figur 2-29: Merkostnad av BREEAM-sertifisering i Storbritannia (Soulti et. al, 2016)

Soulti et. al (2016) med BRE og Sweett Group oppdaterte studien fra 2014 etter nye bygningsforskrifter. Resultatet fra studien er vist i figur 2-29, og viser at det er mulig å oppnå en BREEAM Very Good-sertifisering ved kun 0,1% til 0,2% ekstra

kapitalkostnad. Videre viser funnene fra studien (figur 2-30), gjennom en casestudie av et utdanningsbygg, at beliggenhet har mye å si når en begynner å nærme seg BREEAM Excellent-nivået. Likevel kan et av de lavere sertifiseringene med både typisk og dårlig plassering gi BREEAM-sertifisering uten for store merkostnader.



Figur 2-30: Casestudie av økte kostnader til et utdanningsbygg i Storbritannia (NGBC, 2017)

Bærekraftig utvikling er et komplekst tema, og de nåværende miljøklassifiseringsverktøyene er ikke tilstrekkelige for å ta alle miljøaspektene i betraktning. Slike systemer kan derfor ikke assistere den overordnede bærekraftige utviklingen. Bærekraftighet er ikke et sett av fremtidige vilkår i samfunnet, som vil tillate oss å oppnå de tre grunnpilarene. Det er heller ikke en prosess som beveger seg mot forutbestemte handlinger. I stedet er bærekraftighet samtalen om hvilken verden vi kollektivt ønsker å leve i nå og i fremtiden. I følge Robinson (2004) vil ikke verden oppnå et bærekraftig samfunn kun på basert på ny forskning, bedre vitenskap og undervisning av mennesker. Studien konkluderer med at en må utvikle nye former for samarbeid og verktøy som skaper politisk dialog, og sette problemene på dagsorden for politisk endring. (Robinson, 2004; Ding, 2007)

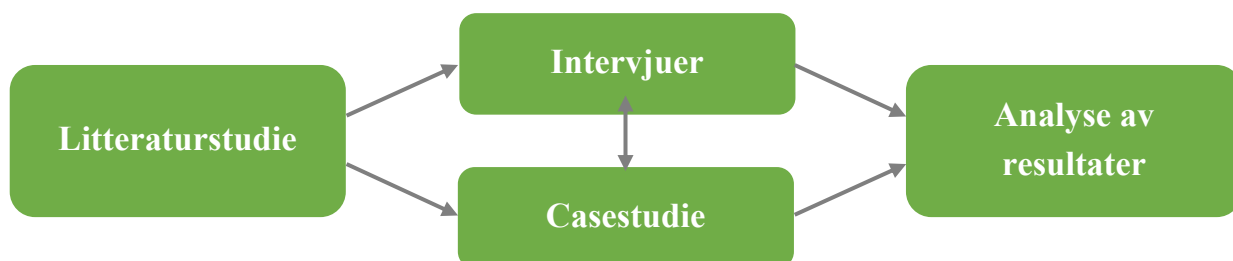
### 3 Metode

Dette kapittelet presenterer en oversikt over hvilke metoder som er tatt i bruk under arbeidet med denne oppgaven, og hvordan dette er gjennomført.

Olsson (2011) definerer følgende 7 former for innhenting av informasjon:

- Dokumentgjennomgang
- Bruk av eksisterende data fra systemer, rapporter og lignende
- Casestudie
- Intervjuer med nøkkelpersoner
- Deltakende observasjon
- Direkte observasjon/måling
- Spørreundersøkelser

De fire første formene for innhenting av informasjon er brukt i masteroppgaven. Figur 3-1 illustrerer oppgavens prosess, hvor dokumentgjennomgang og bruk av eksisterende data slås sammen til et punkt, kalt litteraturstudie. Flere metoder er brukt under arbeidet med oppgaven. Dette kalles triangulering og kompenserer for svakheter i de ulike metodene. (Olsson, 2011)



Figur 3-1: Gjennomføringsprosessen til masteroppgaven

Masteroppgavens metode er hovedsakelig kvalitativ. Kvalitativ metode er basert på muntlig eller skriftlig informasjon, hvor fokuset ligger på få studieobjekter, men med mange og varierte opplysninger. Kvantitativ metode tar utgangspunkt i tall og det som er kvantifiserbart, det vil si målbart. Intervjurunden er et eksempel på kvalitativ metode. Det er mer vrient å definere metoden til casestudiet, da deler av casestudien er kvalitative og andre deler er kvantitative. For eksempel vil sammenligningen av poengoppnåelse per BREEAM-kategori for prosjektene i casestudien, gi kvantitative resultater, mens lokale forutsetninger, kontraktstype og annen prosjektspesifikk informasjon vil gi mer kvalitative resultater. (Olsson, 2011)

Reliabiliteten av kvalitative studier er ofte utfordrende, mens kvantitative studier ofte har høy grad av reliabilitet. Reliabilitet vil si etterprøvbarhet og er en sjekk på at en måler på rett måte. Dersom den samme målingen gjentas flere ganger med samme resultat hver gang regnes det som god reliabilitet, men dersom variasjonene i resultatet er store regnes det som dårlig reliabilitet. Videre vil validitet si om man måler de rette tingene. Validitet er altså relatert til studiens gyldighet, og sier noe om hvor godt datamaterialet illustrerer kjernen til studiens problemstilling(er). (Olsson, 2011)

### 3.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiet er gjennomført for å gi kunnskap til å løse problemstillingene samt legge det teoretiske grunnlaget til oppgaven. Oppgaven tar utgangspunkt i litteraturen og drøfter problemstillingen i henhold til den. Ettersom materialet brukt i litteraturstudien er tilgjengelig via internett er det også mulig for andre å finne frem til den samme informasjonen.

Teoridelen om global oppvarming, energieffektive og miljøvennlige bygninger, samt bygningsforskrifter og standarder i Norge er stort sett hentet fra Standard Norge, SINTEF Byggforsk, DIBK, IPCC-rapporter og nettsider med velkjent distributør. Videre er teoridelen om BREEAM hovedsakelig basert på BREEAM-NOR-manualen og et innføringskurs i BREEAM-NOR holdt av NGBC den 24. oktober 2017, samt noe fra NGBC og BRE sine hjemmesider. Oppgaven fokuserer på BREEAM-NOR-manualen fra 2012, siden prosjektene i casestudien bruker denne versjonen.

Videre er strategien for eksisterende litteratur gjennomført både som systematisk søk og kjedesøk. Systematisk søk vil si søk etter litteratur i databaser via emnespesifikke ord, mens kjedesøk betyr å søke etter nye kilder i referanselisten til den relevante kilden. (Rienecker et al., 2013) Databasene brukt for systematisk søk i denne oppgaven er Oria og Google Scholar. Google Scholar er gratis og tilgjengelig for alle, mens Oria er databasekatalogen til NTNUs universitetsbibliotek, hvor NTNU har kjøpt rettigheter til en rekke vitenskapelig tidsskrifter, e-bøker, databaser og lignende. Søkeordene brukt følger tabell 3-1.

Tabell 3-1: Masteroppgavens søkeord

Søkeord	Begrunnelse
Klimaendringer / Climate change	Presentere hvordan klimaet er i dag, har utviklet seg og er forutsett for fremtiden
Global oppvarming (-spotensiale) / Global warming (potential)	
Klimautfordringer / Climate challenge	Overblikk over hvilke utfordringer vi møter i dagens og fremtidens samfunn
Klimamål / Climate amis	Presentere politiske klimamål
Bærekraftig utvikling / Sustainable development	Definere bærekraftig utvikling

### 3 Metode

Miljøklassifiseringsverktøy / Sustainable (environment) assessment method	Overblikk over hvilke metoder av miljøklassifisering som finnes
Miljørangeringssystemer / Sustainable (green) building rating systems (tools)	
BREEAM	Overblikk over hva som er tilgjengelig
Kombinasjon av ordene over og: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anmeldelse (critical review)</li> <li>• Effekt (effect)</li> <li>• Kostnader (cost/financial performance)</li> <li>• Verdi (value)</li> </ul>	Overblikk over hva som eksisterer av studier som omhandler BREEAM <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hva er sett på?</li> <li>• Hva er resultatene?</li> </ul>

I evalueringsprosessen av artikler, rapporter og andre informasjonskilder er det viktig å ha et kritisk perspektiv for å oppnå en viss vitenskapelig kvalitet, gjennom vurdering av kildens troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet. Det er også viktig å forvise seg om at informasjonen er egnet for dagens forhold og forutsetninger i henhold til teknologi og forskning. (Rienecker et. al, 2013) Følgende egenskaper er valgt for denne evalueringsprosessen, med påfølgende spørsmål om kilden:

- *Utgivelsesår* – Inneholder artikkelen/informasjonen den nyeste forskningen innenfor området/temaet? Dersom artikkelen/informasjonen er gammel, er den fortsatt gyldig? Nyere informasjon har under et visst nivå blitt prioritert, men samtidig kan gamle artikler med mange siteringer over flere år være verdifulle og svært gyldige.
- *Innhold* – Er artikkelen/informasjonen relevant for dette temaet? Er informasjonen generell og/eller detaljert? Inneholder den informasjon som kommer i konflikt med andre kilder? Hva er avgrensningene og antagelsene? Etterspør artikkelen/informasjonen fremtidig arbeid eller eksisterer det eventuelt et hull av kunnskap i informasjonen?
- *Utgivelsessted* – Hvor var artikkelen/informasjonen publisert? Finnes det noen spesielle lokale forhold som må bli tatt i betraktning og/eller endret slik at det bedre passer til denne studien, lokalt eller globalt?
- *Forfatter* – Hvem skrev artikkelen/informasjonen? Hva er forfatterens/forfatterenes bakgrunn og utdanning? Hva annet har forfatteren/forfatterne publisert? Hvilke universitet, bedrift eller institusjon hører artikkelen/informasjonen til?



## 3.2 Casestudie

### 3.2.1 Hensikt og utvalg av prosjekter

Hensikten med å gjennomføre en casestudie var å få innblikk i hvordan BREEAM-prosjekter kan se ut, hvilke poeng som tas, hvilke sertifiseringsnivå som ønskes og lignende. Deretter sammenligne prosjektene i casestudien mot hverandre, og til slutt tilføre intervjuene dybde.

Utvalget av prosjekter i casestudien er basert på samarbeidet med entreprenørselskapet AS Backe og deres tilgjengelige BREEAM-prosjekter. Dermed ble følgende fire prosjekter valgt;

- HSV sykehjem av Backe Stor-Oslo
- Nydalsveien 33 av Backe Stor-Oslo
- Radisson Blu Atlantic Hotel av Backe Rogaland
- NTNU-FHS og Sit Idrett av Backe Trondheim

De tre første prosjektene er ferdigstilt, mens det siste prosjektet er i bearbeidelsesfasen. Videre er Nydalsveien 33 designsertifisert, men ingen av prosjektene er endelig sertifisert, da det gjenstår noe mindre arbeid for endelig sertifisering. Likevel er de fleste av poengene godkjent av revisor, så prosjektene vil trolig oppnå ønsket BREEAM-NOR-poengscore og -sertifiseringsnivå.

Backe er blant Norges største entreprenører. Byggindustriens (2017) årlige oversikt over de 100 største bedriftene i bygg- og anleggsbransjen for 2016, rangerte Backe som nummer 11 på listen, med en omsetning på 3 709,7 millioner NOK. Oversikten gjelder for bygg- og anleggsentreprenører samt byggmestere og ferdighusfabrikanter.

### 3.2.2 Databehandling og analyse

Prosjektene er presentert med sertifiseringsnivå og totalscore, samt annen relevant prosjektinformasjon i en egen tabell (kapitel 4 Casestudie). Det er først laget en poengoversikt over prosjektene i casestudien, som er satt opp i en tabell med målsatt poengscore og mulig poengscore per emne (vedlegg B1). Antall mulige poeng varierer mellom prosjektene, siden prosjektene er av ulike type.

Videre er det laget en kumulativ graf for alle prosjektene, hvor både målsatt poengsum og mulig poengsum er inkludert. Grafen ligger i vedlegg B2. Ved hjelp av grafen kan en få oversikt over forskjellene og likhetene mellom prosjektene. For eksempel hvor et prosjekt passerer et annet og hvor et eller flere prosjekt har en merkbar økning poengscore.

Deretter er det laget grupperte stående stolpediagram for hver BREEAM-kategori på et detaljnivå (vedlegg B3). Figurene i del 1 gir en illustrasjon av tabellen i vedlegg B1, og det kan være enklere å lese av hvilke emner som er populære og ikke populære der. Total mulig poengscore er merket som maks og vist i stiplet linje. Der hvor mulig poengscore varierer mellom prosjektene, har linjen ulike fargenyanser. En stiplet linje i mørkegrønnfarge vil gjelde for alle prosjektene dersom den ikke har noe fargefyll, mens en lysere stiplet linje vil gjelde færre av prosjektene. Til slutt er det gjort en analyse av likheter, ulikheter og mindre ulikheter i målsatt poengscore mellom prosjektene (del 2 vedlegg B3).

Vedlegg B4 viser hvor stor andel hvert prosjekt oppnår per kategori i prosent. Setter man hver kategori opp mot hverandre per prosjektet indikere dette hvilke kategorier som er populære eller upopulære å målsette, samt hvor stor andel av kategoriene som er vanlig å oppnå og hvilke kategorier som er ulike. Denne differansen er tydeliggjort i figur 5-3 i kapittel 5 Resultater. Differansen viser laveste og høyeste målsatte poengscore mellom prosjektene i prosentandel per BREEAM-kategori.

Avslutningsvis er det gjort en liten analyse på likeheter og ulikheter av endringer i BREEAM-poengscore og emner fra pre-analyse og gjennom prosjektet. Justeringene per prosjekt er lagt til sammendraget fra intervjurundene i vedlegg C2 under relevant intervju spørsmål.

Hovedresultatene fra casestudien er presentert i kapittel 5 Resultater, og deretter sammenlignet med teori, masteroppgavens forskningsspørsmål og resultatene fra intervjurunden i kapittel 6 Diskusjon.

#### **3.2.3 Svakheter og avgrensninger**

Resultatene fra casestudien stammer fra et begrenset utvalg prosjekter, og det stilles derfor spørsmålstegn om resultatene er valide og kan brukes til å trekke en fast konklusjon. Tre av fire prosjekter er veldig store prosjekter, med en kontraktsum på større enn 150 millioner NOK. Det siste prosjektet er et mellomstort prosjekt med en

kontraktsum på i underkant av 100 millioner NOK. Casestudien har derfor et begrenset utvalg av ulike prosjektstørrelser.

I tillegg er prosjektene fra samme konsern, noe som vil si at de må følge de samme overordnede retningslinjene til konsernet. Imidlertid er selskapene i konsernet egne ASer med selvstendig styre. En kan dermed si at resultatene vil være mer pålitelige for Backe sine prosjekter, og mindre pålitelig fra et bransjeperspektiv.

Videre er prosjektene i casestudien av ulik type med ulik geografisk plassering. Dette gir feilmarginer og usikkerheter i forhold til prosjektspesifikke forhold og lokale forutsetninger. Oppsummert kan en si at resultatene viser et bredt bilde av situasjonen, men at resultatene er lite valide ettersom ulike type prosjekter er forsket på. Et høyere antall prosjekter av samme type med mer lik geografisk plassering, eventuelt like lokale forutsetninger, vil kunne gi et mer valid resultat.

En stor feilmargin er det faktum at ingen av prosjektene har oppnådd den endelige sertifisering. Kun et av prosjektene har blitt designsertifisert. Prosjekter som er endelig sertifiserte med godkjente BREEAM-poeng vil gi et mer pålitelig resultat enn situasjonen i denne casestudien.

I tillegg kan det nevnes at 3 av 4 prosjekter er av samme sertifiseringsnivå (Very Good), hvor det siste prosjektet med et annet sertifiseringsnivå kun er i bearbeidelsesfasen. Dette minsker BREEAM-bredden og vanskeliggjør sammenligning av kostnader, ressursbruk, og lignende fordelt over ulike sertifiseringsnivå.

Oppsummert er svakhetene og avgrensningene til denne type datainnsamling:

- Begrenset utvalg
- Prosjekter fra samme konsern
- Prosjekter av ulik type med ulik geografisk plassering
- Mangler oppnåelse av endelig BREEAM-sertifikat
- Hovedparten av prosjektene har samme sertifiseringsnivå
- Forskjellige erfaringer og kunnskap
- Ulike prosjektspesifikke forhold og forutsetninger

## 3.3 Intervjuer

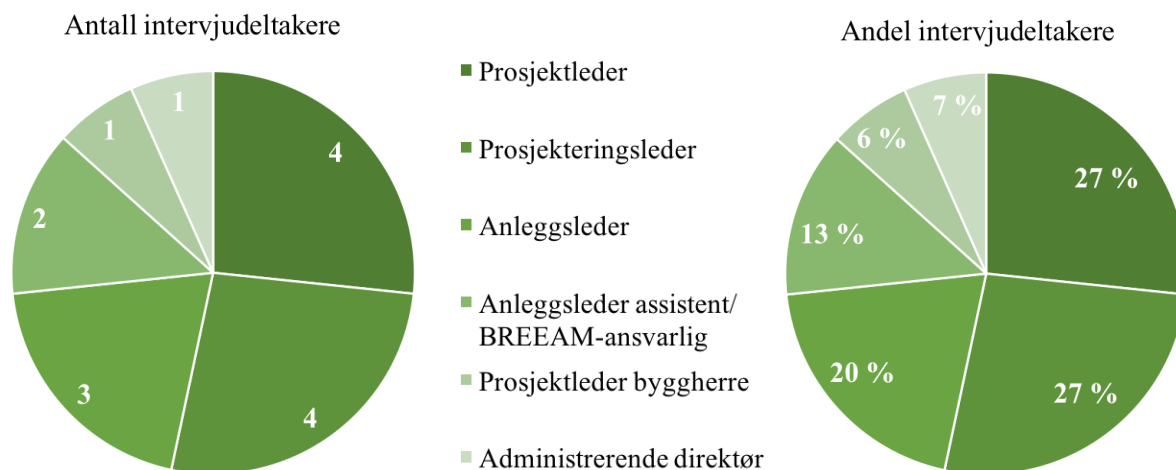
### 3.3.1 Hensikt

Hensikten med å gjennomføre intervjuer var å få innblikk i hvordan BREEAM-prosjekter drives sett fra perspektivet til ulike sentrale roller i en prosjektgruppe. De fleste intervju spørsmålene er basert på forskningsspørsmålene til masteroppgaven. Mer konkret var målene med intervjurunden å få kjennskap til personlige erfaringer, meninger og kunnskap om hvordan man driver et BREEAM-prosjekt og hva som må til av ulike ressurser for måloppnåelse av BREEAM-sertifikatet.

### 3.3.2 Intervjuobjekter

Personer med ulike sentrale roller i prosjektgruppen til en totalentreprenør, fra de samme fire BREEAM-prosjektene casestudien bruker, ble intervjuet. Dette gjør det mulig å sammenstille resultater fra intervjurunden og casestudiet. Videre ble det hovedsakelig valgt å avgrense intervjurunden til følgende personer i prosjektgruppen; prosjektleder, prosjekteringsleder, anleggsleder og eventuelt BREEAM-ansvarlig.

To av fire BREEAM-prosjekt hadde egne ansvarlige for BREEAM-oppgavene, uten annen lederrolle for prosjektet. I begge prosjektene var anleggslederassistent også BREEAM-ansvarlig. I det tredje prosjektet var anleggsleder også ansvarlig for BREEAM-oppgavene. Det siste prosjektet er litt spesielt (case 4: NTNU), da det kun er i bearbeidelsesfasen. Det ble derfor valgt å intervju de hovedinvolverte i prosjektet på dette stadiet, som er prosjektleder, prosjekteringsleder og administrerende direktør. I tillegg ble en prosjektleder fra en av byggherrene intervjuet, for å danne et lite inntrykk av byggherrens perspektiv på BREEAM. Imidlertid gir dette svake resultater med tanke på validitet, ettersom kun en person med denne rollen er intervjuet. Det samme gjelder for hele case 4, siden de intervjuede i prosjektet faktisk ikke har vært med på å gjennomføre et reelt BREEAM-prosjekt, spesielt med tanke på administrerende direktør, som har en helt annen stilling og involvering i prosjektet. Se fordeling av antall og andel intervjudeltakere i figur 3-2.



Figur 3-2: Intervjudeltakere i antall (venstre) og prosentandel (høyre)

### 3.3.3 Utforming av intervju spørsmål

Intervju spørsmålene ble utformet for best mulig å kunne svare på forskningsspørsmålene samt gi generell bakgrunnsinformasjon om prosjektet. Intervju spørsmålene, er listet opp slik de ble stilt til intervjudeltakerne i vedlegg C1. Videre setter figur 3-3 til 3-5 opp intervju spørsmålene mot relevans av forskningsspørsmålene til masteroppgaven. Denne prosessen gjorde det mulig å se hvilke spørsmål som hadde høyest grad av relevans i oppgaven, og dermed hvor fokuset burde ligge i intervjurunden.

Ettersom flere av spørsmålene havnet i båsen for ”generell informasjon om prosjektet”, ble det satt i gang en tankeprosess med mål om å lage flere relevante spørsmål til oppgavens forskningsspørsmål. Resultatet av dette ble ikke redigerte intervju spørsmål, men i stedet opprettelse av et nytt forskningsspørsmål:

---

*”Kan personlige faktorer og erfaringer med BREEAM påvirke måloppnåelse i et BREEAM-NOR-prosjekt?”*

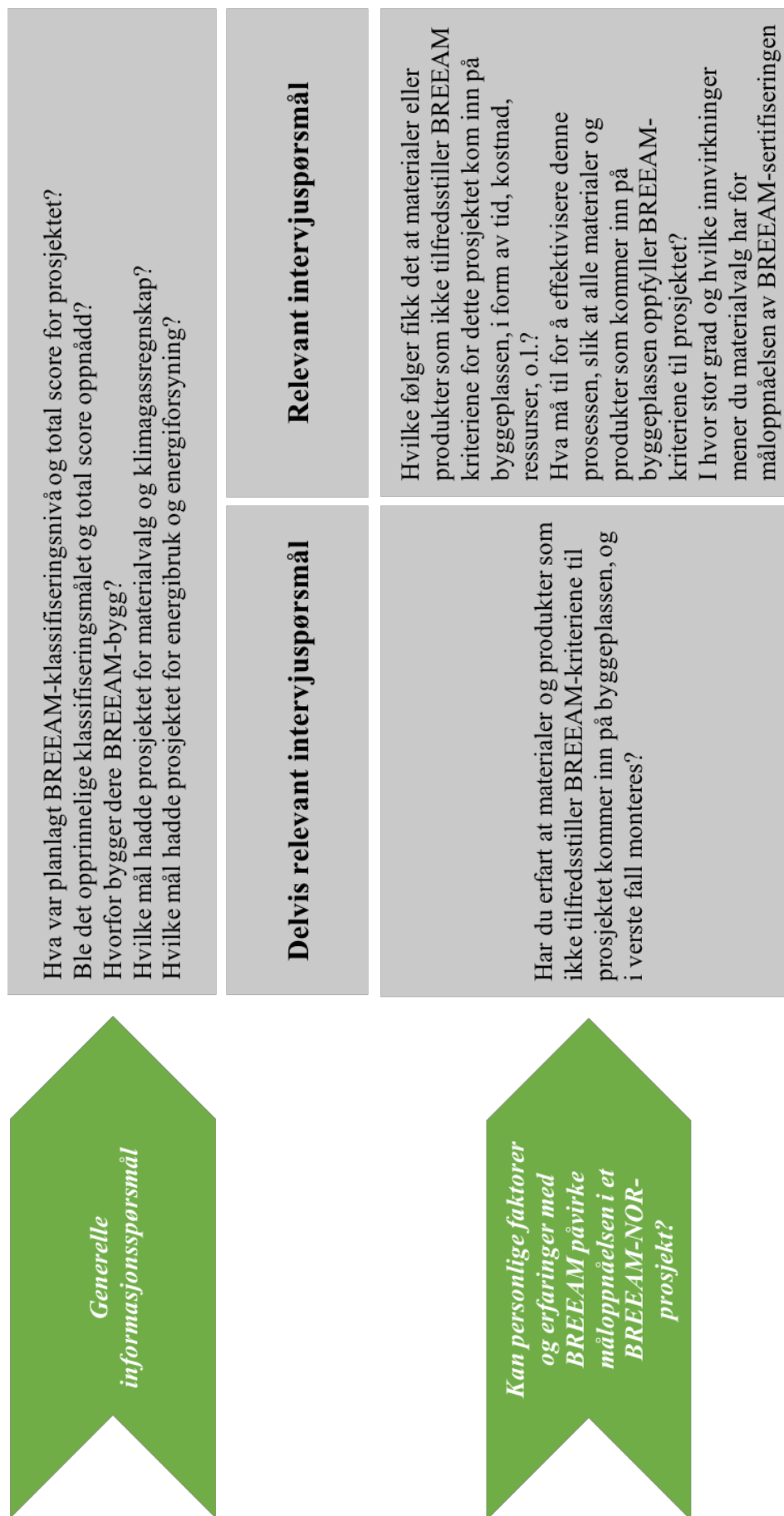
---

I tillegg ble et nytt intervju spørsmål utformet underveis i intervjurunden (og derav utelatt fra figur 3-3 til 3-5, samt vedlegg C1 og C2).

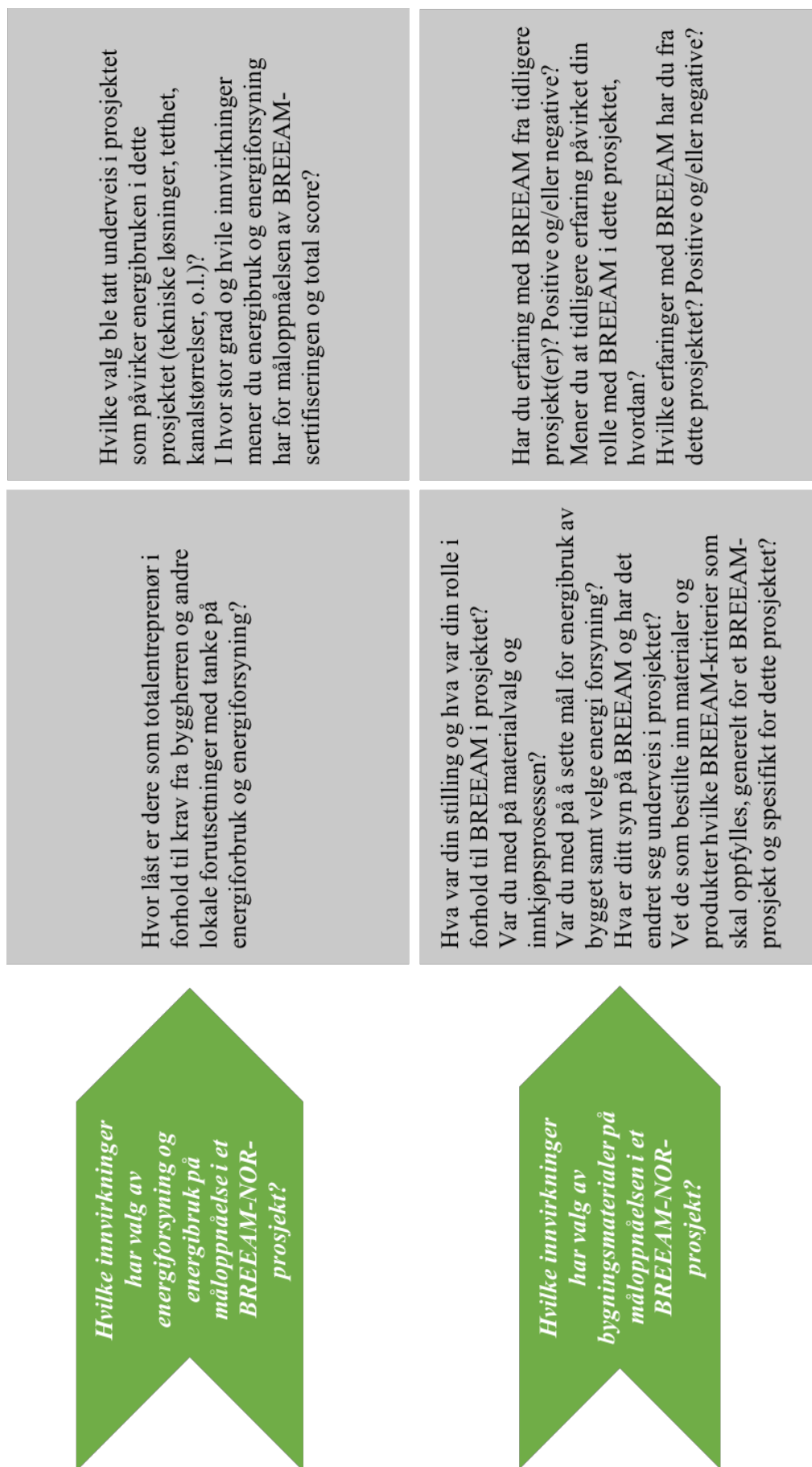
---

*”Hvor stor andel (%) av dine arbeidstimer ble brukt til BREEAM-relaterte oppgaver i forhold til ”vanlige” arbeidsoppgaver i prosjektet?”*

---



Figur 3-3: Relevans av intervju spørsmålene mot forskningsspørsmålene, del 1



Figur 3-4: Relevans av intervju spørsmålene mot forsknings spørsmålene, del 2



Figur 3-5: Relevans av intervju spørsmålene mot forsknings spørsmålene, del 3



#### 3.3.4 Gjennomføring og databehandling av intervjuer

I forkant av intervjuene ble det sendt ut mail til aktuelle deltakere med forespørsel om å intervju vedkommende. Ingen deltakere takket nei. I mailen var intervju spørsmålene, noe generell informasjon om hvordan intervjuene skulle gjennomføres, og generell informasjon om masteroppgaven med dens forskningsspørsmål vedlagt. Dette gjorde det mulig for intervjudeltakerne å forberede seg. I tillegg ble det informert om at det var ønskelig å gjøre lydopptak av intervjuene, for å sikre detaljinformasjon. Intervjudeltakerne fikk selv velge grad av anonymitet i intervjuet.

Transkribering av hvert enkelt intervju ble valgt bort, til gjengjeld for et sammendrag av hele intervjurunden (vedlegg C2). Dette sammendraget, i tillegg til presentasjon av casestudien, og resultater fra intervjurunden og casestudien, ble sendt til deltakerne for bekreftelse på at uttalelsene gjenspeiler seg i masteroppgavenes svar.

Totalt ble 15 intervjuer gjennomført i tidsrommet mellom 25. oktober 2017 til 29. november 2017. På grunn av usikkerhet relatert til lengde av intervjuene ble det i første omgang satt av 1,5 time. Dette viste seg å være i overkant, og ble derfor redusert til 1 time for de andre intervjuene. Intervjuene varte i alt fra 25 minutter til 1 time og 5 minutt, avhengig av andel BREEAM-oppgaver og -ansvar. Selv om intervjudeltakerne hadde ulike ansvar, erfaringer og oppgaver i forhold til BREEAM og prosjektet, ble de samme intervju spørsmålene stilt, for å være konsistent og kunne sammenligne svarene i ettertid.

Hovedtanken bak intervjuene var at alle intervjudeltakerne skulle bli intervjuet en og en, men i to av prosjektene ble det gjennomført intervju med to personer, på grunn av tidsmangel, samt mindre erfaring og arbeidsoppgaver relatert til BREEAM. I de tilfellene hvor intervjudeltakerne ikke hadde noe klart svar, eventuelt ikke forstod hva spørsmålet, ble gjort forsøk på å forklare spørsmålet ved å gi eksempel-situasjoner og eksempel svar fra andre intervjuer.

Alle intervjuer, bortsett fra ett, ble gjennomført ansikt til ansikt, mens det ene ble gjennomført via telefon. Videre ble de fleste intervjuer tatt lydopptak av. Det var kun én person som ikke ønsket lydopptak. Videre ble lydopptak valgt bort i to andre intervjuer på grunn av dårlige forhold (bakgrunnsbråk og lang avstand mellom intervjuer og intervjudeltaker).

Avslutningsvis ble svarene fra intervjurunden presentert i kapittel 5 Resultater, og deretter sammenlignet med teori, masteroppgavens forskningsspørsmål og resultatene fra casestudien i kapittel 6 Diskusjon.

#### 3.3.5 Svakheter og avgrensninger

Resultatene fra intervjurunden stammer fra et begrenset utvalg intervjudeltakere, og det stilles derfor spørsmålstejn om resultatene er valide og kan brukes til å trekke en fast konklusjon. Et høyere antall deltakere og prosjekter, som faktisk er BREEAM-sertifisert og gjennomført, samt intervju av andre relevante personer i casestudiene, som for eksempel BREEAM AP, vil kunne gi et mer valid resultat.

Videre er resultatene fra intervjurunden subjektiv, og det stilles derfor spørsmålstejn ved påliteligheten til resultatene. Resultatene fra intervjuene er altså vanskelig å etterprøve. Imidlertid er det viktig med subjektive svar på det første forsknings-spørsmålet; *”Kan personlige faktorer og erfaringer med BREEAM påvirke måloppnåelsen i et BREEAM-NOR-prosjekt?”*.

Hvor pålitelige resultatene er avhenger av intervjudeltakers erfaring og kunnskap om BREEAM generelt og i prosjektet. I tillegg vil en stor feilmargin være tiden etter gjennomført prosjekt. Prosjektene med oppstart for et par år siden vil dermed ha høyere sannsynlighet for feilmarginer vedrørende hukommelse enn prosjekter som er pågående, eventuelt akkurat ferdigstilt. Videre vil intervjudeltakerne fra prosjektet som er i bearbeidelsesfasen gi mangelfull informasjon fordi de rett og slett ikke har kunnskap om fremtiden og hvordan prosjektet vil utarte seg. En annen usikkerhet er knyttet til de prosjektspesifikke forholdene og forutsetningene, som blant annet prosjekttype, lokale forutsetninger, samarbeidet i prosjektgruppen, og om personene i prosjektet har jobbet i lag tidligere.

Oppsummert er svakhetene og avgrensningene til denne type datainnsamling:

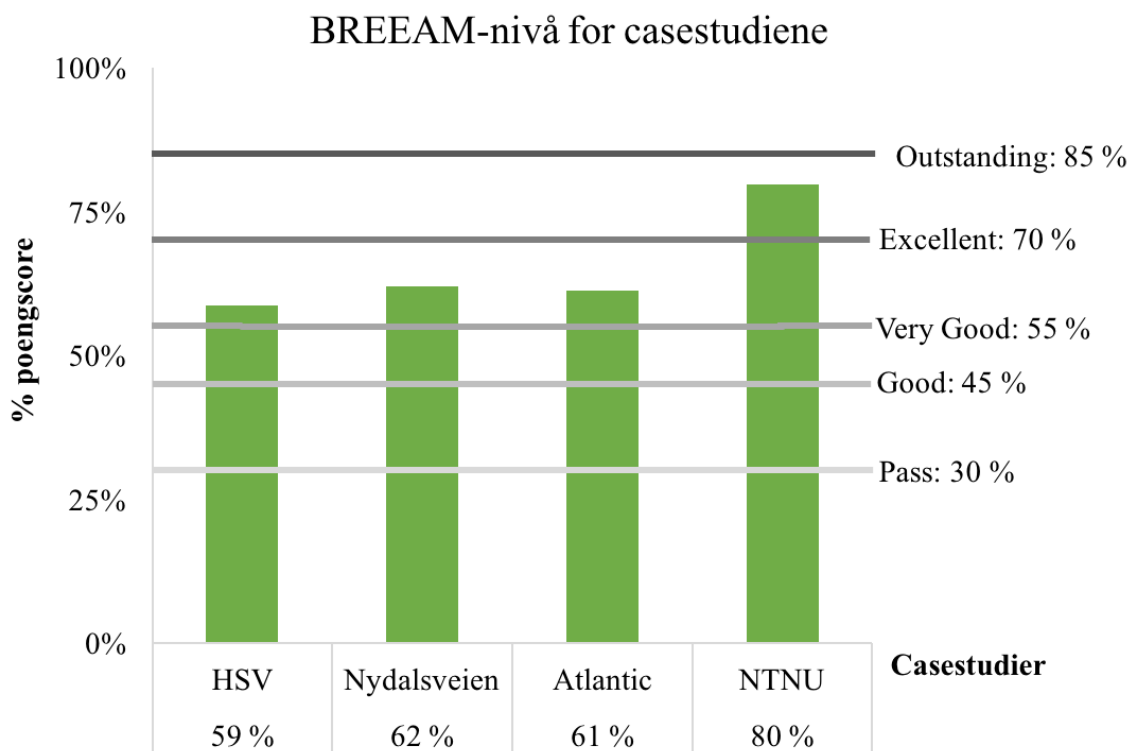
- Begrenset utvalg
- Subjektive svar med liten grad av etterprøvbarehet
- Forskjellige erfaringer og kunnskap
- Ulike prosjektspesifikke forhold og forutsetninger

## 4 BREEAM casestudie

Masteroppgaven har gjennomført en casestudie for de 4 følgende prosjektene:

- HSV sykehjem av Backe Stor-Oslo
- Nydalsveien 33 av Backe Stor-Oslo
- Radisson Blu Atlantic Hotel, Stavanger, av Backe Rogaland
- NTNU-FHS og Sit Idrett av Backe Trondheim

Figur 4-1 illustrerer, ved stolpene, BREEAM-sertifiseringsnivået i form av vektet poengscore for prosjektene. Videre viser linjene minimum vektet poengscore per sertifiseringsnivå. De 3 første prosjektene har kontraktsfestet sertifiseringsnivå på Very Good, mens det siste har Excellent som sertifiseringsnivå.



Figur 4-1: BREEAM-klassifiseringsnivå for casestudiene

## 4.1 Case 1: HSV sykehjem

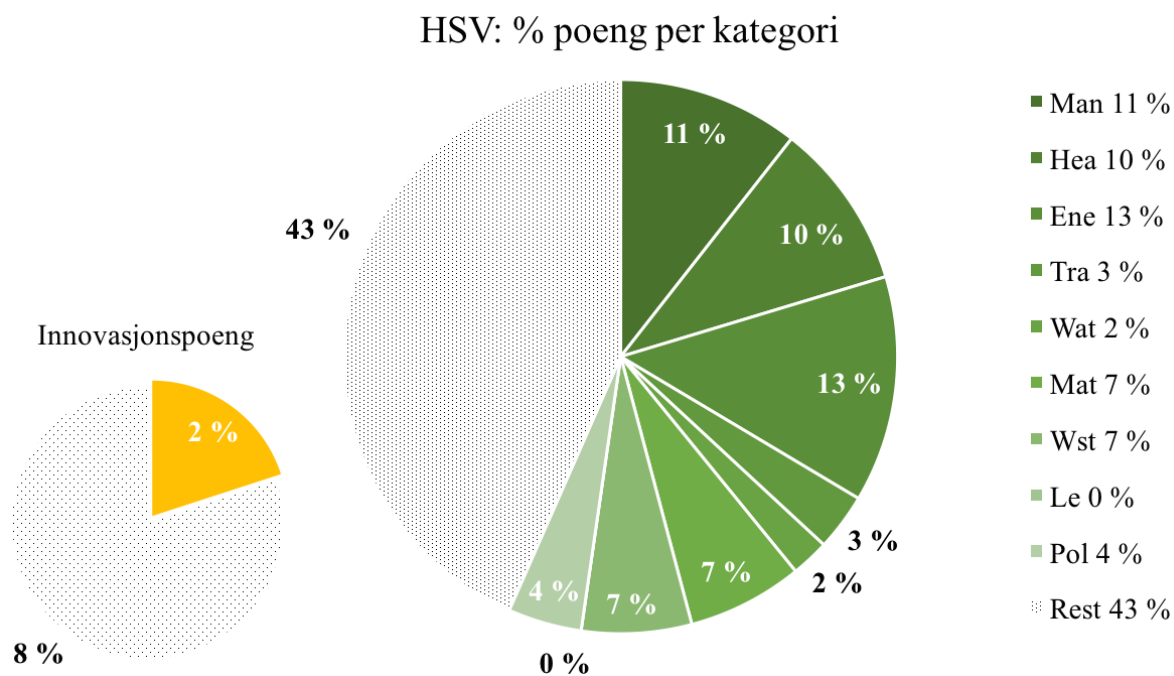


Figur 4-2: HSV sykehjem (HSV sykehjem, 2016)

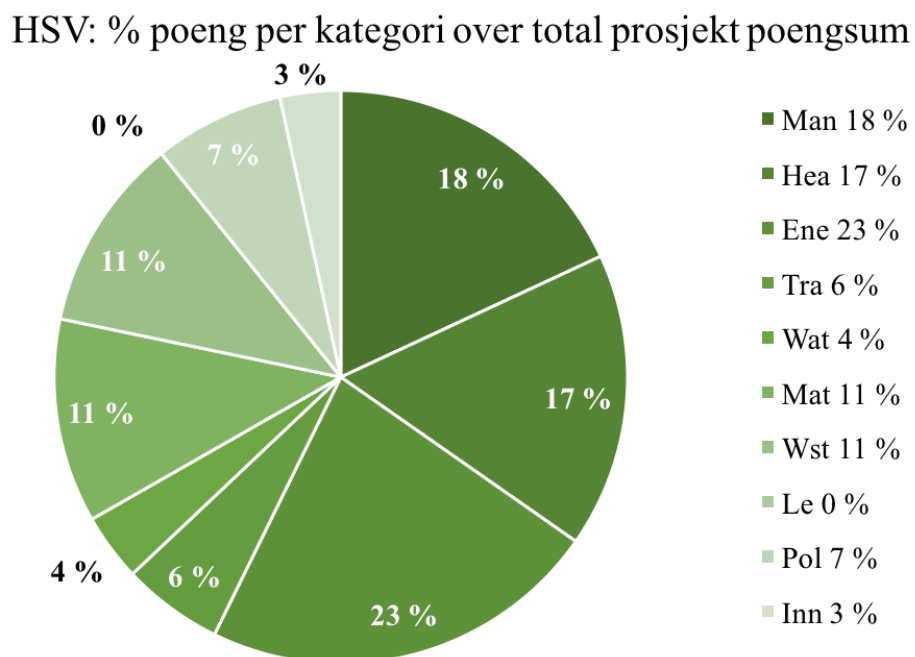
Tabell 4-1: Prosjektinformasjon HSV sykehjem (Backe, 2017b)

### HSV Sykehjem

BREEAM-klassifiseringsnivå og antall poeng fra pre-analyse	Good	47,9 %
Endelig BREEAM-klassifiseringsnivå og antall målsatte poeng	<b>Very Good</b>	<b>58,6 %</b>
Design-/prosjekteringsfase sertifisert	Nei	
Endelig sertifisert	Nei, mangler brukermanual, resten er ferdig	
Andre krav	Passivhus	
Energiklasse og beregnet levert energi	A – 121 kWh/m <sup>2</sup>	56,4 %
Andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov		
Energiforsyning	Varmepumpe med brønner til fjell og tørrkjøler på taket, samt elkjel som spisslast	
Manual og type bygg	BREEAM-NOR 2012 - Sykehjem	
Plassering	Ellingsrud i Oslo	
Byggherre	Backe Prosjekt AS	OPS (offentlig-privat-samarbeid)
Oppdragsgiver	Oslo kommune	
Totalentreprenør	Backe Stor-Oslo AS og Backe Forny AS	
Størrelse	146 sengeplasser og 16 814 m <sup>2</sup> bruttoareal	
Byggetid	16.03.2015 til 16.03.2017	
Kontraktssum eks. mva.	462 277 000 NOK	

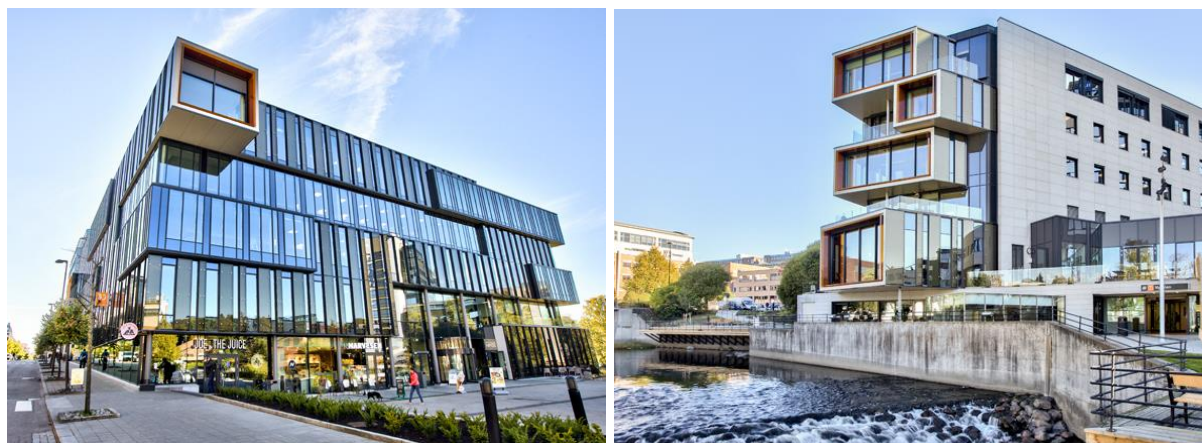


Figur 4-3: Vektete BREEAM-poeng målsatt per kategori, HSV sykehjem (Backe, 2017b)



Figur 4-4: Andel poeng målsatt per kategori, HSV sykehjem

## 4.2 Case 2: Nydalsveien 33

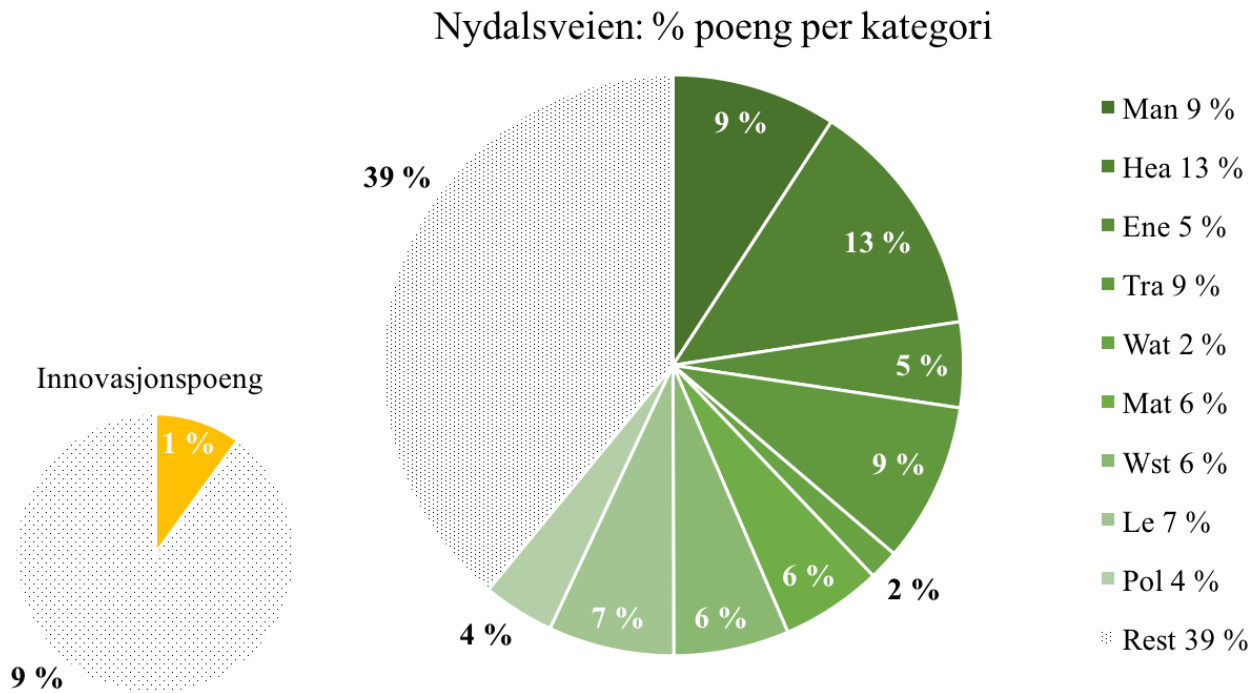


Figur 4-5: Nydalsveien 33 (Avantor, u.å.)

Tabell 4-2: Prosjektinformasjon, Nydalsveien 33 (Backe, 2017b)

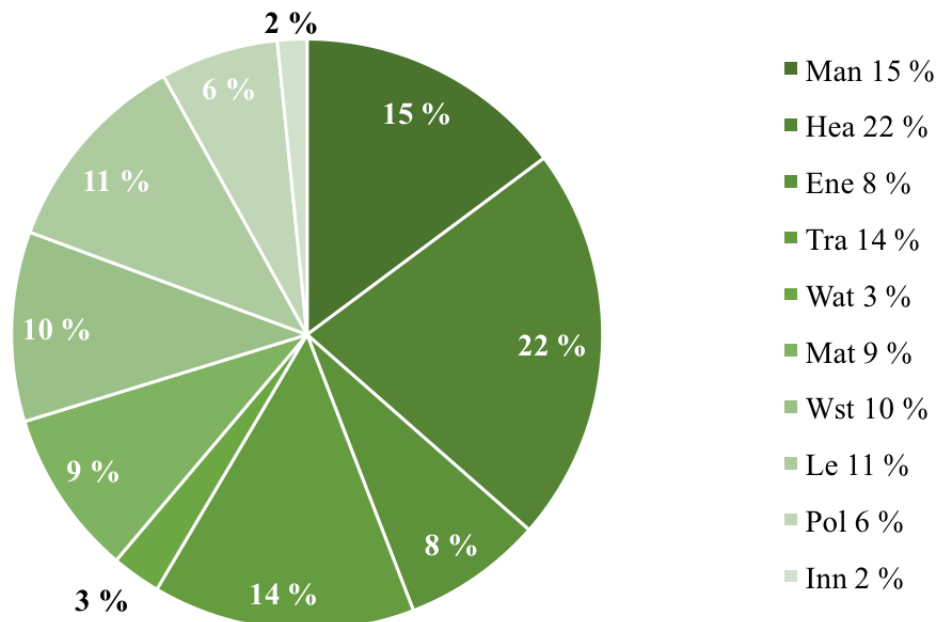
**Nydalsveien 33**

BREEAM-klassifiseringsnivå og antall poeng fra pre-analyse	Very Good	60,7 %
Endelig BREEAM-klassifiseringsnivå og antall målsatte poeng	<b>Very Good</b>	<b>62,0 %</b>
Design-/prosjekteringsfase sertifisert	Ja	
Endelig sertifisert	Nei, mindre arbeider gjenstår	
Andre krav	Nei	
Energiklasse og beregnet levert energi	C – 143 kWh/m <sup>2</sup>	30 %
Andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov		
Energiforsyning	Energisentral med fjernvarme og elkjel som spisslast	
Manual og type bygg	BREEAM-NOR 2012 – Kontorbygg, rehabilitering	
Plassering	Nydalen i Oslo	
Byggherre	Avantor AS	
Samspillsentreprenør (åpen totalentreprise)	Backe Stor-Oslo AS	
Størrelse	5000 m <sup>2</sup> av 8000 m <sup>2</sup> bruttoareal BREEAM-sertifiseres	
Byggetid	06.01.2015 (riving av eksisterende bygg) til 01.06.2017 (siste overleverte BREEAM arealer)	
Kontraktssum eks. mva.	98 307 159 NOK	



Figur 4-6: Vektete BREEAM-poeng målsatt per kategori, Nydalsvein 33 (Backe, 2017b)

**Nydalsveien: % poeng per kategori over total prosjekt poengsum**



Figur 4-7: Andel poeng målsatt per kategori, Nydalsveien 33



### 4.3 Case 3: Radisson Blu Atlantic Hotel, Stavanger



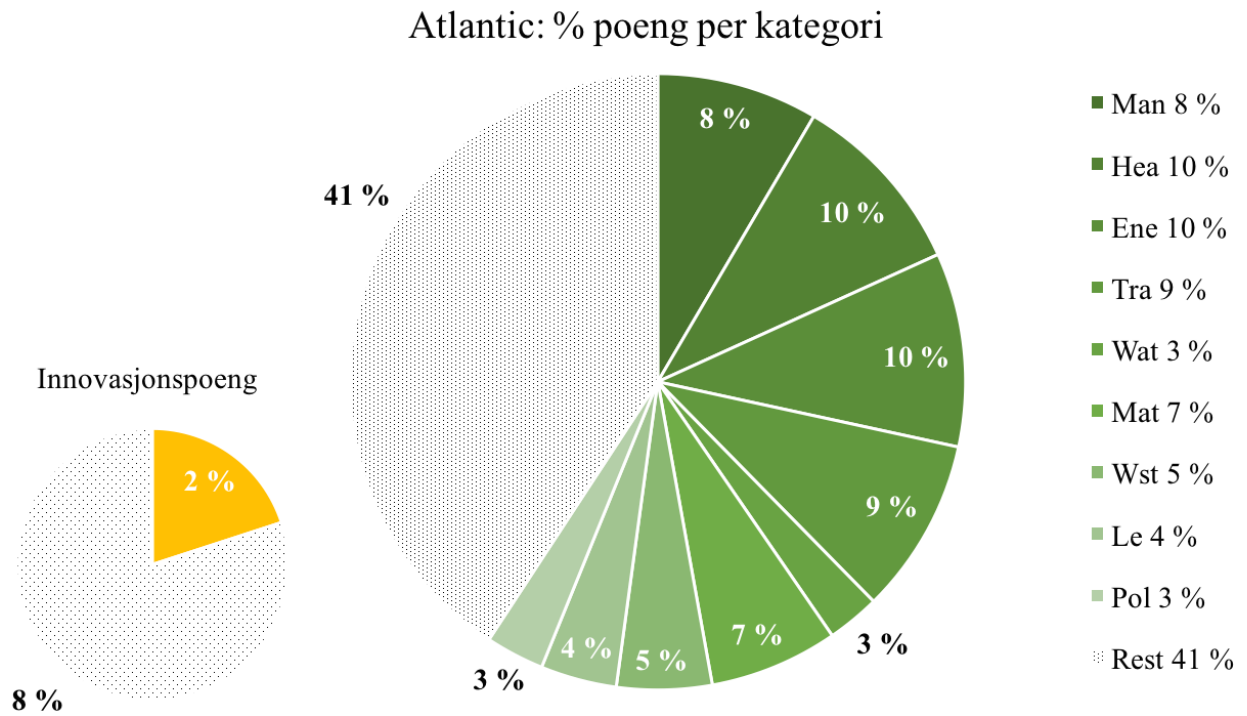
Figur 4-8: Radisson Blu Atlantic Hotel, Stavanger (Link arkitektur, u.å.a)

Tabell 4-3: Prosjektinformasjon, Radisson Blu Atlantic Hotel (Backe, 2017b)

#### Radisson Blu Atlantic Hotel

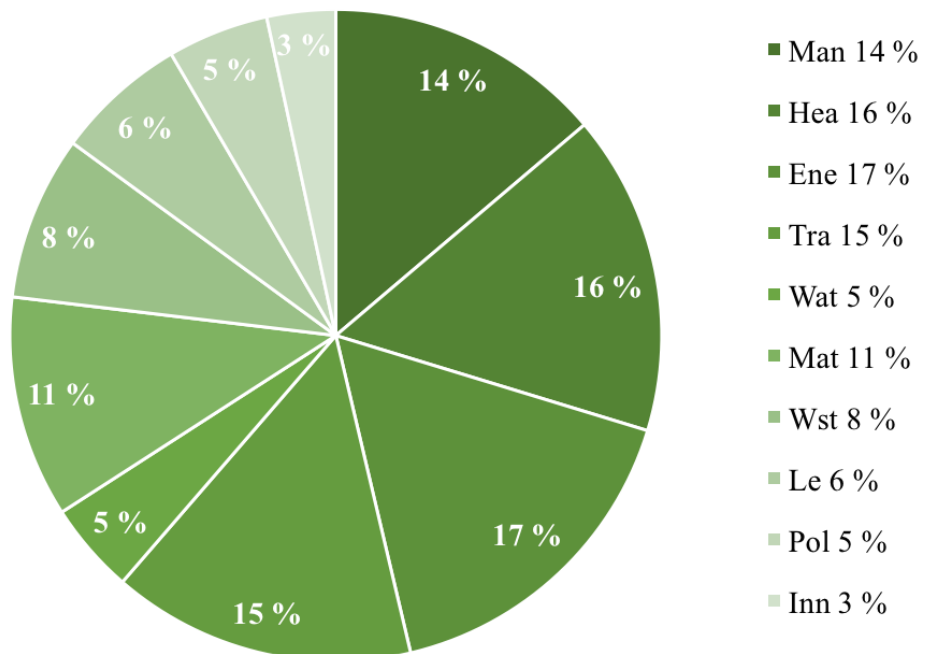
BREEAM klassifiseringsnivå og antall poeng fra pre-analyse	Very Good	63,0 %
Endelig BREEAM-klassifiseringsnivå og antall målsatte poeng	<b>Very Good</b>	<b>61,2 %</b>
Design-/prosjekteringsfase sertifisert	Ja	
Endelig sertifisert	Nei, overlevert 15.11.2017	
Andre krav	Nei	
Energiklasse og beregnet levert energi	A – 137 kWh/m <sup>2</sup>	51,6 %
Andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov		
Energiforsyning	CO <sub>2</sub> varmepumper og elektrisitet, samt gassentral som spisslast	
Manual og type bygg	BREEAM-NOR 2012 – Hotell, hovedombygging	
Plassering	Stavanger sentrum	
Byggherre	AS Hotel Atlantic - Samarbeidsprosjekt mellom Rezidor og KLP	
Totalentreprenør	Backe Rogaland AS	
Størrelse	364 hotellrom og 25900 m <sup>2</sup> bruttoareal	
Byggetid	05.09.2016 til 15.11.2017	
Kontraktssum eks. mva.	330 318 250 NOK	





Figur 4-9: Vektete BREEAM-poeng målsatt per kategori, Atlantic (Backe, 2017b)

Atlantic: % poeng per kategori over total prosjekt poengsum



Figur 4-10: Andel poeng målsatt per kategori, Atlantic

## 4.4 Case 4: NTNU-FHS og Sit idrett

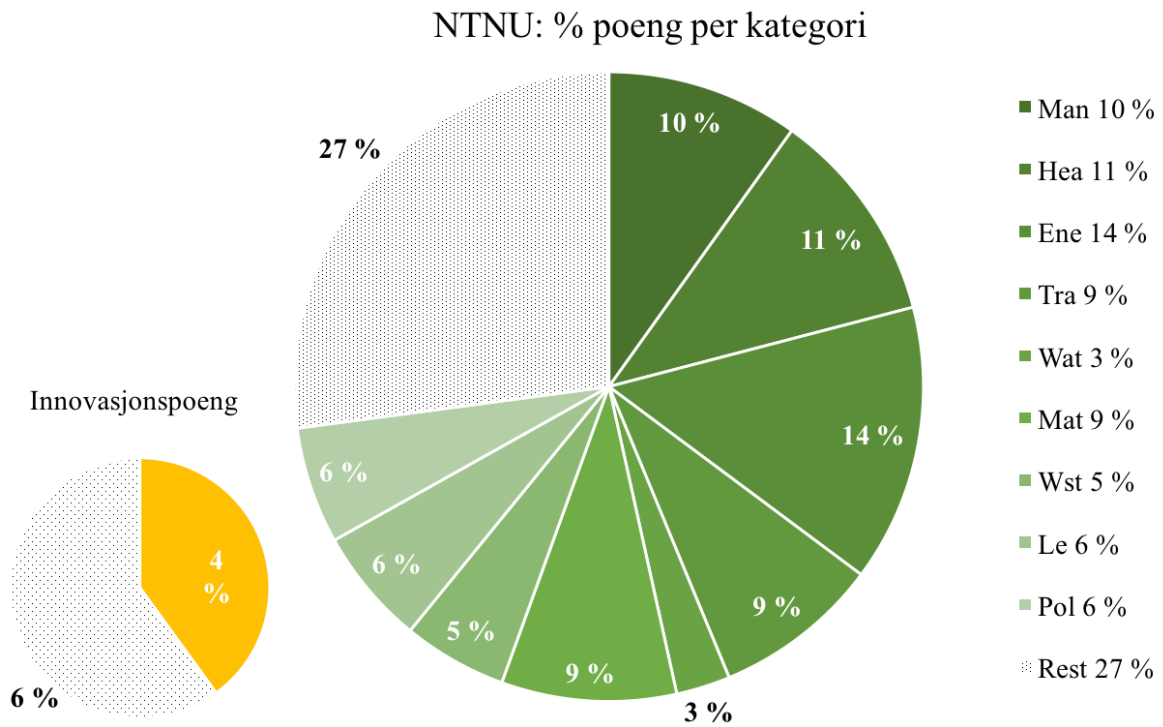


Figur 4-11: NTNU-FHS og Sit Idrett (Link Arkitektur, u.å.b)

Tabell 4-4: Prosjektinformasjon, NTNU (Backe, 2017b)

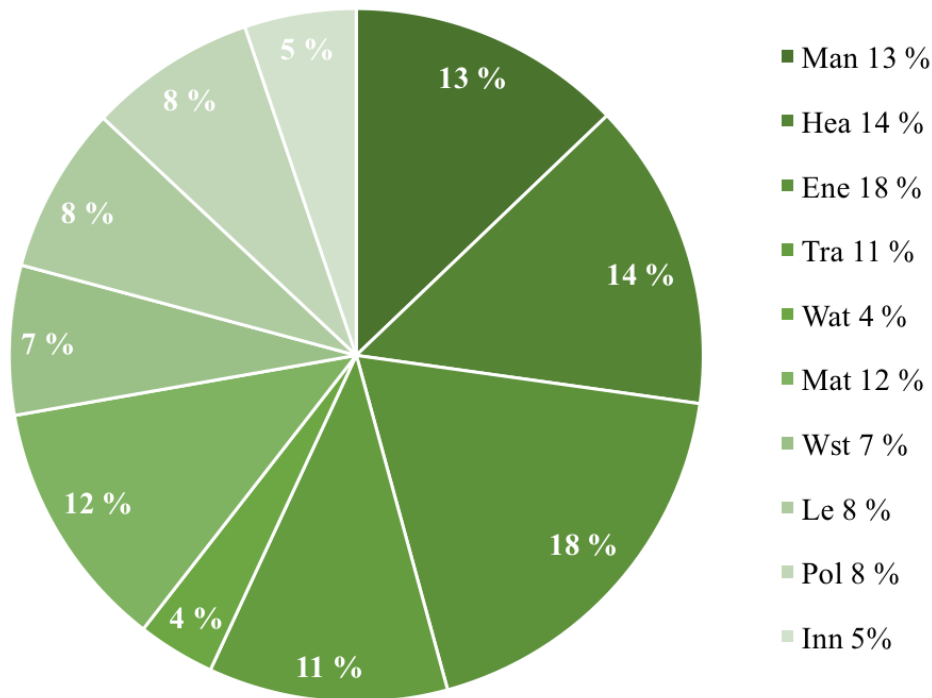
### NTNU-FHS og Sit Idrett

BREEAM klassifiseringsnivå og antall poeng fra pre-analyse	<b>Excellent</b>	<b>76,9%</b>
Endelig sertifisert	Nei, prosjektet er kun i bearbeidelsesfasen	
Andre krav	Passivhus og ZEB O=EQ	
Energiklasse	A – 22,1 kWh/m <sup>2</sup> (utdanningsdel) og A – 18,9 kWh/m <sup>2</sup> (idrettsdel)	
Energiforsyning	Varmepumpe (luft-vann) og solceller med fjernvarme som spisslast, samt solfangere dimensjonert for 50% av varmtvannsforbruket	
Type bygg	Kombinasjon av utdannings-, idretts- og kontorbygg	
Manual og type bygg	BREEAM-NOR 2012 – Kombinasjon av utdannings- og idrettsbygg	
Beliggenhet	Øya/Elgsetergate i Trondheim	
Byggherre	Statsbygg	
Totalentreprenør	Backe Trondheim AS	
Størrelse	18 848 m <sup>2</sup> bruttoareal	
Planlagt byggetid inkl. rivning	Ca. 27,5 mnd, oppstartstidspunkt avhengig av bevilgninger fra Statsbudsjettet	
Kontraktssum eks. mva.	465 884 448 NOK	



Figur 4-12: Vektete BREEAM-poeng målsatt per kategori, NTNU (Backe, 2017b)

NTNU: % poeng per kategori over total prosjekt poengsum



Figur 4-13: Andel poeng målsatt per kategori, NTNU

## 4.5 Forventningsverdi for prosjekter i Backe

Backe har laget en analyse for prosjektene som er overlevert mellom 2011 og 2015. Analysen er basert på totalt 211 prosjekter fordelt over Backes 12 entreprenørselskaper. Inndelingen av prosjektene er basert på prosjektstørrelse i antall millioner NOK fordelt over følgende 6 grupper:

- Gruppe 1:  $5 \leq$  prosjektstørrelse i mill. NOK  $< 20$
- Gruppe 2:  $20 \leq$  prosjektstørrelse i mill. NOK  $< 40$
- Gruppe 3:  $40 \leq$  prosjektstørrelse i mill. NOK  $< 70$
- Gruppe 4:  $70 \leq$  prosjektstørrelse i mill. NOK  $< 100$
- Gruppe 5:  $100 \leq$  prosjektstørrelse i mill. NOK  $< 150$
- Gruppe 6: prosjektstørrelse i mill. NOK  $\geq 150$

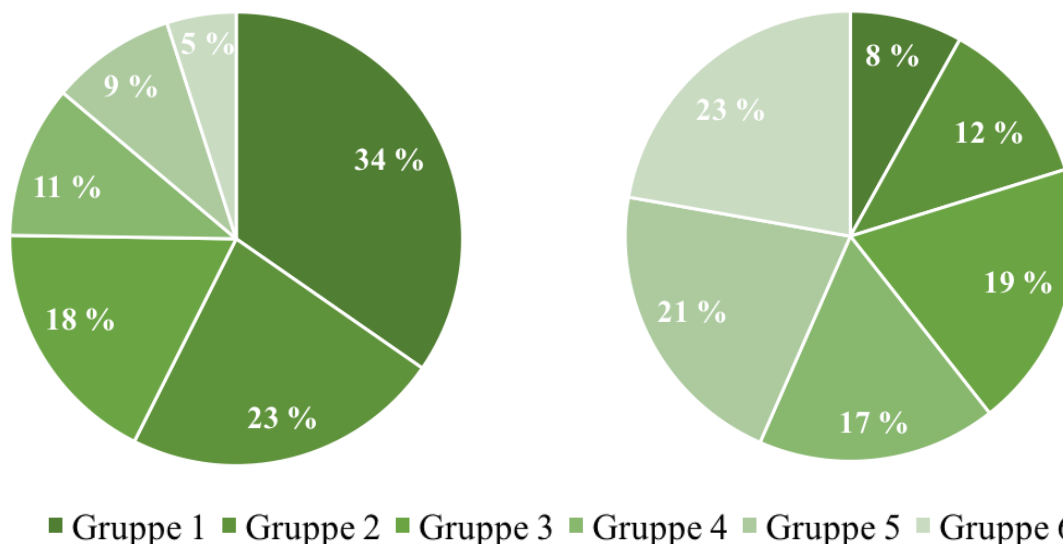
Den gjennomsnittlige resultatmarginen med standardavvik og intervall er listet opp i tabell 4-5. Prosjekter som er større eller lik 70 millioner NOK og mindre enn 100 millioner NOK (gruppe 4) får rangering #1, siden prosjektene kommer på andreplass i lønnsomhet og har minst standardavvik, det vil si minst usikkerhet for å havne langt utenfor gjennomsnittlig resultatmargin. (Backe, 2017c)

Tabell 4-5: Gjennomsnittlig resultatmargin, standardavvik og intervall for prosjekter i Backe mellom 2011 til 2015 (Backe, 2017c)

Prosjekt	Gjennomsnittlig resultatmargin	Standardavvik	Intervall
Gruppe 1	11,6 %	9,1 %	[-6,6%, 29,8%]
Gruppe 2	9,3 %	8,2 %	[-7,1%, 25,7%]
Gruppe 3	8,4 %	6,9 %	[-5,4%, 22,2%]
Gruppe 4	9,4 %	5,0 %	[-0,6%, 19,4%]
Gruppe 5	7,6 %	8,7 %	[-9,8%, 25%]
Gruppe 6	8,3 %	7,4 %	[-6,5%, 23,1%]

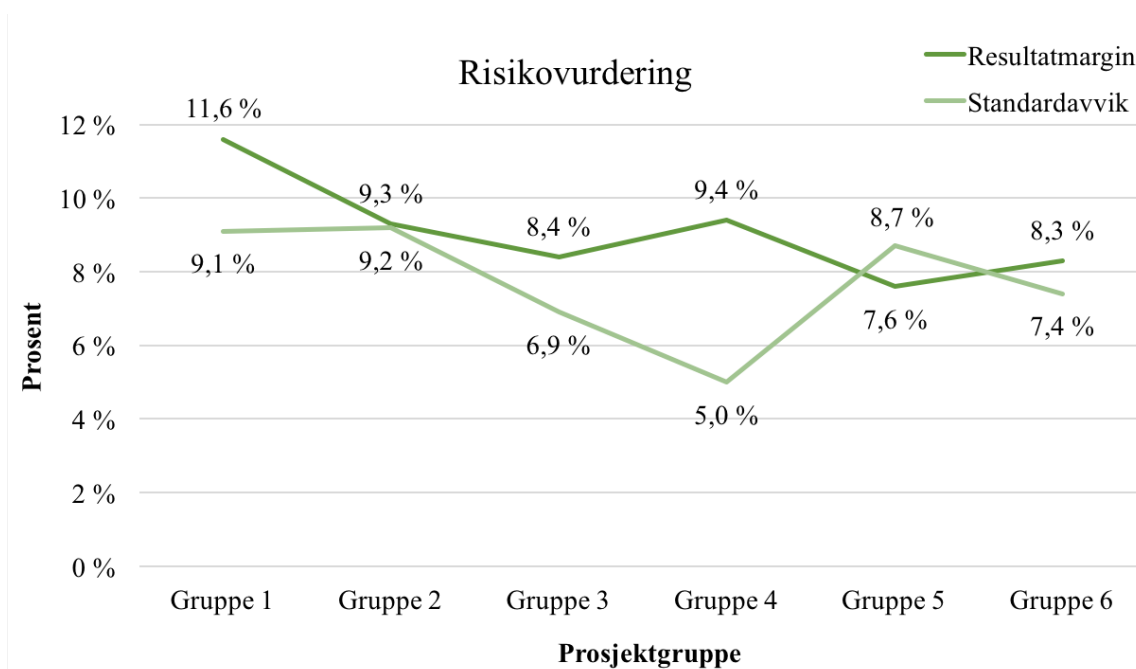
Fordelingen for andel prosjekter over prosjektstørrelse og omsetning kan leses av i figur 4-14. Figuren viser at over halvparten av prosjektene i analysen tilhørerhører de to minste prosjektstørrelsene (dvs. gruppe 1 og 2), men prosjektene står for kun 20% av total omsetning. Likevel står prosjektene i gruppe 4-6 for godt over halvparten av den totale omsetningen, men kun en fjerdedel av antall prosjekter. (Backe, 2017c)

Prosentvis fordeling av antall prosjekter    Prosentvis andel av total omsetning



Figur 4-14: Prosentvis fordeling av antall prosjekter etter prosjektstørrelse og total omsetning (Backe, 2017c)

Oppsummert illustrerer figur 4-15 risikoen for de ulike prosjektstørrelsene. Totalt sett kan det tyde på at Backe har mindre kontroll på de små prosjektene, god kontroll på de mellomstore prosjektene, og mindre kontroll igjen på de store prosjektene, selv om de store prosjektene totalt gir best omsetning. Backe har en høyere risiko for de fleste prosjektstørrelser sammenlignet med bransjenivå. (Backe, 2017c)



Figur 4-15: Risikovurdering fordelt over prosjektstørrelse (Backe, 2017c)

## 5 Resultater

Resultatene er oppdelt i resultater fra casestudien og intervjurunden, hvor casestudien er supplert med tabeller, grafer og diagrammer i vedlegg B1-B4, og intervjurunden er supplert med et samlet sammendrag i vedlegg C2.

### 5.1 Casestudie

Det er først gjort en analyse av den kumulative grafen i vedlegg B2, ettersom den overordnet viser utviklingen i poengscore for alle prosjektene etter kategorirekkefølgen i BREEAM-NOR 2016 manualen. Videre gir grafen en oversikt over likhetene og ulikhetene mellom prosjektene i både målsatt poengscore og mulig poengscore.

#### 5.1.1 Analyseresultater fra kumulativ graf

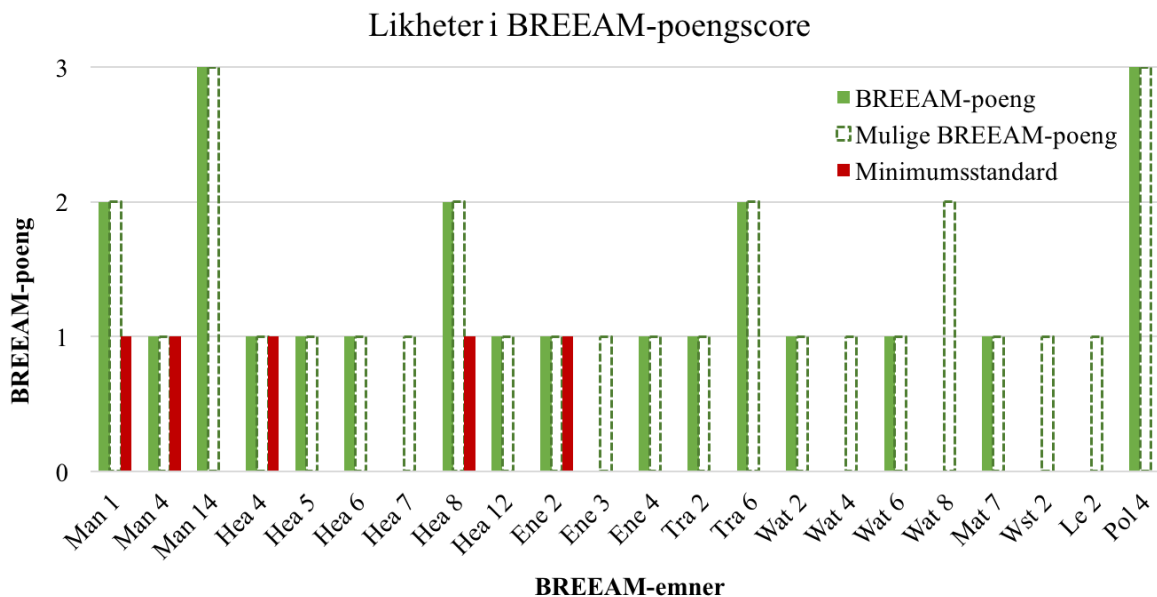
- Utviklingen av mulig poengscore øker jevnt over alle kategoriene med tre markante hopp i mulig poengscore. Dette skjer ved Ene 1, Mat 1 og Le 4. Videre er det noen mindre økninger i poengscore mellom Man 13.5-13.11 og Man 14, Ene 7 og Ene 8, Ene 23 og Tra 1, samt Pol 4 og Pol 5. Dersom en støtter seg til tabellen i vedlegg B1, kan en se at Ene 1, Mat 1 og Le 4 har de høyeste mulige poengscorene, mens de mindre økningene skyldes to emner ved siden av hverandre med middels høy og mulig poengscore.
- Mulig poengscore ender opp med en markant differanse. Atlantic og NTNU er omtrent lik. Det samme er HSV og Nydalsveien, men ender opp med 10 poeng lavere mulig poengscore. Dette skjer på grunn av forskjeller i mulig poengscore mellom prosjekttyper, hovedsakelig mellom Ene 6 og Tra 1.
- Differansen mellom målsatt og mulig poengscore i første kategori, Man, er relativt liten, altså scorer alle prosjektene høyt i denne kategorien. HSV og Atlantic starter med høyest målsatt score, mens NTNU overraskende starter dårligst ut i første kategori. Likevel ligger HSV best an tett fulgt av NTNU i slutten av Man, mens Atlantic scorer lavest.
- I neste kategori, Hea, tar Nydalsveien innpå NTNU og HSV, og har stort sett høyest målsatt poengscore gjennom hele kategorien, mens Atlantic scorer dårligst også i denne kategorien. Atlantic er et rehabiliteringsprosjekt, noe som setter restriksjoner.

- Det er forventet at NTNU med en høyere BREEAM-klassifisering skal ha en tydelig høyere målsatt poengscore i forhold til de andre prosjektene. Likevel går ikke NTNU fra de andre prosjektene før i den tredje kategorien (Ene). HSV holder følge helt i starten, men faller deretter av. Videre tar Atlantic innpå HSV, mens Nydalsveien tar minimalt med poeng i denne kategorien.
- Transport (Tra) utvikler seg noen lunde jevnt i prosjektene som har sentral beliggenhet, det vil si Nydalsveien, Atlantic og NTNU. HSV taper poeng med en dårligere beliggenhet og blir derav tatt igjen og passert av Atlantic.
- I neste kategori, Mat, har NTNU en tydelig høyere målsatt poengscore enn de tre andre prosjektene, noe som gjenspeiler klassifiseringsnivået.
- Videre har Nydalsveien forholdsvis høy målsatt poengscore i Le-kategorien, mens HSV velger å ikke ta noen poeng i denne kategorien (flat graf), og blir derfor forbigått av Nydalsveien. Atlantic og NTNU har en ganske jevn økning av målsatt poengscore i denne kategorien.
- I den siste ordinære kategorien har HSV og Nydalsveien nokså lik økning i målsatt poengscore, mens NTNU øker kraftigere og Atlantic lavere.
- Til slutt sklir NTNU enda mer ifra de andre prosjektene, på grunn av flere innovasjonspoeng. Total sett ligger HSV og Nydalsveien omtrent likt, men HSV har et poeng mer, selv om de scorer lavere enn Nydalsveien i vektet BREEAM-poengscore. I tillegg ligger Atlantic høyere enn både HSV og Nydalsveien, selv om prosjektet har en vektet poengsum lavere enn Nydalsveien. Vektingen per kategori, hvilke poeng prosjektet målsetter seg for, og mulig poengscore for prosjektypen, har altså en betydelig innvirkning på endelig vektet poengscore.

Deretter er det tatt et dypdykk ned i detaljene i poengscore mellom prosjektene. Dette resulterte i følgende diagrammer:

- Likheter i BREEAM-poengscore (figur 5-1)
- Noen likheter i BREEAM-poengscore (vedlegg B3 del 2)
- Ulikheter i BREEAM-poengscore (figur 5-2)





Figur 5-1: Likheter i målsatt BREEAM-poengscore mellom prosjektene

### 5.1.2 Analyseresultater fra likhetene mellom prosjektene

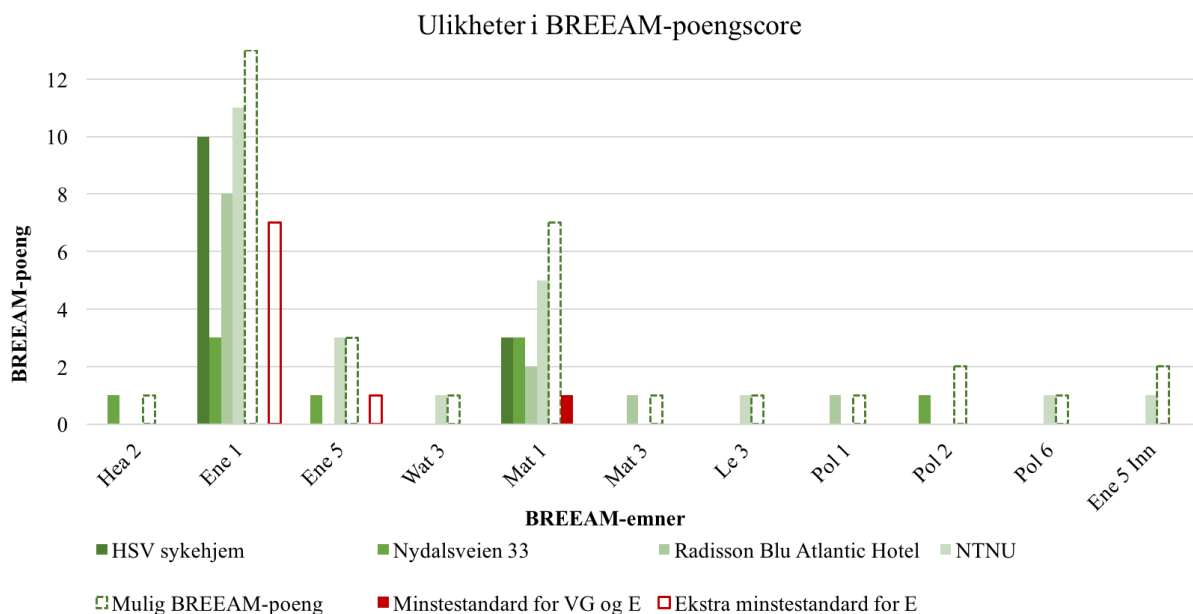
- Det første en kan legge merke til er at alle prosjektene har gått for maksimal poengscore i emnene som er like, hvor det er tatt poeng.
- Videre er noen av emnene minimumskrav og derfor et krav, dette gjelder Man 1, Man 4, Hea 4, Hea 8 og Ene 2. Selv om minimumskrav for Man 1 og Hea 8 er 1 poeng, har alle prosjektene valgt å gå for 2 poeng. Dette kan skyldes at det er mindre ressurskrevende å gå for et poeng ekstra i emnet som er et krav enn å ta poeng i et annet emne. Går en mer detaljert til verks, ved å se på kravene mellom poengene i BREEAM-manualen, kan en bekrefte dette. Forskjellene mellom poengene er i korte trekk:
  - Man 1 – Teknisk driftsstart: Øke driftsperioden fra 6 til 12 måneder
  - Hea 8 – Ventilasjonsløsning for å sikre innendørs luftkvalitet: Mulighet for brukeren å overstyre eventuell nattsinking, og kurs av driftspersonale.
- Deretter omfatter likhetene, i poeng tatt, følgende:
  - Man 14 – BREEAM-NOR AP. Det er veldig vanlig å ha med en BREEAM AP ettersom NGBC ønsker at kommunikasjonen skal gå via AP og til revisor, som deretter kontakter NGBC og sender den endelige rapporten til England. AP skal fungere som støtte til prosjektgruppen og samarbeide med prosjekteringsleder for å tilpasse pre-analysen fra revisor til å opprettholde, eventuelt høyne miljøstandarden til bygget.

- Hea 5 og Hea 6 – Interne og eksterne lysnivåer, -soner og styring: Emnene skal sikre at belysningen blir designet i tråd med beste praksis for synsytelse og komfort, samt sørge for at brukerne har enkel og tilgjengelig kontroll over belysningen. Dette er vanlig norsk praksis etter anbefalinger fra SINTEF Byggforsk.
- Hea 12 – Mikrobiell forurensning. Emnet skal sikre at de tekniske bygginstallasjonene designes slik at det ikke oppstår legionærsyke under driften, altså bør det være vanlig norsk praksis med samsvar fra relevante nasjonale veiledninger.
- Ene 4 – Utebelysning. Emnet skal fremme energieffektive lysarmaturer for uteområdene. Dette er også vanlig norsk praksis etter anbefalinger fra SINTEF Byggforsk.
- Tra 2 – Avstand til lokalt service- og tjenestetilbud. Bygget skal ha kort vei (<500 m) til matbutikk og post, og ikke lengre enn 1000 m fra minst to av følgende; bank/bankautomat, barnehage/skole, frisør, legekontor/helse-senter, apotek, og renseri. Dette reduserer behovet for lengre og flere reiser for byggets brukere. For utdanningsbygg (dvs. NTNU) er dette noe strengere. Byer i Norge har ofte mindre enn 500 m mellom hver matbutikk, og derav poengoppnåelse.
- Tra 6 – Maksimal bilparkeringskapasitet. Alle prosjektene har oppmuntret til bruk av andre transportmidler til bygget enn privatbil, ved hjelp av få parkeringsplasser, noe som dermed bidrar til en reduksjon i transportrelaterte utslipp og kødannelse. Noen av prosjektene prøver nok å være innenfor, mens andre automatisk kommer innenfor kravet på grunn av plassmangel.
- Wat 2 – Vannmåler. Emnet skal sikre at vannforbruket overvåkes og administreres, og på denne måten stimulere til lavere vannforbruk. Vannverket kan påvirke eier å sette inn vannmåler, men det er avhengig av hvor i landet du befinner deg. I dag er det mer vanlig å sette inn vannmåler, og det har en lav kostnad i forhold til total prosjektkostnad, spesielt dersom dette planlegges. I tillegg kan det å sette inn egne vannmålere per leieareal forhindre konflikter i forhold til vannavgift og vannforbruk mellom ulike leietakere. Poenget er altså forholdvis enkelt å ta med lav kostnad.
- Wat 6 – Vanningssystemer. Emnet skal redusere forbruket av drikkevann til vanning av prydplanter og uteanlegg. Prosjektene har begrenset med

utearealer og/eller har valgt en beplantning som trives under de lokale klimabetingelsene, som hovedsakelig vannes av nedbør. Eventuelt godtas manuell vanning ved tørre perioder sommerstid eller et vanningsystem som er tilkopleet en værstasjon. Planlegging og tilrettelegging gir emnet lave kostnader i forhold til total prosjektkostnad.

- Mat 7 – Robust konstruksjon. Emnet skal fremme tilfredsstillende beskyttelse og robusthet av utsatte deler av bygningen og landskapet, og dermed begrense bruk av utskiftningsmaterialer til et minimum. Emnet er svært relevant ettersom det følger anbefalinger fra SINTEF, samtidig som det kan redusere vedlikeholdskostnadene til bygget.
- Pol 4 – NO<sub>x</sub>-utslipp fra varmekilde. Emnet skal begrense NO<sub>x</sub>-utslipp fra byggets oppvarmingssystemer. Prosjektene har teknologien inne ved hjelp av lokale forutsetninger og målsatte Ene poeng, og derav følger Pol 4 naturlig med som ekstrapoeng.
- Avslutningsvis, er likhetene, i poeng som er utelatt, følgende:
  - Hea 7 – Potensiale for naturlig ventilasjon. Naturlig ventilasjon er komplisert og kostbart å få til på en måte som tilfredsstiller kravene til innendørs luftkvalitet. I tillegg har bruken av naturlig ventilasjon begrensninger i et land som Norge, med et vinterhalvår med kalde utendørstemperaturer.
  - Ene 3 – Delmåling av høy energibelastning og utleiearealer. Emne er antakelig valgt bort på grunn av kostnader og høyere prioritet av andre emner. I tillegg er det mindre relevant dersom prosjektet har en leietaker, slik som HSV og Atlantic.
  - Wat 4 – Avstenging av sanitær tilførsel. Poenget utgås i BREEAM-NOR 2016 manualen.
  - Wat 8 – Bærekraftig vannbehandling på stedet. Emnet har betydelig kostnader og sett på som unødvendig i et land som Norge, med stor tilgjengelighet på rent vann.
  - Wst 2 – Resirkulert tilslag. Emnet skal stimulere til bruk av resirkulert tilslag i utbyggingen, for å redusere bruken av nye materialer. Emnet er motsigende fordi bruk av resirkulert tilslag i betong er utfordrende med tanke på stabil tilgang og kvalitet. I tillegg blir tilslaget veldig vannkrevende, noen som betyr at sementforbruket øker. Dette er ikke ønskelig både fra et miljømessig eller økonomisk perspektiv.

- Le 2 – Forurenset areal. Ingen av prosjektene er bygget på et område, hvor omgivelsene tillater å ta dette poenget. Poenget er kun oppnåelig for spesifikke tomter, som for eksempel gamle industritomter.



Figur 5-2: Ulikheter i målsatt BREEAM-poengscore mellom prosjektene

### 5.1.3 Analyseresultater fra ulikhetene mellom prosjektene

- Hea 2 – Utsyn. Krav om maksimal avstand på 7 m fra en vertikal yttervegg med et vindu eller en permanent åpning som gir tilstrekkelig utsyn, hvor vinduet/åpningen er større eller lik 20% av det totale innvendig veggarealet. Poenget er mer relevant for kontorbygg, og kan være vanskelig å tilfredsstill i store bygg, spesielt uten bruk av atrium. Følgende har bare Nydalsveien fokusert på emnet.
- Ene 1 – Energieffektivitet. Emnet skal fremme bygg som er designet for å minimere energibruk til drift. Kravet er hovedsakelig satt av byggherre/kunden, og totalentreprenør skal derfor kun tilfredsstill kravet. Forventet har NTNU høyest score, på grunn av krav om passivhus-standard og minimumsskrav til Excellentnivået. HSV har også krav om passivhus-standard og dermed forventet høy verdi. Imidlertid er det overraskende at målsatt poengscore er såpass mye lavere for Nydalsveien enn de tre andre prosjektene. Dette skyldes antakelig at bygget har et høyere varmetap. I tillegg har kontorbygg mye strengere krav for beregnet levert energi i forhold til sykehjem og hotell, og derav lavere energikarakter for samme verdi.

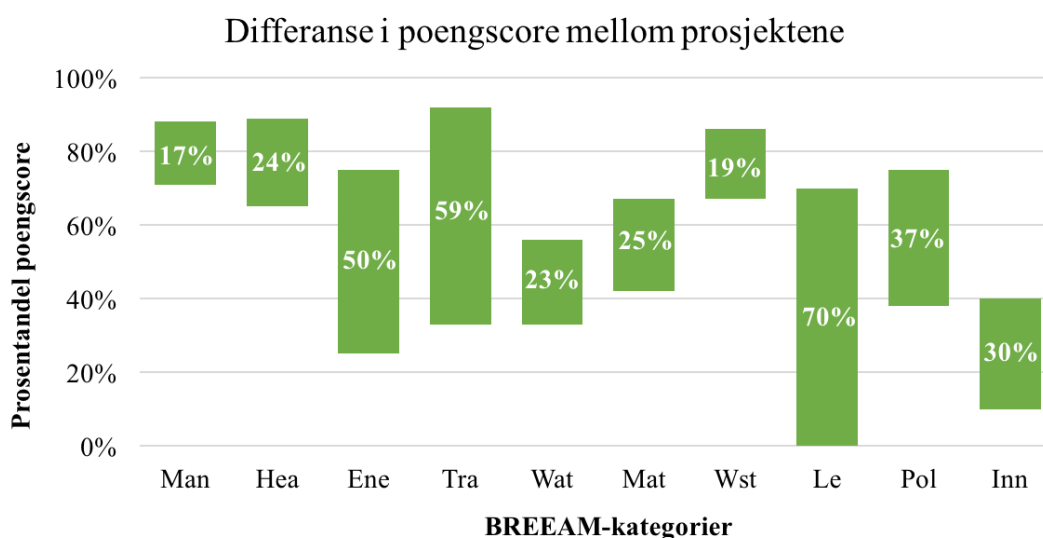
- Ene 5 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp. NTNU har mål om full poengscore samt innovasjonspoeng, ettersom prosjektet har planlagt lokal energiproduksjon fra blant annet solceller og solfangere. I tillegg har NTNU krav på minimum 1 poeng pga. klassifiseringsnivået. HSV tar 1 poeng fordi de har varmepumpe med energibrønner til fjell. De to andre prosjektene tar ingen poeng i dette emnet, fordi de ikke har lokal energiproduksjon fra fornybare energikilder. Dette emnet er ganske låst i forhold til krav fra byggherre/kunde.
- Wat 3 – Lekkasje-deteksjon ved vannforsyningen. Emnet skal redusere konsekvensene av større vannlekkasjer, som ellers vil forbli uoppdaget. Kun NTNU prioriterer emnet. Emnet kan være kostbart, men også nyttig dersom uhellet først er ute. Slike systemer kan være kostbare fordi vannforsyning til sprinkler, brannslanger og vanning av uteområder må gå i egnene systemer, slik at ikke vanntilførselen stopper ved for eksempel brann. Samtidig har det blitt mer vanlig å installere dette i dag, så NTNU-prosjektet har høye ambisjoner. I tillegg må prosjektet plukke flere poeng, og dette er et emne som gir en sikkerhet dersom uhellet først er ute.
- Mat 1 – Materialspekifikasjon. Emnet skal fremme bruk av bygningsmaterialer som har liten påvirkning på miljøet i løpet av hele bygningens livssyklus. Dette emnet er også avhengig av prosjektets ambisjonsnivå. Et av kriteriene i emnet er minimumskrav for oppnåelse av et BREEAM-sertifikat, men kriteriet gir ingen poeng. Poengene i emnet omhandler klimagassberegninger (LCA), LCA-verktøy, bruk av produkter med godkjente EPDer, og bruk av produkter som tilfredsstillende spesifikke krav i ECOproduct. De to sist nevnte er forholdsvis enkle å oppnå, så lenge en planlegger fra start og følger opp. NTNU scorer høyt i dette emnet fordi prosjektet inkluderer en LCA-analyse som reduserer utslippene i forhold til et referansebygg. De andre prosjektene har lavere ambisjoner på materialvalg, og velger derfor bort LCA-analyse og de relaterte poengene, fordi prosjektgruppen anser dette som komplisert og tidkrevende. Prosjektene kan dermed tape poeng de kunne ha oppnådd gjennom en LCA-analyse uten endring av prosjektets produkter.
- Mat 3 – Gjenbruk av fasade. Emnet skal fremme bruk av eksisterende bygningsfasader på stedet, og er derav kun relevant for Atlantic som er et rehabiliteringsprosjekt.
- Le 3 – Økologisk verdi og vern av økologi på stedet. Poenget er avhengig av prosjektets ambisjonsnivå og lokale forutsetninger. NTNU tar poenget fordi de må ta flere poeng enn de andre prosjektene og samtidig bygger de på en tomt

med lav økologisk verdi. Blant annet bevares trærne mot Elgesetergata og det er planlagt grøntareal på takterrassen.

- Pol 1 – Kuldemedium GWP (global warming potential). Emnet skal redusere bidraget til klimaforandringer som skyldes utslipp fra kuldemedier. Kuldemedier har krav på OPD (ozone depletion potential) lik 0 og en GWP under 5. Kun NTNU prioriterer emnet antakelig fordi prosjektet har høyere ambisjonsnivå.
- Pol 2 – Forebygge lekkasjer fra kuldemedier. Emnet skal redusere utslipp av kuldemedier til atmosfæren som følge av lekkasjer i kjøleanlegget. Det er nok litt tilfeldig hvilke prosjekt som tar dette emnet, men samtidig er det høyere krav for utdanningsbygg, og de får kun 1 poeng, hvor andre prosjekttyper får 2 poeng. Det er altså mulig at NTNU tilfredsstiller det første kravet som Nydalsveien tar poeng for, uten å oppnå poeng.
- Pol 6 – Redusere forurensing fra vassdrag. Emnet skal redusere potensialet for forurensing av slam, tungmetaller, kjemikalier eller olje til vassdrag, som følge av avrenning fra bygninger og harde overflater. Kun NTNU tar poenget antakelig fordi prosjektet har høyere ambisjonsnivå.

### 5.1.4 Differanser mellom prosjektene i prosentandel per BREEAM-kategori

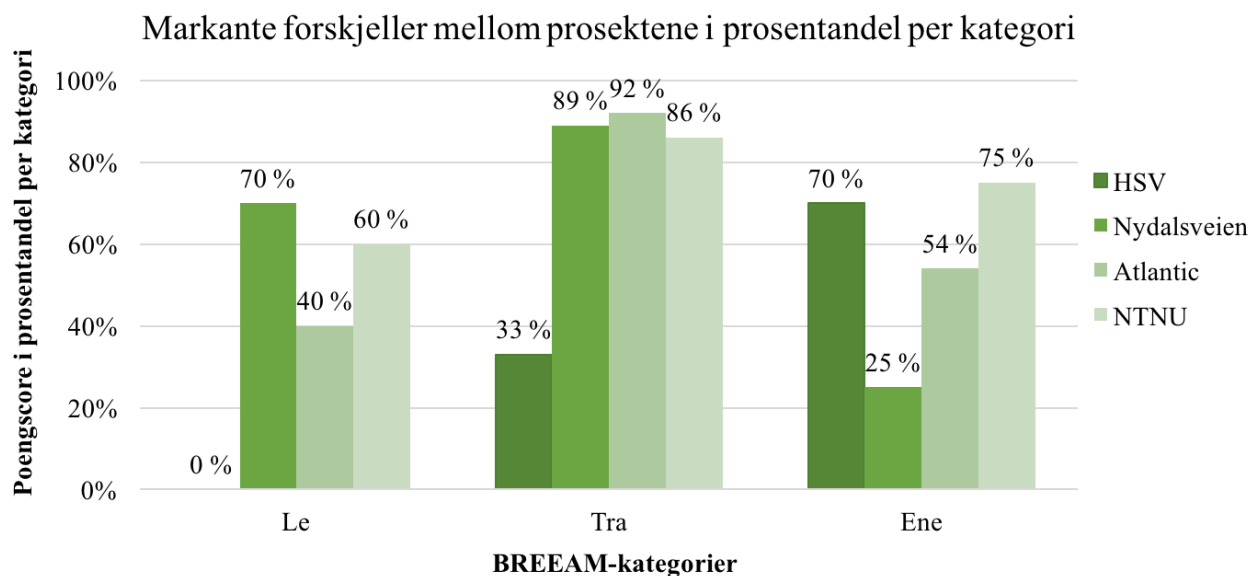
Deretter går analysen tilbake til det overordnede bildet, ved hjelp av kakediagrammene i vedlegg B4. Diagrammene viser hvilke kategorier prosjektene har målsatt i form av poengscore i andel per kategori. Funnene fra kakediagrammene er oppsummert i figur 5-3, som viser differansen i poengscore mellom prosjektene i prosentandel målsatt score per kategori.



Figur 5-3: Differanse i poengscore mellom prosjektene i prosentandel per BREEAM-kategori

Den største forskjellen mellom prosjektene i prosentandel per BREEAM-kategori skjer i følgende kategorier; Le, Tra og Ene, med henholdsvis 70%, 59% og 50% differanse i forhold til prosjektet med lavest og høyest målsatt score. Det henvises til vedlegg B1 og B3 for spesifikke poengscorer.

I Le kategorien, det vil si arealbruk og økologi, er det en betydelig differanse mellom prosjektene, spesielt mellom HSV og Nydalsveien, med henholdsvis 0% og 70% (figur 5-4). Denne differansen kommer hovedsakelig fra lokale forutsetninger ved tomten. HSV har for eksempel en tomt med allerede høy økologisk verdi i kanten av et skogholt. En utbygging gir dermed lavere økologisk verdi på tomta, og det vil være vanskelig å ta poeng, spesielt i forhold til en utbygger som benytter en gammel industritomt, eventuelt rehabiliterer et gammelt bygg eller bygger nytt på en tomt med forholdsvis lav økologisk verdi, slik som Nydalsveien, Atlantic og NTNU.



Figur 5-4: Markante forskjeller mellom prosjektene i prosentandel per kategori

Den største forskjellen i transport (Tra) skjer mellom HSV og de tre andre prosjektene i casestudien (figur 5-4). Dette skyldes geografisk beliggenhet, og avstander til blant annet kollektivtransport. Imidlertid prioriterer alle prosjektene i casestudien 1 poeng i Tra 2, og 2 poeng i Tra 6. Differansen går altså på BREEAM-egnene Tra 1, Tra 3, Tra 4, Tra 5, Tra 7 og Tra 8. Førstnevnte gjelder kollektivtransport, hvor HSV akkurat er utenfor maksimal lengdeavstand. Dersom sykehjemmet ble bygget på andre siden av skogholtet hadde prosjektet tatt poeng. I tillegg varierer dette emnet i mulig poengscore, da hoteller og utdanningsbygg kan få opptil 4 poeng, mens sykehjem og kontorbygg kun kan få opptil 2 poeng.

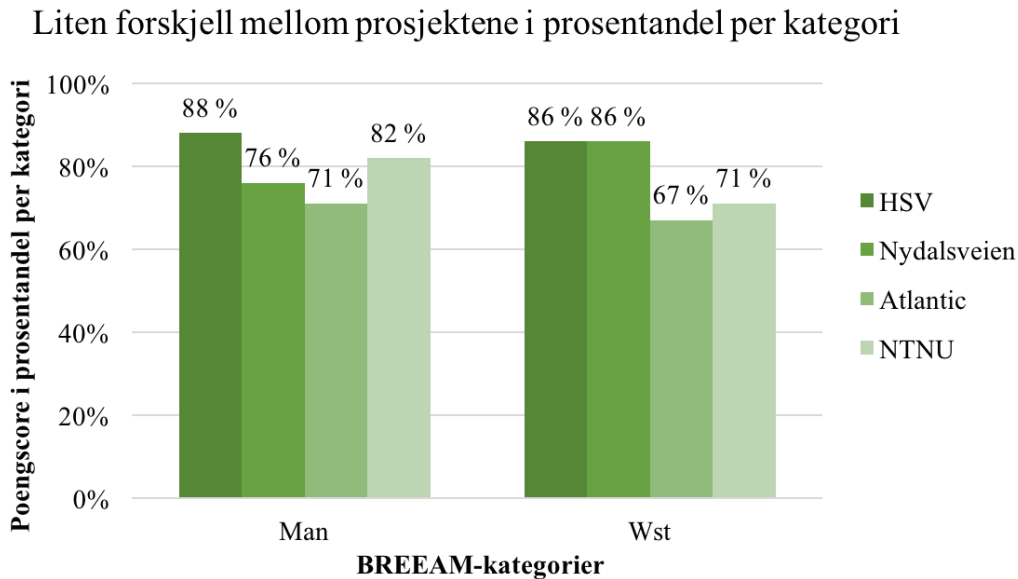
Videre tar alle prosjektene, bortsett fra HSV, Tra 3, som går på alternative transportformer, i form av sykkel. HSV er et sykehjemsbygg med mange gamle mennesker, og emnet er følgende mindre relevant, med hovedsakelig sykkelparkeringer for ansatte og besøkene. Atlantic og NTNU tar begge poeng i Tra 4, som gjelder sikkerhet for gående og syklende, med blant annet minstekrav for veibredde. Dette emnet er i stor grad avhengig av forutsetningene ved tomte, slik som muligheter til å koble seg på eksisterende veinett, eventuelt utbedre det. Videre prioriter både Nydalsveien og Atlantic Tra 5, mobilitetsplan. Dette poenget går ut på å kartlegge reisealternativene til brukerne av bygget, og komme med tiltak for å tilrettelegge dette for brukerne. Poenget kan altså være ressurskrevende i form av tid, og er derfor valgt bort i de andre prosjektene. Avslutningsvis er poenget i Tra 7 og Tra 8 kun tilgjengelig for Atlantic og NTNU. Begge prosjektene tar Tra 7, reiseinformasjonspunkt, antakelig fordi det både er enkelt og naturlig å installere. Kun NTNU tar poenget i Tra 8, varelevering og manøvrering, fordi prosjektet krever flere poeng og det er relevant å opprettholde sikkerheten rundt et slikt bygg med mange og forskjellige daglige brukere.

Den siste BREEAM-kategorien med stor differanse mellom laveste og høyeste poengscore i prosentandel per kategori er energibruk (Ene). Forskjellen er spesielt stor mellom Nydalsveien og NTNU, med henholdsvis 25% og 75% (figur 5-4). Nydalsveien scorer antakelig lavt, fordi de har en glassfasade med høyere varmetap. NTNU har forholdsvis høy poengscore i denne kategorien fordi det er et prestisjeprosjekt med blant annet krav om høy energieffektivitet og passivhus-standard. I tillegg tar prosjektet poeng gjennom fornybar energi og teknologi. HSV har også krav om passivhus-standard, som reduserer byggets varmetap. Videre har bygget varmepumpe med energibrønner til fjell, som reduserer energibehovet til oppvarming og varmtvann. Atlantic scorer noe lavere antakelige fordi det er et rehabiliteringsbygg med gjenbruk av fasader, og følgende større varmetap.

Den minste forskjellen mellom prosjektene i prosentandel per BREEAM-kategori skjer i følgende kategorier; Man og Wst, med henholdsvis 17% og 19% differanse i forhold til prosjektet med lavest og høyest målsatt score (figur 5-3 og 5-5). BREEAM-prosjekter setter generelt strenge krav til ledelse (Man) med tanke på planlegging, oppfølging og dokumentasjon. Ledelse er alltid relevant i byggeprosjekter fordi prosjekter på en eller annen måte må ledes, for å tilfredsstille kravene fra myndigheter og byggherre/kunde. I BREEAM-manualen er 1 poeng i to av emnene under denne kategorien minimums-standard for Very Good prosjekter (Man 1 og Man 4), og tre av emnene for Excellent-prosjekter (Man 3).



Videre gir bruk av AP hele 3 poeng. Dette er noe de aller fleste BREEAM-prosjekter inkluderer, siden AP skal fungere som BREEAM-koordinator med kompetanse og erfaring, som igjen skal bidra til å tilfredsstille og eventuelt høyne miljøstandarden på en rasjonell og kostnadseffektiv måte. Avslutningsvis kan det nevnes at flere av Man- emnene er forholdvis enkle og lite ressurskrevende å ta, slik som analyse av levetidskostnader (Man 12) og sikkerhet (Man 13.8). Totalt sett, resulterer dette i høy poengscore for alle prosjektene i denne kategorien.



Figur 5-5: Små forskjeller mellom prosjektene i prosentandel per kategori

Det er et krav fra myndighetene om minst 70% ombruk eller materialgjenvinning innen 2020, og minst 60% energiutnyttelsesgrad for eksisterende forbrenningsanlegg eller 65% for nye anlegg. Summen av material- og energigjenvinning har i de siste årene ligget mellom 80% og 85%, og stadig mer av det farlige avfallet kommer til godkjente mottak. Forbedret avfallssortering på byggeplassen skaper ryddige byggeplasser med god logistikk, noen som igjen kan øke effektiviteten og produktiviteten. Poengene i avfallskategorien (Wst) er følgelig av høy prioritert hos totalentreprenøren (figur 5-5).

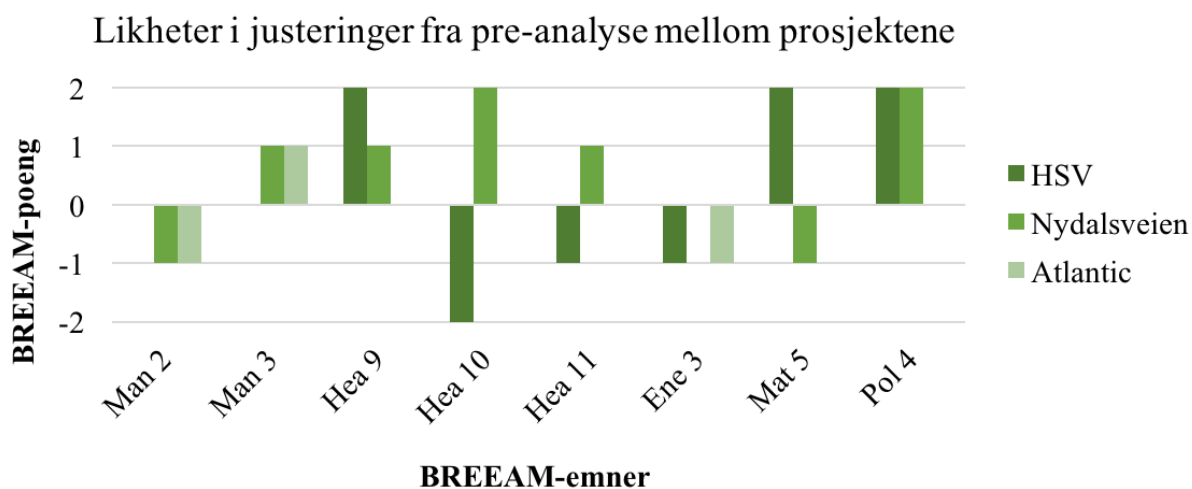
Videre er det mulig å se sammenhenger mellom Man- og Wst-kategoriene, ettersom bedre ledelse og planlegging ofte fører til bedre orden, oppfølging og logistikk, som til slutt kan føre til bedre økonomi og et vellykket prosjekt.

### 5.1.5 Justeringer fra pre-analyse

Avslutningsvis har casestudien gått tilbake til detaljene for å analysere likhetene mellom justeringene fra pre-analysen (intervjuspørsmål 3b i vedlegg C2), illustrert i figur 5-6.

NTNU er kun i bearbeidelsesfasen av prosjektet og dermed ekskludert fra denne grafen. Det henvises til vedlegg B1 og B3 for spesifikke poengscorer.

Man 2, entreprenørens retningslinjer for miljø og samfunnsansvar, skal fremme at byggeplasser blir ledet på en miljømessig og sosialt sett hensynsfull og ansvarlig måte. Kun HSV holder på begge poengene som er målsatt i pre-analysen (PA), mens de andre prosjektene målsetter 1 poeng i design- og prosjekteringsfasen (DP), hvor både Nydalsveien og Atlantic nedjusterer poengscoren fra 2 poeng i PA til 1 poeng i DP. Antakelig skyldes dette at det krever store ressurser i form av arbeidstimer ettersom alle elementene i sjekklisten (A2) for emnet skal tilfredsstilles. Elementene i sjekklisten er fordelt over fire kategorier; (1) trygg og tilfredsstillende atkomst, (2) godt naboskap, (3) miljøbevissthet og (4) trygt og gjennomtenkt arbeidsmiljø. Videre er det er hele åtte elementer i hver kategori, som må tilfredsstilles for full poengscore i emnet, mens 1 poeng krever at seks av elementene er tilfredsstilt. Dette gir et slakk på hele 8 kategorier, og dermed sier det seg selv at prosjektgruppen vil spare ressurser i form av arbeidstimer ved å kun gå for 1 poeng, som igjen kan påvirker økonomien i prosjektet, siden tid ofte er sett på som penger.



*Figur 5-6: Likheter i justeringer fra pre-analysen mellom prosjektene*

Man 3, påvirkning fra byggeplassen, skal fremme en miljømessig og forsvarlig ledelse og drift av byggeplasser, når det gjelder ressursbruk, energiforbruk og forurensning. I dette emnet målsetter NTNU seg lavest med 2 av 4 poeng, mens HSV og Nydalsveien tar 3 poeng, og Atlantic scorer høyest med hele 4 av 4 poeng, men poengscoren til NTNU kan justeres i senere faser av prosjektet. Nydalsveien oppjusterer poengscore fra 2 til 3 poeng, fordi de i tillegg til retningslinjer for best praksis, registreringer vannforbruk og energiforbruk fra aktiviteter på byggeplassen, velger å kjøpe inn sertifisert trevirke. HSV har dette som målsatt fra PA. Atlantic velger i tillegg å følge

opp CO<sub>2</sub>-utslipp fra transport til og fra byggeplassen. Dette var også diskutert i HSV og Nydalsveien, men ble valgt bort på grunn av mye motstand fra underentreprenører og leverandører.

Hea 9, forurensning i innemiljø, skal redusere forurensinger i inneluften slik som svevestøv og flyktige organiske forbindelser. Tre av prosjektene tar full score; HSV, Nydalsveien og NTNU, mens Atlantic tar 1 poeng. I tillegg tar HSV og Nydalsveien innovasjonspoeng i emnet. HSV og Atlantic oppjusterer poengscoren, henholdsvis 2 og 1 poeng, antakelig fordi de ser at det krever lite ekstra ressurser å få full score. Det første poenget i emnet går hovedsakelig på vanlig norsk praksis til seriøse aktører, slik som ren og ryddig byggeplass, tilstrekkelig rengjøring ved overlevering, og design av produkter med små fibre slik at de ikke avgis til romluften. I tillegg må det brukes mer miljøvennlig maling og produkter (etter tabell 5.5 i BREEAM-NOR 2012 manualen). Med god planlegging og oppfølging i innkjøp av produkter er dette et nokså overkommelig emne, spesielt dersom du tar det første poenget, noe alle prosjektene må gjøre da det er et minimumskrav. NTNU, med Excellent som klassifiseringsnivå, må ta begge poengene.

Hea 10, termisk komfort, skal sikre at bygget oppnår hensiktsmessige termiske komfortnivåer for arealer i bruk. Tre av prosjektene tar full score i emnet. Nydalsveien oppjuster målsatt poengscore fra 0 til 2 poeng, fordi prosjektgruppen antakelig ser at poengene er innenfor prosjektets rekkevidde, i og med at de har høyt fokus på fasaden samt andre emner i kategorien. HSV nedjusterer imidlertid målsatt poengscore fra 2 poeng i PA til 0 poeng i DP. Det er usikkert hvorfor dette gjøres, og mange faktorer spiller inn. For eksempel endret HSV fasaden på grunn av krav rundt LCC beregninger (Man 12). Videre la prosjektet listen høyt i starten, fordi det var deres første BREEAM-prosjekt, og de kan dermed ha valgt bort emnet til fordel for andre, med for eksempel lavere kostnader. I tillegg har Hea 11, termisk soning, stor sammenheng med Hea 10, og begge emnene ble valgt bort i DP hos HSV. Denne sammenhengen kan også sees ved at Nydalsveien oppjusterer både Hea 10 og 11.

Ene 3, delmåling av høy energibelastning og uteleiearealer. Ingen av prosjektene tar poenget. HSV og Atlantic hadde poenget listet opp i PA, men fjerner poenget i DP. Emnet er lite relevant i et sykehjem og hotell med samme leietaker, og antakelig valgt bort til fordel for andre emner som gir mer tilbake til prosjektet, eventuelt har lavere kostnad.

Mat 5 omhandler ansvarlig innkjøp av materialer for viktige bygningselementer. HSV og NTNU tar full score (2 poeng), Atlantic 1 poeng og Nydalsveien 0 poeng. HSV går

fra 0 poeng i PA til 2 poeng i DP, mens Nydalsveien går fra 1 poeng i PA til 0 poeng i DP. Når prosjektet allerede jobber med ansvarlig innkjøp av trevirke gjennom (Man 3), samt bruker produkter med EPDer og som er registeret i ECOproduct (Mat 1), er noe av jobben allerede gjort. Emnet krever at det finnes dokumentasjon gjennom reviderbare tredjeparts sertifiseringsordninger. HSV ser at prosjektet antakelig utvikler seg i den retning at emnet er relevant og at prosjektet kan oppnå poeng. Imidlertid velger Nydalsveien bort poenget, noe som kan komme av flere faktorer, slik som ressursbruk eller bytte mot andre emner. I dette tilfellet var APs manglende erfaringer med emnet årsaken til at poenget ble valgt bort.

Pol 4 skal begrense NO<sub>x</sub>-utslipp fra byggets oppvarmingssystemer. Emnet er svært lite ressurskrevende dersom forutsetningene ligger til rette. En liten sjekk av utslippene til varmekilden kan gi opptil 3 poeng. Dette var altså situasjonen for både HSV (energibrønner) og Nydalsveien (energieffektiv energisentral) med varmekilde som har lavere NO<sub>x</sub>-utslipp enn forventet i tidligere faser av prosjektene. Alle prosjektene tar full poengscore i dette emnet.

### 5.1.6 Resultatmargin

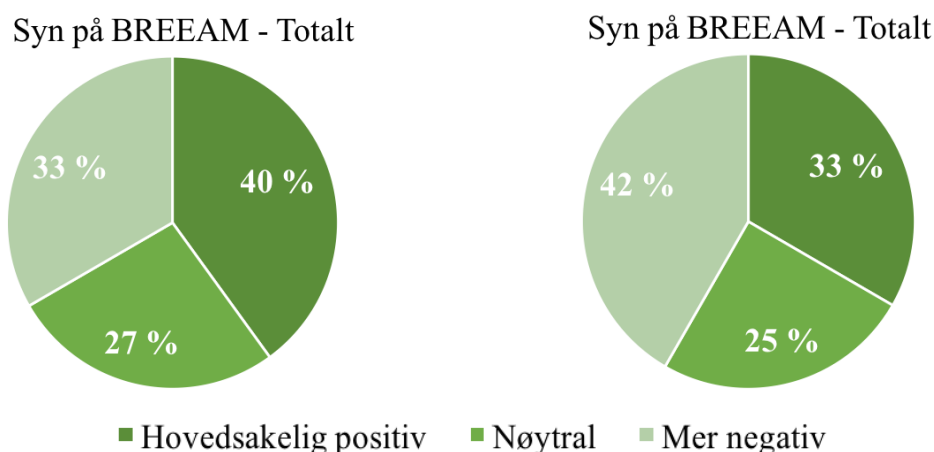
Alle prosjektene har en resultatmargin innenfor intervallet i sin gruppe, etter prosjektstørrelse, for prosjekter i Backe, og ingen av prosjektene har gått med tap. HSV sykehjem og Nydalsveien 33 har begge en resultatmargin høyere enn gjennomsnittlig resultatmargin, etter prosjektstørrelse. Likevel har Radisson Blu Atlantic Hotel omtrent gått i null. Det vil si at prosjektet har lavere resultatmargin enn gjennomsnittet. Dette kan blant annet skyldes lite erfaring med BREEAM og/eller at prosjektet har vært komplisert, da det er et svært rehabiliteringsprosjekt med BREEAM-krav, og at prosjektet har undervurdert dette i kalkuleringsfasen.

## 5.2 Intervjuer

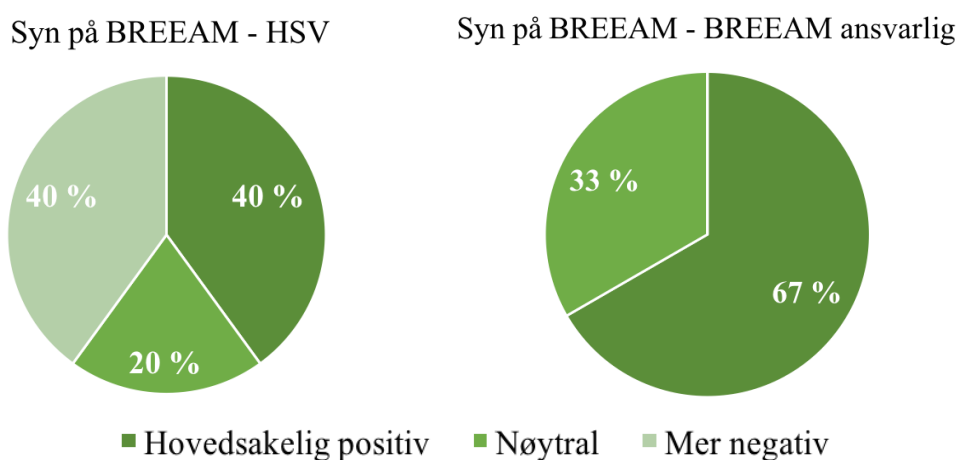
Sammendraget fra intervjurunden er oppsummert i vedlegg C2, hvor svarene fra intervjudeltakerne er listet opp i tabeller, eller illustrert gjennom grafer/diagrammer der dette er mulig. De mest sentrale funnene fra intervjurunden er plassert i dette kapitlet med en forklarende tekst.

### 5.2.1 Syn på BREEAM

Som figur 5-7 viser er det totalt størst andel med positivt syn på BREEAM, men dersom NTNU-prosjektet fjernes, fordi det ikke er gjennomført, er det flest med negativt syn. Nøytralt syn holder seg forholdsvis likt, både inklusiv og eksklusiv NTNU-prosjektet. Nøytralt syn er definert som omtrent like mange positive og negative synspunkt. Positivt og negativt syn kan ha et fåtall av synspunktene i motsatt retning.



Figur 5-7: Syn på BREEAM inkludert alle intervjudeltakerne (venstre) og uten NTNU-prosjektet (høyre)



Figur 5-8: Syn på BREEAM fra prosjektgruppen i HSV (venstre) og BREEAM-ansvarlig (høyre)

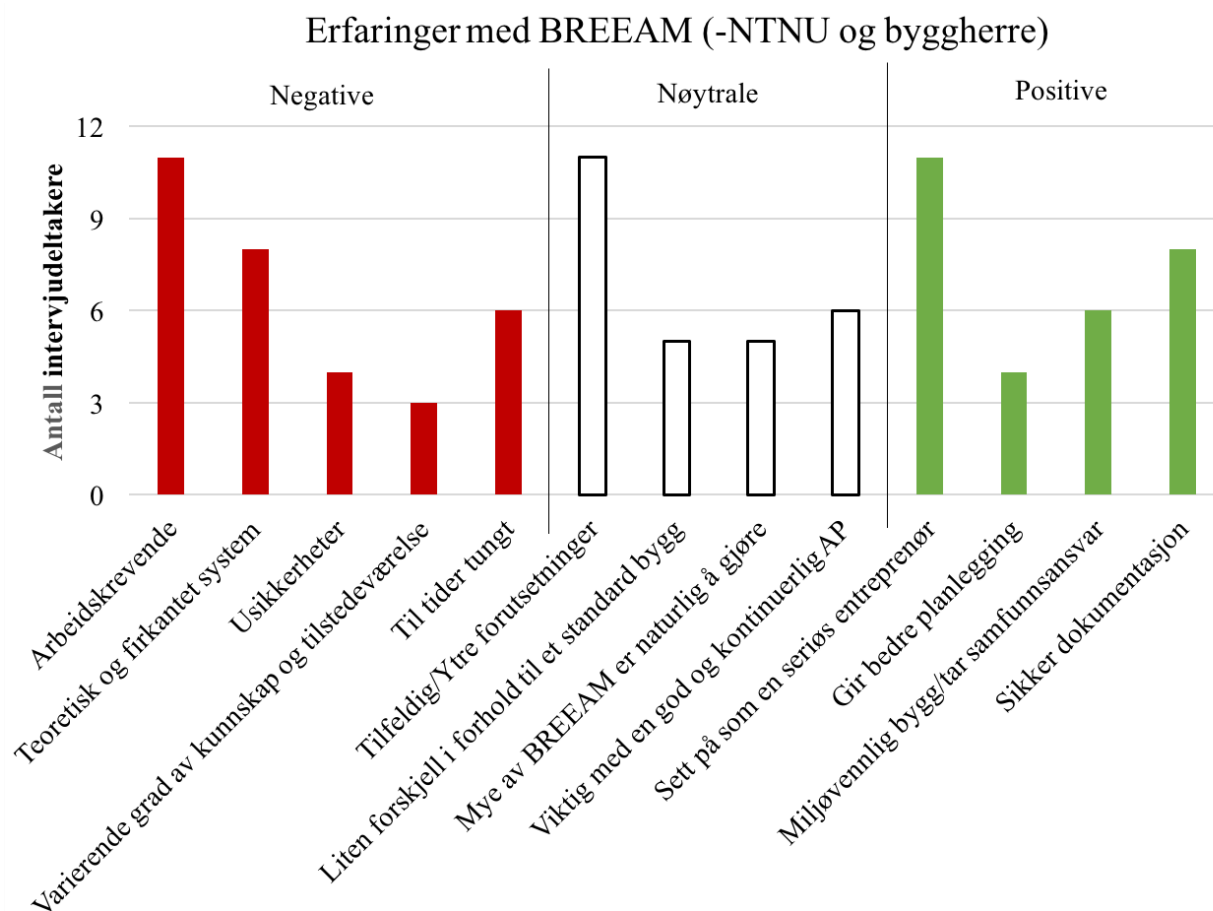
NTNU har størst andel med positivt syn og ingen med negativt syn. Årsaken kan blant annet være at prosjektet ikke er gjennomført. Dersom en tar bort NTNU-prosjektet vil det være høyest andel med negativt syn. Av de gjennomførte prosjektene har HSV sykehjem størst andel med positivt syn (figur 5-8). Blant annet kjørte prosjektet et dagskurs for alle i prosjektgruppen, som kan ha skapt høyere kunnskapsnivå, engasjement og positivitet. Deretter er BREEAM-ansvarlig, prosjektstillingen som har høyest andel med positivt syn. Dette er naturlig siden de er mer involvert i BREEAM-arbeidet. Det samme gjelder for prosjekteringslederne i design- og prosjekteringsfasen

Nydalsveien er prosjektet som har høyest andel med negativt syn på BREEAM (50%). Dette kan komme av lavere engasjement i prosjektgruppen og/eller lav villighet til å endre på rutiner som har fungert godt i tidligere prosjekt. Videre er det ingen prosjektstilling som utmerker seg med høyest andel negativt syn. Halvparten av prosjektlederne, anleggslederne og den siste gruppen (dvs. prosjektleder byggherre og administrerende direktør) har et mer negativt syn, antakelig fordi de er mindre involvert i BREEAM-arbeidet.

### 5.2.2 Erfaringer med BREEAM

Figur 5-9 viser intervjudeltakernes erfaring med BREEAM, men svarene fra NTNU-prosjektet og byggherre utgår, fordi prosjektet ikke er gjennomført og byggherre har et annet perspektiv enn en totalentreprenør. På den ene siden mener alle intervjudeltakerne at BREEAM er arbeidskrevende, men på den andre siden blir man sett på som en mer seriøs aktør. I konkurranser om prosjekter, kan det være fordelaktig at en har erfaring med BREEAM, da prosjekter tildeles basert på andre faktorer enn kostnader.

Det er enighet om at BREEAM er arbeidskrevende da systemet krever mer planlegging, oppfølging og dokumentasjon. Likevel påpeker over halvparten av de intervjuede at dokumentasjonen gir en sikkerhet på at prosjektet er bygd i henhold til kravene. Imidlertid mener i underkant av halvparten at det er liten forskjell mellom et BREEAM-bygg og et standard bygg, spesielt gjennomført av seriøse entreprenører. De er usikker på om slike prosjekter er mer miljøvennlig. De mener at forskjellen hovedsakelig ligger i dokumentasjonen, noe som gjør prosjektet mer tid- og kostnadskrevende, fordi det krever flere arbeidstimer og i noen tilfeller må en velge bort foretrukket UE/leverandør. Det blir videre påpekt at A20 listen (miljøgiftslisten) i BREEAM-NOR-manualen blir fulgt også i andre prosjekter uten BREEAM-krav. Svarene er altså noe motsigende, ettersom A20 listen er en følge av miljøklassifiseringsverktøyet.



#### Erfaringer med BREEAM

*Figur 5-9: Erfaringer med BREEAM*

Videre er det tydelig at flere synes at mye er avhengig av ytre faktorer. Flere synes det er merkelig at bygg i nærheten knutepunkt nærmest automatisk oppnår poeng. I tillegg oppfatter noen det som svært frustrerende at en kan kjøpe poeng som ikke betyr noe for prosjektet, for eksempel kan prosjektet kjøpe en flomrapport i et område uten flomfare. Samtidig krever klassifiseringsnivået oppnåelse av et visst antall poeng, og slike poeng blir derfor tatt dersom de har forholdsvis lave kostnader.

Videre påpeker en del av intervjudeltakerne at BREEAM til tider kan være tungt å arbeide med, fordi man møter varierte oppfatninger av miljøklassifiseringsverktøyet. Hovedsakelig kjenner de som er involvert i arbeidet, det vil si BREEAM-ansvarlig i gjennomføringsfasen og prosjekteringsleder i design- og prosjekteringsfasen, mer på dette. Ofte gjør UEer og leverandører slik de alltid har gjort. Følgende kan det være enklere at BREEAM-ansvarlig selv gjør jobben, enn at ansvarlig forventer at UEer og leverandører skal levere til punkt og prikke.

Bygningsektoren er en tradisjonell bransje, hvor det tar lang tid å endre rutiner og mønstre. BREEAM skaper derfor usikkerheter, spesielt rundt arbeidsoppgaver og økonomi. Fremover vil det være tenkelig at ting går mer av seg selv, fordi flere og flere av aktørene i bransjen tilegner seg kunnskap og erfaring.

Rundt halvparten mener at et BREEAM-bygg er mer miljøvennlig, fordi tankesettet er bra, da verktøyet fokuserer på solide bygg med lang levetid og et sunt innklima. Bedre planlegging som tvinger prosjektet til å ligge foran kan for eksempel gi bedre innkjøp, logistikk, mindre avfall, høyere effektivitet og dermed lavere kostnader. Resulterende gir planleggingen som er nødvendig for å henge med, tilfredsstillende og dokumentere alle krav, høyere sannsynlighet for å gjennomføre et vellykket prosjekt. I tillegg blir det påpekt at verktøyet er med på å endre bransjen. Alle bygg kan ikke plutselig bli miljøvennlig over natta. Det er derfor viktig å få bransjen på rett spor med utfasing av produkter som inneholder miljøgifter og bruk av systemer som blant annet ProductXchange og ECOproduct. Samtidig mener noen at flere av BREEAM-prosedylene er naturlig å gjøre for seriøse entreprenører, altså at kun etterprøvbareheten mangler. Denne etterprøvbareheten med dokumentasjonskrav blir sett på som veldig teoretisk og firkantet av svært mange, noe som er med på å rette et negativt lys mot BREEAM.

Avslutningsvis påpeker en del av intervjudeltakerne viktigheten av en god og kontinuerlig AP. En AP med lite erfaringer og/eller dårlig kommunikasjonsevne skaper frustrasjon i prosjektgruppen. Bytte av AP kan også skape usikkerheter og frustrasjoner i prosjektgruppen.

### 5.2.3 Informasjonsflyt

Informasjonsflyten mellom ulike ledd samt kjennskap til BREEAM og verktøyets oppgaver er viktig for å øke effektiviteten, men dette krever ekstra av totalentreprenør, spesielt hver gang nye aktører kommer inn i prosjektet. I tillegg må prosjektgruppen ha tilstrekkelig kunnskap. HSV hadde for eksempel grunnopplæring av hele teamet, noe som kan se ut til å ha gjort prosessen enklere, ettersom de hadde en gjennomsnittlig lavere anslått mengde arbeidstimer med BREEAM (figur 5-15).

I design- og prosjekteringsfasen ved HSV ble det gjennomført separate BREEAM-møter og det ble ofte en tilleggsdel i de ordinære prosjekteringsmøtene. Nydalsveien startet også med BREEAM som en fast del av prosjekteringsmøtene, men dette slukte hele



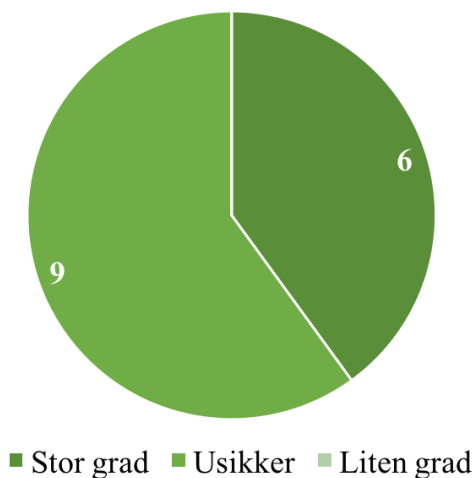
møtet. BREEAM ble derfor tatt ut og tatt opp på egne oppfølgingsmøter ved behov. Samtidig ble det fortsatt rapportert status og sendt ut purringer i prosjekteringsmøtene. I alle kontrakter til prosjektene ble det lagt ved en BREEAM-del, og det var noe av det første som ble gjennomgått i oppstartsmøter og fremdriftsmøter med UEer og leverandører. Likevel skjønner ikke alle UEer og leverandører helt hva de skal levere. De gjør ofte ting slik de alltid har gjort, og sier; ”Kommer du med dette nå?”. Problemet er at det er stor forskjell mellom de som signerer avtalene og de som faktisk utfører arbeidet. Formannen som skulle ha ansvaret for innkjøpene blir for eksempel byttet ut med en bas som ikke vet noe om kravene i BREEAM, og som ender opp med å kjøpe akkurat det produktet som ikke tilfredsstillter kravene. Dette ble i noen grad løst i Nydalsveien ved inngåelse av avtaler med de store leverandørene. I tillegg kjørte alle prosjektene oppfølging i form av registrering av produkter i ProductXchange og miljørunder med stikkontroller.

Resulterende kan det være enklere å spørre om et spesifikt dokument eller gjøre jobben selv enn å forklare alt gjentatte ganger til ulike aktører og personer involvert i prosjektet. HSV og Nydalsveien påpeker at de kunne ha klart seg med en person mindre i prosjektgruppen uten BREEAM-kravene.

### 5.2.4 Energiforbruk og energiforsyning

Det er generelt en lav deltakelse fra prosjektgruppen angående energiforsyning og energibruk (figur 5-10) da dette hovedsakelig blir satt av byggherre og/eller kunden. Prosjektgruppen er kun med på å lede denne prosessen og kan derfor kun til en viss grad påvirke dette.

Grad av påvirkning for energibruk og energiforsyning



Figur 5-10: Intervjudeltakernes mening om av energiforbrukets og energiforsyningens grad av påvirkning på klassifiseringsnivået

Ettersom flere av deltakeren er lite delaktig i denne prosessen, stiller flertallet seg usikker til hvorvidt energibruk og –forsyning påvirker måloppnåelsen av BREEAM-klassifiseringsnivået. Samtidig mener noen at dette har stor påvirkning, siden Ene kategorien er vektet høyest av alle BREEAM-kategorier. Likevel tilsvarer et vektet Ene poeng i underkant av en vektprosent, fordi kategorien har størst mulig poengscore. Et poeng i Mat, Tra og Pol er i overkant av en vektprosent, som dermed slår vektingen til Ene, det vil si betyr mer for endelig vektet BREEAM-poengscore.

### 5.2.5 Materialer

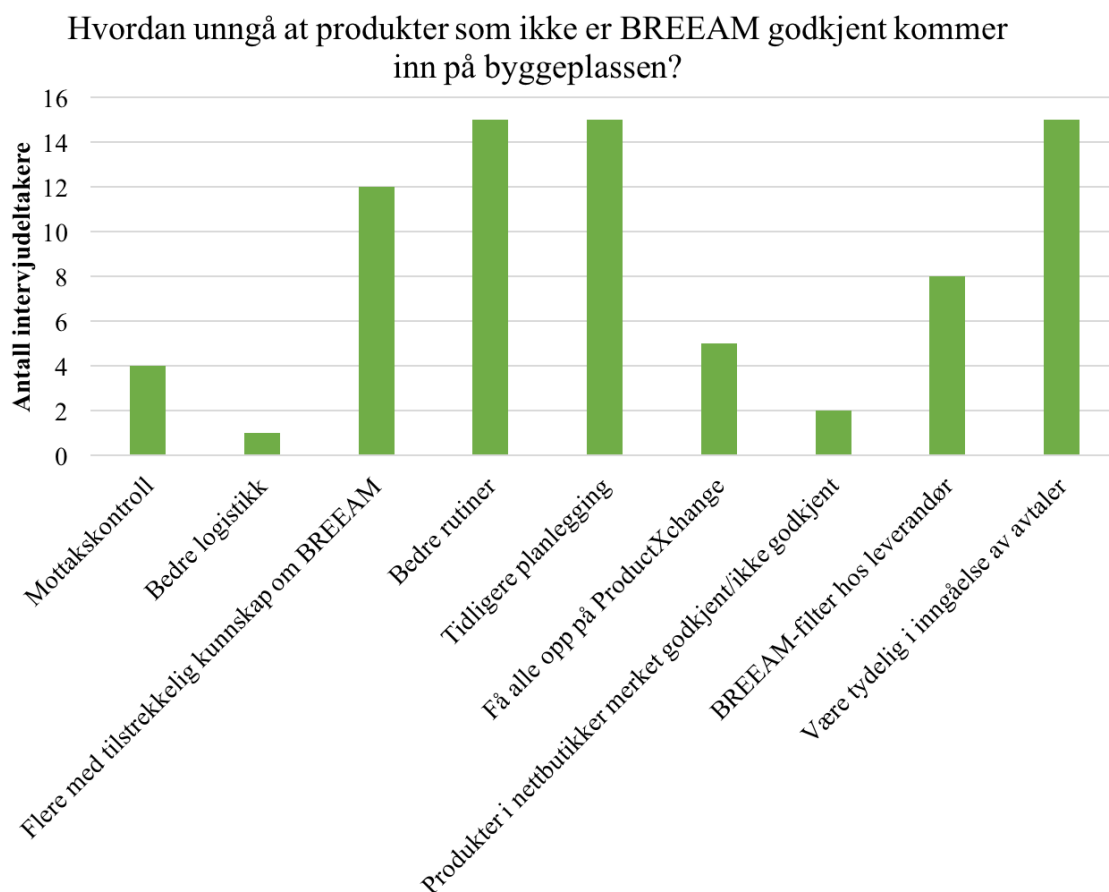
Alle intervjudeltakerne har til en viss grad vært med på materialvalg og/eller innkjøpsprosessen. Prosjektleder fra byggherre og prosjekteringslederne var hovedsakelig med på materialvalg i design- og prosjekteringsfasen, det vil si valg av hovedmaterialer, som for eksempel fasade og gulv. Videre var anleggslederne og BREEAM-ansvarlige med på materialvalg i gjennomføringsfasen, mens prosjektlederne hadde det overordnede ansvaret gjennom hele prosjektet.

Oppsummert tar prosjektene følgende BREEAM-poeng relatert til materialer:

- Ingen av produktgruppene i A20 listen skal inneholde stoffer definert som miljøgifter. Dette er et minimumskrav i alle BREEAM-prosjekter.
- Bruk av produkter med godkjente EPDer og bruk av produkter som tilfredsstillt ECOproduct krav, evt. Svaneblomst.
- Bygge robuste konstruksjoner og beskytte utsatte deler av bygningen, noe som reduserer utskiftninger til et minimum.
- Redusere forurensinger i innelufta ved å bruke produkter og design som har lave utslipp av svevestøv og kjemiske forbindelser.
- I tillegg tar prosjektene følgende egne poeng relatert til materialer:
  - HSV – Ansvarlig innkjøp av materialer og LCC-analyse.
  - Nydalsveien – Gjenbruk av eksisterende bærekonstruksjon.
  - Atlantic – Gjenbruk av både eksisterende bærekonstruksjon og fasader.
  - NTNU – LCA-analyse med 40% reduksjon i forhold til et referansebygg, hvor energi, materialer og transport er inkludert. Samt ansvarlig innkjøp av materialer og LCC-analyse.

Ingen av prosjektene har erfaring med å bygge inn produkter som ikke er godkjent. Likevel har det kommet inn produkter på byggeplassen med kjemikalier som ikke skal være der, hovedsakelig gjennom servicebiler med diverse produkter i bilen. For HSV ble det i tillegg funnet et fugeskum med innhold av kjemikalier som ikke er tillatt i et

BREEAM-prosjekt, men produktet ble funnet utenfor tomtegrensa. Dette hadde altså minimale følger for prosjektet, og førte kun til en ekstra runde med revisor. Atlantic hadde også en episode, hvor det hadde gått for fort i svingene under bestilling av dørtersker i treverk. Da tersklene kom til byggeplassen ble det funnet ut at de ikke hadde tilstrekkelig dokumentasjon. Dette fikk mindre følger for prosjektet, da treverket kun var lagret på byggeplassen og ikke montert. Det kostet prosjektet rundt 10 000 kr.



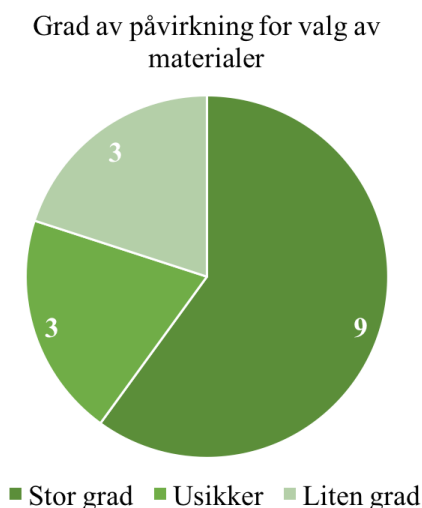
### Kommentar til forbedring/effektivisering rundt materialvalg i BREEAM-prosjekter

Figur 5-11: Hvordan unngå at produkter som ikke er BREEAM-godkjent kommer inn på byggeplassen?

Figur 5-11 viser intervjudeltakernes tiltak for å effektivisere materialvalg, innkjøp og oppfølging. Alle de intervjuede mener at bedre rutiner, tidligere planlegging og det å være tydelig i inngåelse av avtaler er nøkkelen for dette. Det siste gjøres i all hovedsak i dag, men vil ikke alene føre til en mer effektiv prosess. Noen påpeker at det bør brukes mer tid til at UEer skal skjønne hva BREEAM er og viktigheten av kravene i forkant av kontrakt. Og at det skal være tilstrekkelig med tid i denne fasen, til å sikre at alle produkter er i henhold til BREEAM-krav. Ulempen er at produkter hovedsakelig blir registret i ProductXchange rett før, eller eventuelt rett etter at de ankommer byggeplassen. Dette er for sent, og det vil gå mer ressurser på å endre produktet dersom

de ikke tilfredsstillende kravene. Videre er det i dag mer og mer vanlig at nettbutikker brukes, spesielt hos de store leverandørene. En mulig løsning vil derfor være at materialer og produkter er merket med BREEAM-kravene de eventuelt oppfyller i nettbutikken.

Deretter er det viktig at flere får tilstrekkelig kunnskap om BREEAM for å unngå at informasjon og krav forsvinner mellom leddene. En måte å sikre seg mot dette, kan blant annet være å inngå avtaler hos leverandører med et BREEAM-filter for prosjektet. Følgende kan en unngå at en person lengre ned i systemet uten tilstrekkelig informasjon om kravene, kjøper det produktet som ikke er tillatt på byggeplassen. Ulempen er at det er mange aktører inne i et byggeprosjekt, og derfor vanskelig å ha kontroll på alle leverandører, spesielt med UEr som har sine egne leverandører. Mottakskontroll er eneste mulighet for å 100% unngå at produkter som ikke er tillatt kommer inn på byggeplassen. Likevel påpeker flere at mottakskontroll er veldig ressurskrevende. Følgende blir miljørunder med stikkontroller prioritert.



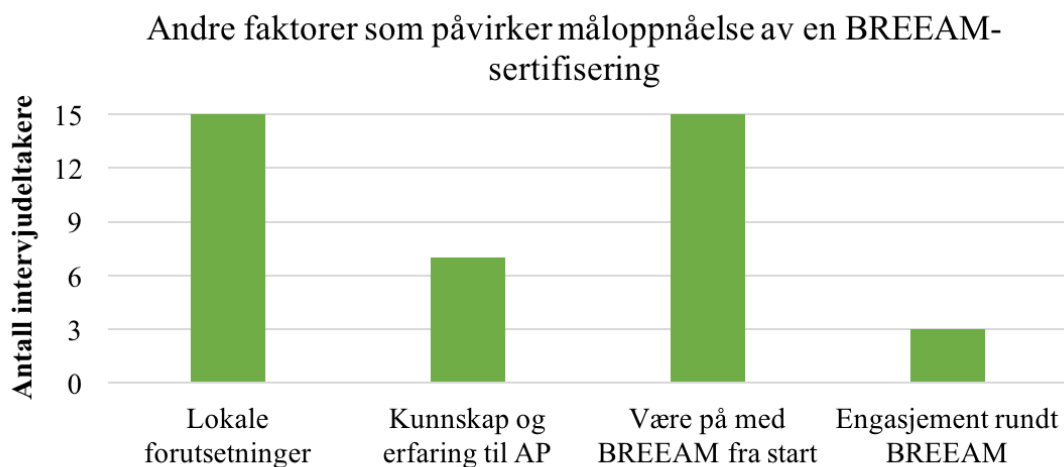
Figur 5-12: Intervjudeltakernes mening om materialers grad av påvirkning på måloppnåelse på klassifiseringsnivået

Figur 5-12 viser intervjudeltakernes mening om materialers påvirkning på måloppnåelse. De fleste mener at valg av materialer har stor påvirkning, fordi prosjektet må velge de riktige materialene og produktene som tilfredsstillende BREEAM-krav og dokumentasjon. Videre kan ikke materialer og produkter velges bort i sin helhet. Det blir påpekt at å trø feil, kan ha stor innvirkning, spesielt dersom materialet eller produktet finnes i et stort omfang og/eller er bygget inn i bygget. I tillegg mener noen at en får justert materialene og produktene som en følge av kravene i BREEAM, og at det gir noe i et bærekraftsperspektiv.

Likevel mener tre av de intervjuede at materialer har liten påvirkning på måloppnåelsen. Den ene fordi materialer er statiske, og dermed tilfredsstillende krav og dokumentasjon eller ikke. De andre fordi byggemåten omtrent er lik et bygg uten BREEAM-sertifisering. Antakelig mener de at det ikke er selve materialene og produktene som påvirker måloppnåelse, men god og tidlig planlegging.

### 5.2.6 Andre faktorer

Andre faktorer som intervjudeltakerne mener har stor innflytelse på måloppnåelse av BREEAM-klassifiseringsnivået er illustrert i figur 5-13. Flere mener at ting er overlatt til tilfeldighetene, men samtidig påpeker noen at det har sin hensikt, fordi en kan påvirke resultatene. Fra figuren kan en se at faktorene i bunn og grunn overlapper erfaringene. Alle mener at lokale forutsetninger og det å være på fra start, har stor innvirkning på klassifiseringsnivå. Lokale forutsetninger omhandler både hvilke muligheter prosjektet har for energiforsyning og nærhet til servicer som blant annet kollektivtransport og matbutikk. Videre mener de fleste at det er urettferdig at en tomt kan påvirke hvor mange såkalte lave frukter (dvs. lite ressurskrevende poeng) prosjektet kan plukke.



#### Faktorer som påvirker måloppnåelse av en BREEAM-sertifisering

Figur 5-13: Andre faktorer som påvirker måloppnåelse av en BREEAM-sertifisering

Å være på helt fra start med BREEAM er ansett som svært viktig. En intervjudeltaker påpeker at skippertaksteknikker fungerer dårlig, siden mye av BREEAM-arbeidet går ut på å dokumentere at alt er utført i henhold til kravene, noe som i noen tilfeller kan være umulig å dokumentere i ettertid. Videre blir det sagt at det er viktig med tilrettelegging av prosjektet i forprosjektfasen og involvering alle parter som skal levere under BREEAM. TE må følge opp BREEAM gjennom hele prosjektet, noe de mener gjøres best ved å ha en fast og dedikert person med ansvar for BREEAM som stiller

krav og er tøff. Samtidig må resten av prosjektgruppen støtte opp under denne personen. Likevel mener de BREEAM-ansvarlige at engasjementet rundt BREEAM er lavt, og at et høyere engasjement kan øke effektiviteten til BREEAM-arbeidet. Avslutningsvis har noen av prosjektene erfart at bruk av APer med mindre erfaring vanskeliggjør arbeidet. En løsningsorientert AP som er på TEs lag og samarbeider for bevis mot revisor, er følgende sett på som en suksessfaktor.

### 5.2.7 Kostnader i et BREEAM-prosjekt

To av intervjudeltakerne mener det er mulig å gjennomføre et BREEAM-prosjekt med lik, eventuell bedre, fortjeneste enn et prosjekt uten BREEAM-sertifisering, med forutsetning om at prosjektet maksimalt har Very Good som klassifiseringsnivå, altså ikke mulig for Excellent- eller Outstanding-prosjekt. De begrunner dette med at BREEAM-prosjekter får en del positive effekter produksjonsmessig fordi en hele tiden er tvunget til tidlig planlegging og god oppfølging. Prosjektet blir altså mer velrigget, velplanlagt og gjennomtenkt, og bedre planlegging er lik bedre økonomi fra deres perspektiv. Likevel mener flertallet at dette ikke er mulig, fordi BREEAM krever mer oppfølging, innkjøp av rådgivende tjenester og dokumentasjon. Videre kommer AP kostnaden, dersom ikke byggherren også tar denne, i tillegg til sertifiserings- og revisorkostnad.

### 5.2.8 Tiltak for å endre klassifiseringsnivået

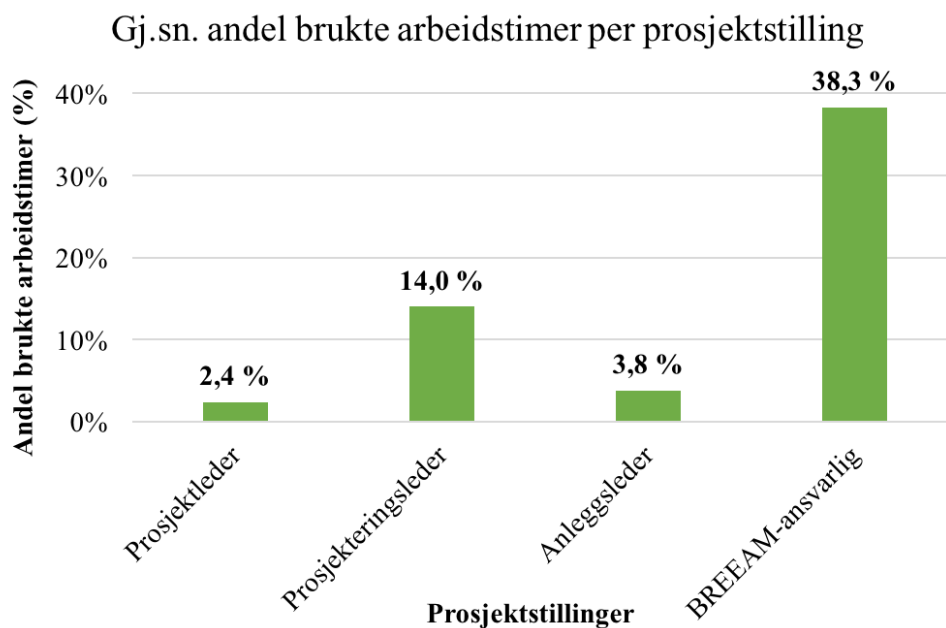
<i>Heve klassifiseringsnivået</i>	<i>Senke klassifiseringsnivået</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Høyere kostnader, ved å investere i mer teknisk utstyr og lignende.</li><li>• Tilrettelagt prosjektforutsetninger. Uten transport og energi godt tilrettelagt kan det fort bli dyrt og heve nivået, ettersom flere ekstra tjenester må kjøpes.</li><li>• Noe økt arbeidsmengde/oppfølging, hovedsakelig kun tid brukt til selve dokumentasjonen av flere emner, da grunnlaget av jobben allerede er inne.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Liten forskjell, når planlegging og oppfølgingen allerede ligger inne (gjelder hovedsakelig dersom prosjektet er Very Good og skal nedjusteres til Good, eventuelt fra Good til Pass).</li><li>• Reduserte kostnader (gjelder hovedsakelig fra Excellent til Very Good). De andre prosjektene tror ikke at de kan spare særlig mye ved å gå ned et nivå, da planleggingen og oppfølgingen allerede ligger inne. Det er eventuelt mulige å spare noen kostnader ved innkjøpte tjenester og få noe mindre dokumentasjonsarbeid</li></ul>

## 5.2.9 Fordeler og ulemper

	Fordeler	Ulemper
<b>For alle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Image/sertifiseringsstempel</li> <li>• Sikker dokumentasjon på at bygget er i henhold til krav</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen</li> </ul>
<b>Byggherre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavere driftskostnader</li> <li>• Utleiefordeler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Høyere investeringskostnad</li> <li>• Må selv bidra med noe av BREEAM-arbeidet</li> </ul>
<b>Entreprenør</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestisje – Blir sett på som en seriøs entreprenør</li> <li>• Tidlig planlegging og god organisering</li> <li>• Kontroll på hvilke produkter som er miljøvennlige</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skaper byråkrati</li> <li>• Er arbeidskrevende</li> <li>• Skaper usikkerhet i kostnader</li> </ul>
<b>Bruker</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sunt bygg med godt inneklima</li> <li>• Tilrettelagt for omgivelsene</li> <li>• Lavere driftskostnader</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Må ta hensyn til deler av innredningen. Motsigende at bruker kan sette inn ting som for eksempel avgir mye emisjoner i produktgruppene ekskludert fra BREEAM-manualen</li> <li>• Mindre individuell styring</li> </ul>

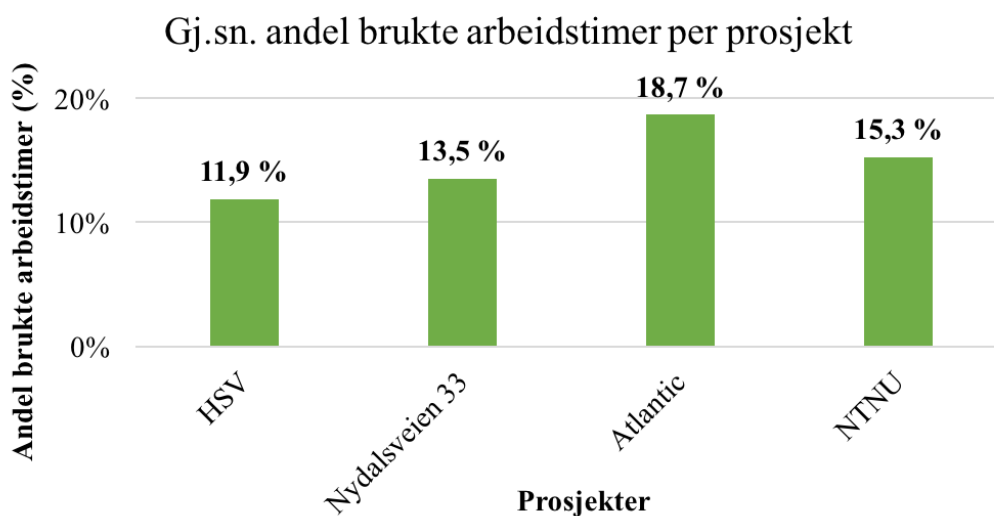
## 5.2.10 Arbeidstimer

Figur 5-14 og 5-15 viser prosjektgruppens anslag av arbeidstimer til BREEAM, fordelt over henholdsvis prosjektstilling og prosjekt. Totalt er gjennomsnitt 14,5%. Flere av de intervjuede påpeker at BREEAM-arbeidet går i bølgedaler i forhold til arbeidsmengde, med spesielt mye jobb i starten og på slutten, henholdsvis med planlegging og innsamling av dokumentasjon. Forventet har BREEAM-ansvarlig flere arbeidstimer, likevel er det store variasjoner innad, mellom 30% til 50%. Deretter kommer prosjekteringsleder, med også store variasjoner innad, mellom 5% til 25%. Det er naturlig at prosjekteringsleder hos NTNU anslår flere timer, da prosjektet har et høyere klassifiseringsnivå. Samtidig har prosjekteringsleder ved Nydalsveien et mye høyere anslag i forhold til HSV og Atlantic. Det er usikkert hvorfor det er slik, men det kan komme av feil anslått timeforbruk i et eller flere av prosjektene, uten notering gjennom prosjektet.



Figur 5-14: Gjennomsnittlig anslag av arbeidstimer til BREEAM per prosjektstilling

HSV er prosjektet med lavest gjennomsnittlig andel brukte arbeidstimer til BREEAM. Dette kan forklares ved at de gjennomførte et dagskurs for alle i prosjektgruppen, og dermed gav et grunnleggende kunnskapsnivå. I tillegg kan kurset ha gitt gruppen mer engasjement og motivasjon. Atlantic har imidlertid et høyere anslått timeforbruk også i forhold til NTNU med høyere klassifiseringsnivå. Grunnen kommer trolig av at NTNU-prosjektet kun er i bearbeidelsesfasen. Videre kan Atlantic ha et høyere timeforbruk fordi prosjektet er et stort rehabiliteringsprosjekt, noe som kan komplisere forholdene, og derav må flere ting avklares med revisor. I tillegg kan engasjementet hos prosjektgruppen spille inn, og hvor mye motstand BREEAM-ansvarlig møter hos UEer og leverandører.



Figur 5-15: Gjennomsnittlig anslag arbeidstimer til BREEAM per prosjekt



## 6 Diskusjon

Hensikten med masteroppgaven er å svare på problemstillingen *Faktorer som påvirker måloppnåelse i et BREEAM-NOR-prosjekt*, ved hjelp av fire forskningsspørsmål. Dette kapittelet diskuterer derfor forskningsspørsmålene på bakgrunn teorien som er presentert, samt resultatene fra casestudien og intervjurunden.

### 6.1 Kan personlige faktorer og erfaringer med BREEAM påvirke måloppnåelsen i et BREEAM-NOR-prosjekt?

Det er gjort flere funn i masteroppgaven som kan tilsi at personlige faktorer og erfaringer med BREEAM påvirker måloppnåelsen i et BREEAM-prosjekt. I teoridelen indikerte Schweber et. al (2014) viktigheten av blant annet godt samarbeid innad i prosjektgruppen, høyt nivå av forpliktelse og engasjement, erfaring med å jobbe sammen, og tidligere erfaring med miljøvennlige bygninger, for å oppnå BREEAM-sertifisering på en ressurs- og kostnadseffektiv måte.

Noen av funnene fra studien til Schweber kan bekreftes i intervjurunden. Flere av de intervjuede har påpekt at det til tider kan være veldig tungt å jobbe med BREEAM, spesielt dersom engasjementet er lavt. Disse utsagnene kommer hovedsakelig fra de mest involverte i BREEAM-arbeidet, det vil si prosjekteringsleder i design og prosjekteringsfasen og BREEAM-ansvarlig i gjennomføringsfasen. Engasjementet og forpliktelsen er spesielt lav hos underentreprenører og leverandører. Denne forpliktelsen er overraskende lav, med tanke på at aktørene faktisk har inngått en avtale med totalentreprenør om å tilfredsstille BREEAM-kravene. Arbeidet gjøres slik det alltid har vært gjort før, og informasjonen om kravene forsvinner mellom leddene, det vil si den som signerer og den som utfører arbeidet. Så klart er det underentreprenører og leverandører som leverer til punkt og prikke, men mitt inntrykk basert på intervjurunden, er at de fleste må pusses på og følges opp tett av BREEAM-ansvarlig.

Videre skjønner ansatte i prosjektgruppen forpliktelsen av BREEAM, og gjør det som BREEAM-ansvarlig sier må gjøres for at prosjektet skal kunne oppnå målsatt klassifiseringsnivå i henhold til kontrakt med byggherre. Likevel virker det som om at de mindre involverte i BREEAM-arbeidet har et mer negativt syn og lavt engasjement vedrørende BREEAM. Samtidig viser funnene fra ekstraspørsmålet til intervjurunden at arbeidstimene er noe lavere i det prosjektet som gjennomførte et dagskurs i BREEAM.

Fra mitt perspektiv kan det se ut som at et dagskurs både øker engasjementet og positivitet, i tillegg til kunnskapsnivået. På bakgrunn av dette mener jeg at personlige faktorer er viktig for å øke effektiviteten og samarbeidet i prosjektgruppen, fordi ansatte med BREEAM-oppgaver i prosjektgruppen kan få en følelse av at det de gjør, gir noe tilbake til prosjektet. Motsatt, i en mer negativ prosjektgruppe med lavt engasjement, vil trolig BREEAM-ansvarlige føle at jobben de gjør ikke betyr noe, og derfor jobbe mindre effektivt.

Svarene fra intervjurunden indikerer at hovedproblemet i effektiviteten av BREEAM-prosjekter ligger hos mange av underentreprenørene og leverandørene, i forhold til engasjement, kunnskap og forpliktelse. En løsning kan være å tydeliggjøre kravene i starten, og allerede før inngåelse av prosjekter bestemme hvilke materialer og produkter som skal brukes. Likevel sier intervjudeltakere at de allerede er nokså tydelig med underentreprenørene og leverandørene med tanke på BREEAM-krav. Følgende må en mer robust løsning på plass. Dette er videre diskutert i delkapittel 6.3.

Videre er bygningssektoren en tradisjonell bransje med dype røtter i erfaring og tradisjon fra langt tilbake i tid. Dette er med på å senke effektiviteten i implementering av BREEAM, da bransjen hovedsakelig liker å gjøre slik den alltid har gjort. I tillegg er det fortsatt ganske få BREEAM-prosjekter som er sertifisert i Norge. En kan derfor tenke seg at aktørene blir bedre og mer selvgående i fremtiden, etterhvert som de har mer erfaring, som igjen kan øke ressurs- og kostnadseffektiviteten til BREEAM-prosjekter.

Avslutningsvis ble det fra intervjudeltakerne også påpekt at samarbeid med BREEAM AP er svært viktig for at prosjektet skal lykkes på en ressurs- og kostnadseffektiv måte, i tillegg til APs kunnskap og erfaring fra tidligere prosjekter. Et BREEAM-prosjekt hvor AP og prosjektgruppen samarbeider dårlig vil øke sannsynligheten for at prosjektet blir mer ressurs- og kostnadskrevende. En mulig løsning på dette kan være å ansette en egen AP hos totalentreprenør, men dersom en ikke har kontinuerlige og mange nok BREEAM-prosjekter, er det også viktig at APen kan gjøre andre arbeidsoppgaver i bedriften, hvis ikke blir lite kostnadseffektivt for bedriften.

## **6.2 Hvilke innvirkninger har valg av energiforsyning og energibruk på måloppnåelsen i et BREEAM-NOR-prosjekt?**

Valg av energiforsyning og energibruk har i bunn og grunn stor betydning for hvilke klassifiseringsnivå et BREEAM-prosjekt kan oppnå, fordi kategorien i seg selv innehar mange BREEAM-poeng, og i tillegg har nivåene Excellent og Outstanding en del minimumskrav. Samtidig påvirker energieffektive bygg miljøet direkte, og brukerne får lavere driftskostnader mens byggherre kan ta høyere leieutgift eller salgspris, se videre diskusjon i delkapittel 6.4.

Totalentreprenør er lite delaktig i denne prosessen, og leder kun kravene fra byggherre og/eller kunde, som igjen er basert på byggherrens/kundens mål og lokale forutsetninger, slik som mulighet for påkobling til fjernvarmenettet eller muligheter for varmepumpe i grunnen. Samtidig viser casestudien tydelig at de to prosjektene med passivhus-standard scorer høyest i denne kategorien, noe som betyr at det er viktig for totalentreprenør å være på fra start og følge opp isolasjon- og tetthetskravene. Dette er noe totalentreprenør selv kan være med å påvirke, også uten BREEAM-krav. Ulempen er at det ofte koster en del, og følgende gjør ikke totalentreprenøren noe ekstra, uten krav om det.

På bakgrunn av dette, mener jeg at valg av energiforsyning og energibruk totalt sett har veldig lite å si fra totalentreprenørs perspektiv, så lenge ikke byggherre/kunden setter det veldig lavt. Til høyere energimål byggherren/kunden setter, til lettere er det for totalentreprenør å oppnå klassifiseringsnivået, fordi prosjektet ikke må ta andre BREEAM-poeng. Men, dette vil ikke gjelde de to øverste klassifiseringsnivåene, som uansett må ta mange poeng i denne kategorien.

### **6.3 Hvilke innvirkninger har valg av bygningsmaterialer på måloppnåelsen i et BREEAM-NOR-prosjekt?**

Valg av materialer og produkter har veldig stor betydning for måloppnåelse av et BREEAM-prosjekt fra totalentreprenørs perspektiv. Begrunnet i at det kan få betydelig konsekvenser for prosjektet dersom et material eller produkt som ikke tilfredsstiller minimumskravene kommer inn på byggeplassen, spesielt dersom materialet eller produktet blir montert. Bli et slikt material eller produkt oppdaget på byggeplassen må det byttes ut for at prosjektet skal bli sertifisert. Så jo tidligere dette blir oppdaget jo mer ressurs- og kostnadseffektivt vil prosjektet være.

Materialer og produkter har videre stor innvirkning på helse og innemiljø for brukerne, fordi riktig valg kan redusere forurensninger i innelufta. Fra byggherrens perspektiv har materialvalg mindre å si, men det kan øke interessen blant potensielle leietakere dersom innemiljøet er godt og vedlikeholdsbehovet lavt.

Basert på svar fra intervjurunden, mener jeg at løsningen for en effektiv prosess i valg av materialer og produkter, er samarbeid, kommunikasjon og planlegging, hvorav tidlig planlegging er helt essensiell. Selv om det virker kostnadskrevende, tror jeg det kan være lurt å teste ut mer kursing og opplæring av aktørene i prosjektet for å skape engasjement og heve kunnskapsnivået. Forhåpentligvis vil dette resultere i mer selvgående aktører, spesielt i mellomtiden til en får bedre systemer. På den ene siden som en av intervjudeltakerne indikerte kan man allerede før inngåelse av kontrakt med underentreprenører og leverandører bestemme hvilke materialer og produkter som skal brukes. På den andre siden skjer det endringer i løpet av byggeprosjekter, og informasjonen kan fortsatt forsvinne mellom leddene, derfor må mer robuste løsninger på plass. Det er ressurs- og kostnadskrevende å gå miljørunder og konstant følge opp ProductXchange. Dersom et material eller produkt, som ikke skal være på byggeplassen, blir oppdaget er feilen allerede begått.

Mottakskontroll gir 100% kontroll over hva som går inn på, og eventuelt ut av, byggeplassen. Dette tiltaket vil derfor stanse materialer og produkter uten tilfredsstillende krav. Likevel flytter tiltaket kun problemet et ledd ut i forhold til miljørunder, fordi materialet eller produktet fortsatt må byttes ut med et tilsvarende som tilfredsstillende BREEAM-kravene. Mer robuste løsninger må på plass, slik som avtaler med leverandører om BREEAM-filter, og nettbutikker hvor materialer og produkter er merket med eventuell BREEAM-godkjenning. Samtidig må tidlig planlegging iverksettes. I tillegg tenker jeg at installasjon av en digital mottakskontroll som registrer hva som går inn og eventuelt ut av byggeplassen ved hjelp av en strekkode, på samme

måte som personer registrerer seg med grøntkortet, kan redusere prosjektets ressursbruk knyttet til miljørunder, eller eventuell manuell mottakskontroll.

Oppsummert, tror jeg at en kombinasjon av tidlig planlegging, det å være tydelig i inngåelse av avtaler, gode systemer for planlegging, en form for BREEAM-filter hos leverandører, og digital mottakskontroll, i stor grad kan redusere ressursbruk og kostnader i oppfølging av materialer og produkter, samt redusere risikoen for å gjøre feil i BREEAM-prosjekter.

## 6.4 Kan et BREEAM-sertifisert bygg være konkurransedyktig sammenlignet med et bygg etter byggt teknisk forskrift?

Det er gjort varierte funn i masteroppgaven om hvorvidt et BREEAM-sertifisert bygg kan være konkurransedyktig i forhold til et standard bygg. Tidligere studier, presentert i teoridelen, har funnet ut at det er en merkostnad med BREEAM, som er avhengig av bygningstype, klassifiseringsnivå og geografisk beliggenhet. Resultater fra eksisterende studier viser at merkostnaden er minimal opp til klassifiseringsnivået Excellent, spesielt med bra geografisk beliggenhet. Det vil si i nærheten av kollektivtransport og andre servicier som blant annet matbutikk og legekontor. Videre ser det ut til (figur 2-30) at prosjekter fint kan oppnå en BREEAM Very Good-klassifisering med lave merkostnader, selv med dårlig plassering.

Funnene fra teoridelen stemmer ganske godt overens med funnene fra intervjurunden, hvor de fleste mener at det ikke er mulig å gjennomføre et BREEAM-prosjekt uten merkostnader. Samtidig mener to av intervjudeltakerne at BREEAM-prosjekter gir en del positive effekter produksjonsmessig, fordi en hele tiden er tvunget til å ligge foran. De mener at BREEAM-prosjekter blir mer velrigget, velplanlagt og gjennomtenkt, og fra deres perspektiv er bedre planlegging, lik bedre økonomi. Likevel er det, som en annen av intervjudeltakerne påpeker, ekstremt viktig at BREEAM blir nøye planlagt og oppfulgt. BREEAM er, fra personens perspektiv, ikke mulig å gjennomføre ved skipper-taksteknikker på en kostnads- og ressurseffektiv måte.

Videre tror jeg de fleste av intervjudeltakerne glemmer at avtalen de har med byggherre/kunde også er basert på BREEAM-målsettingen, og derav, med høy sannsynlighet, oppjustert i forhold til et bygg uten BREEAM-krav. Samtidig viser funnene fra casestudien at to av de gjennomførte prosjektene har en endelig resultatmargin høyere enn gjennomsnittet. Det vil si at prosjektene faktisk tjener mer enn et gjennomsnittlig prosjekt i samme størrelse. Basert på dette mener jeg at merkostnaden, funnet i både litteraturstudien og intervjurunden, ligger hos byggherre/kunde og ikke totalentreprenør. Samtidig viser eksisterende litteratur at BREEAM-bygg reduserer driftskostnadene og kan forbedre innemiljøet i bygget for brukerne. I tillegg viser intervjurunden at BREEAM øker etterprøvarheten av bygget, fordi prosjektet innehar mye dokumentasjon som bekrefter at bygget er i henhold til krav. Byggherre/kunde kan derfor ta igjen en høyere investeringskostnad ved hjelp av reduserte driftskostnader, høyere leieutgifter eller høyere salgspris. En studie fra teoridelen viser for eksempel at investeringskostnaden blir tatt igjen på grunn av lavere driftskostnader fra det niende året.

På bakgrunn av andre svar fra intervjurunden, kan det avslutningsvis være verdt å merke seg at BREEAM-prosjekter gir andre fordeler for en totalentreprenør. Blant annet blir bedriften sett på som seriøs og det kan skape bedre rekrutteringsmuligheter. Rekruttering kan skyldes to ting, både at BREEAM krever mer ressurser i prosjektgruppen, samt at unge nyutdannede og miljøbevisste vil prioritere slike bedrifter. I tillegg vil det gi totalentreprenøren et konkurransefortrinn i fremtidige prosjektkonkurranser, fordi de har kunnskap og erfaring med gjennomføring av BREEAM-prosjekt(er).

## 6.5 Andre funn

Svarene fra intervjurunden viser at BREEAM skaper negativitet rundt seg selv. For det første eksisterer det BREEAM-emner som ikke gir noe tilbake til prosjektet, men kan kjøpes inn, dersom prosjektet mangler et par poeng. Utarbeidelse av en flomrapport i et område som definitivt ikke er i en flomfarsone, er et eksempel på dette.

For det andre eksisterer det emner som ikke gjør noe annet for prosjektet enn å registreres, eventuelt følge opp noe, slik som Man 3 (påvirkning på byggeplass). I dette emnet skal prosjektet kun sette mål for blant annet energibruk, vannforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp fra transport til og fra byggeplassen, uten krav om å faktisk følge målene for å oppnå poeng, da det er registreringen og oppfølgingen som er det viktigste i henhold til manualen. Dette er mot sin hensikt både for miljøet og prosjektet. Oppfølgingen er ekstremt ressurskrevende for prosjektet, spesielt oppfølgingen av transport til og fra byggeplassen, fordi emnet blant annet møter mye motstand fra underentreprenører og leverandører. Skal dette emnet fortsette å eksistere bør det også inkludere universale maksimumsverdier etter prosjektstørrelse.

For det tredje innehar manualen emner som er mer tilrettelagt for visse prosjekter, slik som rehabilitering og geografisk plassering. Mat 4 (gjenbruk av eksisterende bærekonstruksjon) kan for eksempel kun gjøres i rehabiliteringsprosjekter. Likevel er 1 poeng å oppnå også for nybygg, selv om et nybygg egentlig aldri kan oppnå emnet. Fra et miljøperspektiv kan geografisk plassering være bra for prosjektet, fordi nærhet til knutepunkt kan redusere CO<sub>2</sub>-utslipp relatert til persontransport, eller bygg på gammel industritomt kan fjerne eksisterende miljøgifter i grunnen. Likevel er det mange av intervjudeltakerne som synes dette er merkelig. Følgende må det jobbes med videreformidlingen av formålet til slike emner.

Avslutningsvis ble det i litteraturstudien funnet en studie som viser at CO<sub>2</sub>-utslippene reduseres for et BREEAM-bygg i forhold til et standard bygg, og at denne reduksjonen er betydelig for Excellent og Outstanding. Dette betyr at miljøklassifiseringsverktøyet kan få byggesektoren på rett spor i forhold til bærekraftig utvikling og dagens klimamål.



## 7 Konklusjon og videre arbeid

### 7.1 Konklusjon

Masteroppgavens formål var å undersøke hvilke faktorer som påvirker måloppnåelse av BREEAM-NOR-prosjekter. I den forbindelse ble det gjennomført en casestudie av fire BREEAM-NOR-prosjekter og en intervjurunde av relevante personer fra prosjektene. Dette gav masteroppgaven varierte funn, med både objektive og subjektive svar, samt forslag til mulig effektivisering av dagens BREEAM-prosjekter og hva som er med på å skape negativitet rundt BREEAM.

Oppsummert er faktorene som påvirker måloppnåelse av BREEAM-NOR-prosjekter:

- Tidlig planlegging
- Engasjement rundt BREEAM
- Kunnskap om BREEAM
- Godt samarbeid, både innad i prosjektgruppen og på tvers av aktørene
- God koordinering av informasjon, spesielt med tanke på BREEAM-krav mellom ledene
- Gode systemer og rutiner for håndtering av BREEAM-krav og -dokumentasjon, spesielt med tanke på valg av materialer og produkter som tilfredsstillende BREEAM-krav
- Være tydelig i inngåelse av avtaler
- Prosjekttilpassede BREEAM-målsettinger, både angående hvilke BREEAM-poeng prosjektene målsetter seg for og BREEAM-klassifiseringsnivå
- Geografisk beliggenhet, spesielt i forhold til kollektivknutepunkt og andre servicer som blant annet matbutikk og barnehage
- Energimål og energiforsyning
- Det gir en fordel for prosjektet at prosjektgruppen tidligere har jobbet i lag og samarbeider godt, eller at personer i gruppen har erfaring miljøvennlige bygninger

Noen av faktorene er satt av lokale forutsetninger, mens andre faktorer kan aktører i ulikt omfang påvirke, for å effektivisere ressursbruk og redusere kostnader. Lokale forutsetninger, slik som geografisk plassering, er det lite å gjøre noe med for aktører, dersom ikke byggherre/kunde har ulike tomtealternativer, da kan de være med å bestemme utfallet av hvilke BREEAM-emner som kan oppnås. Resulterende kan BREEAM være med på å påvirke byggherre/kunde til å velge med tanke på bærekraftig

utvikling, som blant annet å redusere klimautslipp fra persontransport eller gi tomta bedre økologisk verdi. Andre prosjektforutsetninger, gjelder for eksempel energiforsyning og energiforbruk, noe som både er avhengig av lokale forhold og ambisjonsnivå til byggherre/kunde. Kort fortalt kan alle faktorer som er avhengig av lokale forutsetninger hovedsakelig kun påvirkes av byggherre/kunde, mens totalentreprenør i liten grad kan påvirke dette BREEAM-utfallet. Totalentreprenør skal hovedsakelig kun lede gjennomføringen av disse kravene.

De andre faktorene som påvirker måloppnåelse av BREEAM-NOR-prosjekter, det vil si faktorer som går på planlegging, kunnskap, engasjement, samarbeid, koordinering, systemer, rutiner og lignende, vil totalentreprenør i stor grad påvirke utfallet av. Videre vil disse faktorene også i stor grad påvirke ressurs- og kostnadsbildet til prosjektet, hvorav valg av materialer og produkter og dens oppfølging er essensiell.

Oppsummert er løsningen på et mer kostnads- og ressurseffektivt BREEAM-prosjekt fra totalentreprenørens perspektiv følgende:

- Tidlig planlegging med gode systemer for planlegging
- Opplæring og kursing av prosjektgruppen og andre relevante aktører
- Være (enda mer) tydelig i inngåelse av avtaler
- BREEAM-filter hos leverandør, og eventuell nettbutikk
- Digital mottakskontroll

Denne effektivisering av BREEAM-prosjekter vil hovedsakelig gjelde for materialvalg og innkjøpsprosessen, fordi denne prosessen er den mest ressurskrevende fra totalentreprenørens perspektiv i BREEAM-prosjekter i dag.

Avslutningsvis viser funnene fra masteroppgaven at BREEAM-prosjekter kan være konkurransedyktige i forhold til et standard bygg, opp til Excellent med de rette lokale forutsetningene og ambisjonene fra byggherre/kunde, og opp til Very Good for prosjekter med et dårligere utgangspunkt vedrørende prosjektets forutsetninger. Dette gjelder både for byggherre/kunde og totalentreprenør, men spesielt for totalentreprenør som allerede går inn i en kontrakt med forutsetninger om BREEAM-krav. Byggherre/kunde kan med rett planlegging av BREEAM-emner ta igjen økte investeringskostnader ved hjelp av reduserte driftskostnader eller økt utleiepris, eventuelt salgspris. Imidlertid vil det ofte være større risiko og usikkerheter knyttet opptil et BREEAM-prosjekt for alle aktører, spesielt dersom en har lite erfaring og kunnskap om BREEAM.

### 7.2 Videre arbeid

Det vil være veldig interessant å kartlegge hele kostnadsbildet til BREEAM-NOR-prosjekter, basert på antall timer ansatte i prosjektgruppen bruker til BREEAM-oppgaver, andre tjenester som må kjøpes inn for å nå målsatt klassifiseringsnivå, og eventuell differanse mellom materialer og produkter med og uten tilfredsstillende BREEAM-krav. For å gjøre dette må det gjennomføres en casestudie, hvor prosjektene følges opp fra start med et system for registrering av BREEAM-arbeid og –kostnader. Det som vanskeliggjør denne prosessen, er at det noen ganger, som erfart fra intervjurunden, kan være utfordrende å skille mellom hva som er BREEAM og andre ordinære oppgaver, fordi mange av BREEAM-oppgavene går inn i andre ordinære oppgaver til prosjektet. For å få et valid resultat bør casestudien kun se på en bygnings-type med omtrent like forutsetninger, men med forskjellig klassifiseringsnivå for å kartlegge differansen mellom nivåene. I utformingen av masteroppgaven var det hovedsakelig ønskelig å se på dette kostnadsbildet til prosjektene, men det ble for vanskelig å gjennomføre uten et hav av antakelser, fordi de intervjuede ikke hadde tilstrekkelig med BREEAM-erfaringer og -kunnskap.



## Referanseliste

- Abdul, Y, Quartermaine, R. (2014) *Delivering sustainable buildings. Svaings and payback*. Building Research Establishment Ltd & Sweett Group. Tilgjengelig fra: <https://tools.breeam.com/filelibrary/Presentations/DeliveringSustainableBuildingsSlides.pdf> (Hentet: 10.10.2017)
- Almås, A. J., Lisø, K. R., Hygen, H. O., Øyen, C. F., Thune, J. V. (2011) *An approach to impact assessment of buildings in changing climate*. Building Research & Information, 39 (3), s. 227-238. Doi: 10.1080/09613218.2011.562025
- Avantor (u.å.) *NYDALSVVEIEN 33*. Tilgjengelig fra: <http://avantor.no/2015/09/07/nydalsveien-33-2/> (Hentet: 15.11.2017)
- Awad, O. (2017) *Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis*. Journal of Building Engineering, (11), s. 25-29. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2017.03.010> (Hentet: 04.09.2017)
- Backe (2017a) *Grønnere byggeplasser på agendaen*. Tilgjengelig fra: <https://www.energinorge.no/fagomrader/energibruk-og-klima/nyheter/2017/kan-kutte-99-av-utslipp-fra-byggeplasser/rapport-utslippsfrie-byggeplasser/> (Hentet 26.09.2017)
- Backe (2017b) Tilgang på prosjektdokumenter samt informasjon om prosjektene fra intervjudeltakerne. Intern kilde.
- Backe (2017c) *Prosjektanalyse*. Backe Entreprenør Holding AS. Prosjektpresentasjon.
- Bawden, K., William, E. (2015) *Hybrid Life Cycle Assessment of Low, Mid and High-Rise Multifamily Dwellings*. Challenges, (6), s. 98-116. Doi:10.3390/challe6010098
- Bjørberg, S., Larsen, A. Øiseth, H. (2007) *Livssyklus kostnader for bygninger*. 3. versjon. Oslo: RIF – Organisasjon for rådgivende ingeniører. Norges bygg- og eiendomsforening. Norges forskningsråd. Multiconsult. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/livssyklus-kostnader-for-bygninger.pdf> (Hentet: 26.09.2017)
- Bjørberg, S, Støre-Valen, M. (2017) *Building traditions and design throughout history*. Forelesning i TBA4170 Ombyggingsteknikk og forvaltning. NTNU, Trondheim.

BRE (u.å.) *What is BREEAM?* Building Research Establishment Ltd Community .  
Tilgjengelig fra: <http://www.breeam.com> (Hentet: 04.09.2017)

Brødrene Dahl, Optimera (2014) *ZEB House Multikomfort Larvik* [foto] Tilgjengelig fra:  
<http://www.multikomfort.no/prosjekthus/huset-i-larvik/multikomfort-huset-i-bilder/> (Hentet: 25.09.2017)

Byggindustrien (2017) *100 Største, 2016*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/100-storste>  
(Hentet: 07.12.2017)

Byggindustrien (2017) *Slik blir TEK17 – som trer i kraft 1. juli*. Tilgjengelig fra:  
<http://www.bygg.no/article/1318494> (Hentet: 18.09.2017)

Byggmiljø (u.å.) *Om NPH (Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall)*. Tilgjengelig fra: <http://www.byggmiljo.no/om-nhp-nettverket-2/> (Hentet 07.01.2017)

coBuilder (u.å.) *ProductXchange*. Tilgjengelig fra: <http://productxchange.no/productxchange-arbeidsgrupper/> (Hentet: 28.09.2017)

Cole, R. J. (2005) *Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles*. Building Research and Information, 5 (35), s. 455-467.  
DOI: 10.1080/09613210500219063

Cole, R. J., Valdebenito, M. J. (2013) *The importation of building environmental certification systems: international usages of BREEAM and LEED*. The importation of building environmental certification systems: international usages of BREEAM and LEED, 6 (41), p. 662-676. Doi: 10.1080/09613218.2013.802115

DIBK (2010) *Byggteknisk forskrift (TEK10)*. Direktoratet for Byggkvalitet. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/tek/> (Hentet: 18.09.2017)

DIBK (2017) *Byggteknisk forskrift (TEK17)*. Direktoratet for Byggkvalitet. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/> (Hentet: 18.09.2017)

Ding, G. K. C. (2007) *Sustainable construction – The role of environmental assessment tools*. Journal of Environmental Management, (86), s. 451-464. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.12.025> (Hentet: 09.11.2017)

DGNB (u.å.) *The DGNB sustainability concept. The new quality of building*. Tilgjengelig fra: [http://www.dgnb-system.de/en/system/dgnb-sustainability\\_concept/](http://www.dgnb-system.de/en/system/dgnb-sustainability_concept/) (Hentet: 03.10.2017)

DNV GL (2017) *Utslippsfrie byggeplasser*. Energi Norge. Norsk Fjernvarme. Enova. Bellona. Tilgjengelig fra: <https://www.energinorge.no/fagomrader/energibruk-og-klima/nyheter/2017/kan-kutte-99-av-utslipp-fra-byggeplasser/rapport-utslippsfrie-byggeplasser/> (Hentet: 26.09.2017)

Enova (2015) *Om energiattesten*. Tilgjengelig fra: <https://www.energimerking.no/no/energimerking-bygg/energimerking-av-bolig/om-energiattesten/> (Hentet: 28.09.2017)

EPD Norge (u.å.a) *Betongvarer*. Tilgjengelig fra: <http://epd-norge.no/betongvarer/category316.html> (Hentet: 25.09.2017)

EPD Norge (u.å.b) *Heltreprodukter*. Tilgjengelig fra: <http://epd-norge.no/heltreprodukter/category320.html> (Hentet: 25.09.2017)

EPD Norge (u.å.c) *Hva er en EPD?* Tilgjengelig fra: <http://epd-norge.no/hva-er-en-epd/> (Hentet: 25.09.2017)

European Commission (u.å.) *Energy – Energy Efficiency – Buildings*. Tilgjengelig fra <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings> (Hentet: 15.09.2017)

Fenner, R. A., Ryce, T. (2008) *A comparative analysis of two building rating systems. Part 1: Evaluation*. *Engineering Sustainability*, (161), s. 55-63. Doi: 10.1680/ensu.2008.161.1.55

Fufa, S. M., Schlanbusch, R. D., Sørnes, K., Inman, M., Andresen, I. (2016) *A Norwegian ZEB Definition Guideline* ZEB Project report 29-2016. The Research Centre on Zero Emission Buildings. Tilgjengelig fra: <http://www.zeb.no/index.php/en/news-and-events/256-a-norwegian-zeb-definition-guideline> (Hentet: 19.09.2017)

Garathun, M. G. (2016) *Betongproduksjon. Betong star for 5 prosent av verdens CO2-utslipp. Slik skal forskerne lage en renere variant som varer lengre*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/betong-star-for-5-prosent-av-verdens-co2-utslipp-slik-skal-forskerne-lage-en-sterkere-og-renere-variant/347625> (Hentet: 25.09.2017)

GBCA (u.å.) *Green Star. The what and why of certification*. Green Building Council Australia. Tilgjengelig fra: <http://new.gbca.org.au/green-star/> (Hentet: 03.10.2017)

Haapio, A., Viitaniemi, P. (2008) *A critical review of building environmental assessment tools*. *Environmental Impact Assessment Review*, (28), s. 469-482. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2008.01.002> (Hentet: 09.11.2017)

HSV sykehjem (2016) *Bilder og videoer*. Backe Gruppen. Tilgjengelig fra:  
<http://www.hsvsykehjem.no/pictures/> (Hentet: 08.11.2017)

HSV sykehjem (u.å.) *Om prosjektet*. Backe Gruppen. Tilgjengelig fra:  
<http://www.hsvsykehjem.no/om-prosjektet/> (Hentet: 08.11.2017)

IPCC (2014a) *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

IPCC (2014b) *Climate Change 2014: Synthesis Report, summary*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland

Jakobsen, I. U. (2017) *Paris-avtalen*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra:  
<https://snl.no/Paris-avtalen> (Hentet: 11.09.2017)

Klimagassregnskap.no (u.å.) *Nye løsninger for klimaregnskap.no*. Tilgjengelig fra:  
[http://www.klimagassregnskap.no/wordpress/?page\\_id=361](http://www.klimagassregnskap.no/wordpress/?page_id=361) (Hentet: 28.09.2017)

Kubba, S. (2012) *Handbook of Green Building Design and Construction*. Elsevier. doi:  
10.1016/B978-0-12-385128-4.00003-2

Link Arkitektur (u.å.a) *Radisson Blu Atlantic Hotel*. [Skisse]. Tilgjengelig fra:  
<http://www.linkarkitektur.com/Prosjekter/Radisson-Blu-Atlantic-hotell?sp=15865%2C>  
(Hentet: 15.11.2017)

Link Arkitektur (u.å.b) *NTNU og SIT Idrett*. [Skisse]. Tilgjengelig fra:  
<http://www.linkarkitektur.com/Prosjekter/NTNU-og-SIT-Idrett?sp=19455%2C15513%2C20373%2C20384> (Hentet: 15.11.2017)

Lisø, K. R. (2006) *Building envelope performance assessments in harsh climates: Methods for geographically dependent design*. Doktorgradsavhandling. Institutt for bygg, anlegg og transport. Fakultet for ingeniørvitenskap, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Trondheim, NTNU 2006:185

Lovdata (2016) *Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg (energimerkeforskriften for bygninger)*. Tilgjengelig fra:  
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-12-18-1665> (Hentet: 28.09.2017)



Marjaba, G. E., Chidiac, S. E. (2016) *Sustainability and resiliency metrics for buildings – Critical review*. Building and Environment, (101), s. 116-125. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.03.002> (Hentet: 04.09.2017)

Miljødirektoratet (u.å.) *Omregning til CO2-ekvivalenter, tabell*. Tilgjengelig fra: [http://www.miljokommune.no/Temaoversikt/Klima/Klima--og-energiplanlegging/omregningsverktoy\\_tabeller/Omregning--til-CO2-ekvivalenter/](http://www.miljokommune.no/Temaoversikt/Klima/Klima--og-energiplanlegging/omregningsverktoy_tabeller/Omregning--til-CO2-ekvivalenter/) (Hentet: 25.09.2017)

Miljøfyrtårn (u.å.) *Dette er miljøfyrtårn*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljofyrtarn.no/virksomhet/om-oss/dette-er-miljofyrtarn/> (Hentet: 02.10.2017)

Miljømerking (2012a) *Merkefloraen forklart*. Tilgjengelig fra: <http://www.svanemerket.no/om-svanemerket/livslopet/svanemerket/merkeoversikt/> (Hentet: 28.09.2017)

Miljømerking (2012b) *Miljømerker og miljøstyring*. Tilgjengelig fra: <http://www.svanemerket.no/om-svanemerket/livslopet/svanemerket/miljomerker-miljovaredeklarasjoner-og-miljostyringssystemer/> (Hentet: 02.10.2017)

Miljømerking (2012c) *Svanemerket – Produktets lange reise*. Tilgjengelig fra: <http://www.svanemerket.no/om-svanemerket/livslopet/svanemerket/> (Hentet: 28.09.2017)

Miljøverndepartementet (2014) *Klimaforliket*. Regjeringen.no Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimaforliket/id2076645/> (Hentet: 14.09.2017)

Mogen, G. (2017) *Zeb Living Lab on the NTNU campus* [foto] Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/en/latest-news/living-with-zero-emission-technology/> (Hentet: 25.09.2017)

NGBC (2012) *Teknisk Manual BREEAM-NOR ver. 1.1 Nye tiltak*. Norwegian Green Building Council. Oslo, Norway. Tilgjengelig fra: <http://ngbc.no/publikasjoner/> (Hentet: 04.09.2017)

NGBC (2016) *BREEAM-NOR for nybygg 2016. Teknisk manual*. Norwegian Green Building Council. Oslo, Norway. Tilgjengelig fra: <http://ngbc.no/publikasjoner/> (Hentet: 04.09.2017)

NGBC (u.å.) *Hva er BREEAM?* Norwegian Green Building Council. Tilgjengelig fra: <http://ngbc.no/breem-nor/> (Hentet: 04.09.2017)

NGBV (2017) *BREEAM-NOR Innføringskurs*. Kursmateriell. Dato: 24.10.2017

Norsk Byggtjeneste (u.å.) *ECOproduct*. Tilgjengelig fra: <http://byggjeneste.no/ecoproduct/> (Hentet: 26.09.2017)

Ola Roald Arkitektur (2015) *Campus Evenstad* [illustrasjon] Tilgjengelig fra: <http://www.zeb.no/index.php/en/pilot-projects/217-campus-evenstad> (Hentet: 25.09.2017)

Olerud, K. (2016a) *Klimakonvensjonen*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Klimakonvensjonen> (Hentet: 11.09.2017)

Olerud, K. (2016b) *Kyotoprotokollen*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Kyotoprotokollen> (Hentet: 11.09.2017)

Olerud, K. (2017) *Bærekraftig utvikling*. Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/bærekraftig\\_utvikling](https://snl.no/bærekraftig_utvikling) (Hentet: 03.10.2017)

Olsson, N. (2011) *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir Akademiske forlag  
Pope, J., Annandale, D., Morrison-Saunders, A. (2004) *Conceptualising sustainability assessment*. Environmental Impact Assessment Review, (24), s. 595-616. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2004.03.001> (Hentet: 09.11.2017)

Powerhouse (u.å.) *Powerhouse Kjørbo*. Tilgjengelig fra: <http://www.powerhouse.no/prosjekter/kjorbo/> (Hentet: 25.09.2017)

Rienecker, L., Jørgensen, P., S., Skov, S. (2013) *Den gode oppgaven: Håndbok i oppgaveskriving på universitet og høyskole*. 2.utgave. Bergen: Fagbokforlag

Robinson, J. (2004) *Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development*. Ecological Economics, 4, (48), s. 369-384. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.10.017> (Hentet: 14.11.2017)

Schweber, L. (2013) *The effect of BREEAM on clients and construction*. Building Research and Information, 2 (41), s.129-145. Doi: 10.1080/09613218.2013.768495

Schweber, L., Haroglu, H. (2014) *Comparing the fit between BREEAM*. Building Research and Information, 3 (42). Doi: 10.1080/09613218.2014.889490

SINTEF Byggeforsk (2015) *473.003 Energieffektive bygninger, begreper og definisjoner*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/4153/energieffektive\\_bygninger\\_begreper\\_og\\_definisjoner](https://www.byggforsk.no/dokument/4153/energieffektive_bygninger_begreper_og_definisjoner) (Hentet: 14.09.2017)

SINTEF Byggforsk (2017) *700.320 Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler*. Tilgjengelig fra:

[https://www.byggforsk.no/dokument/3312/intervaller\\_for\\_vedlikehold\\_og\\_utskifting\\_av\\_bygningsdeler](https://www.byggforsk.no/dokument/3312/intervaller_for_vedlikehold_og_utskifting_av_bygningsdeler) (Hentet: 26.09.2017)

Soulti, E., Leonard, D. (2016) *The Value of BREEAM – A review of latest thinking in the commercial building sector*. Building Research Establishment Ltd. Tilgjengelig fra:

<http://www.breeam.com/filelibrary/Briefing%20Papers/BREEAM-Briefing-Paper---The-Value-of-BREEAM--November-2016---123864.pdf> (Hentet: 10.10.2017)

Standard Norge (2001) *NS-EN ISO 14020:2001 Miljømerker og deklarasjoner – Generelle prinsipper*. Tilgjengelig fra:

<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=143845> (Hentet: 25.09.2017)

Standard Norge (2006a) *NS-EN ISO 14040:2006 Miljøstyring – Livsløpsvurdering – Prinsipper og rammeverk*. Tilgjengelig fra:

<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=236802> (Hentet: 22.09.2017)

Standard Norge (2006b) *NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring – Livsløpsvurdering – Krav og retningslinjer*. Tilgjengelig fra:

<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=236803> (Hentet: 22.09.2017)

Standard Norge (2010) *NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner – Miljødeklarasjoner type III – Prinsipper og prosedyrer*. Tilgjengelig fra:

<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=474248> (Hentet: 25.09.2017)

Standard Norge (2011) *NS-EN 15978:2011 Bærekraftige byggverk – Vurdering av bygningers miljøpresentasjon – Beregningsmetode*. Tilgjengelig fra:

<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=600241> (Hentet 22.09.2017)

Standard Norge (2012a) *NS-EN 15804:2012+A1:2013 Bærekraftige byggverk – Miljødeklarasjoner – Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer*. Tilgjengelig fra:

<http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=679924> (Hentet: 26.09.2017)

- Standard Norge (2012b) *NS-EN 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger*. Tilgjengelig fra: <http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=857621> (Hentet: 18.09.2017)
- Standard Norge (2013a) *NS 3454:2013 Livssyklus kostnader for byggverk – Prinsipper og klassifikasjon*. Tilgjengelig fra: <http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=626300> (Hentet: 26.09.2017)
- Standard Norge (2013b) *NS-EN 3700:2013 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Boligbygninger*. Tilgjengelig fra: <http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=636902> (Hentet: 18.09.2017)
- Standard Norge (2016) *NS-EN ISO 14021:2016 Miljømerker og deklarasjoner – Egendeklarerte miljøpåstander*.
- Statsbygg (2017) *Inn, Studiested Evenstad*. Nybygg. Tilgjengelig fra: <http://www.statsbygg.no/Prosjekter-og-eiendommer/Byggeprosjekter/HiHm-Evenstad-Nybygg/> (Hentet: 25.09.2017)
- Taylor, T. (2016) *Assessing carbon emissions in BREEAM*. Building Research Establishment Ltd. Tilgjengelig fra: <https://tools.breem.com/filelibrary/Briefing%20Papers/Assessing-Carbon-Emissions-in-BREEAM--Dec-2015-.pdf> (Hentet: 10.10.2017)
- Turner, N., Arif, M. (2012) *BREEAM Excellent: Business Value vs. Employee Moral*. 25<sup>th</sup> International Congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering. Journal of Physics: Conference Series (364). Doi: 10.1088/1742-6596/364/1/012116
- UNFCCC (u.å.) *Summary of the Paris Agreement*. United Nations Framework Convention on Climate Change. Tilgjengelig fra: <http://bigpicture.unfccc.int/#content-the-paris-agreemen> (Hentet: 11.09.2017)
- USGBC (u.å.) *This is LEED – Better buildings are our legacy*. Tilgjengelig fra: <http://leed.usgbc.org/leed.html> (Hentet: 28.09.2017)
- Wong, P. S. P., Lindsay, A., Cramer, L., Holdsworth, S. (2014) *Can energy efficiency rating and carbon accounting foster greener building design decision? An empirical study*. Building and Environment, (87), s. 255-264. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.006> (Hentet: 12.10.2017)

Yang, H. (2016) *The Financial Performance of BREEAM Certified Building in the United Kingdom*. Real Estate Finance, 2 (33), s. 57-73. Tilgjengelig fra: <https://search.proquest.com/docview/1880693580/fulltextPDF/D5E87D42DB524BABPQ/1?accountid=12870> (Hentet: 04.09.2017)

ZEB Centre (2017) *ZEB Final Report 2009-2017* The Research Centre on Zero Emission Buildings, Trondheim, Norway. Tilgjengelig fra: <http://www.zeb.no/index.php/en/final-report> (Hentet: 14.09.2017)



# Vedlegg

Vedlegg A1: BREEAM-NOR

Vedlegg B1: Oversikt over BREEAM-poengscore for prosjektene i casestudien

Vedlegg B2: Kumulativ graf for BREEAM-poeng per prosjekt i casestudien

Vedlegg B3: Poengfordeling per BREEAM-emne for prosjektene i casestudien

Del 1 – Poengscore fordelt for BREEAM-emner i hver kategori

Del 2 – Likheter, mindre likheter og ulikheter i poengscore mellom prosjektene

Vedlegg B4: Poengfordeling i prosentandel per BREEAM-kategori for prosjektene i casestudien

Vedlegg C1: Intervjuspørsmål

Vedlegg C2: Sammendrag fra intervjurunden





## Vedlegg A1: BREEAM-NOR

Tabell A1. 1: BREEAM-NOR-kategorier og -emner med antall tilgjengelig poeng per bygningstype, for 2012-manualen (NGBC, 2012)

BREEAM-NOR-kategorier og -emner	Tilgjengelige poeng			
	V	K	I	U
<b><i>Ledelse og administrasjon</i></b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
▪ Man 1 – Teknisk driftsstart	2	2	2	2
▪ Man 2 – Entreprenørens retningslinjer for miljø og samfunnsansvar	2	2	2	2
▪ Man 3 – Påvirkninger fra byggeplass	4	4	4	4
▪ Man 4 – Brukerveileder	1	1	1	2
▪ Man 12 – Analyse av levetidskostnader (LCC)	2	2	2	2
▪ Man 13 – Kombinert (Man 5 – Man 11: totalt poeng 3)	3	3	3	3
○ Man 13.5 – Stedsanalyse	1	1	1	1
○ Man 13.6 – Konsultasjon	2	2	2	2
○ Man 13.7 – Delt bruk	2	2	2	2
○ Man 13.8 – Sikkerhet	1	1	1	1
○ Man 13.9 – Informasjonsspredning	1	1	1	1
○ Man 13.10 – Bygget som læringsressurs	1	1	1	1
○ Man 13.11 – Vedlikeholdsvennlighet	1	1	1	1
▪ Man 14 – BREEAM-NOR Akkreditert Profesjonell (AP)	3	3	3	3
<b><i>Helse og innemiljø</i></b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>19</b>
▪ Hea 1 – Dagslys	1	1	1	1
▪ Hea 2 – Utsyn	1	1	1	1
▪ Hea 3 – Blendingskontroll	1	1	1	1
▪ Hea 4 – Høyfrekvent belysning	1	1	1	1
▪ Hea 5 – Interne og eksterne lysnivåer	1	1	1	1
▪ Hea 6 – Lyssoner og lysstyring	1	1	1	1
▪ Hea 7 – Potensial for naturlig ventilasjon	1	1	1	1
▪ Hea 8 – Ventilasjonsløsning for å sikre innendørs luftkvalitet	2	2	2	2
▪ Hea 9 – Forurensning i innemiljø	2	2	2	2
▪ Hea 10 – Termisk komfort	2	2	2	2
▪ Hea 11 – Termisk soning	1	1	1	1
▪ Hea 12 – Mikrobiell forurensning	1	1	1	1
▪ Hea 13 – Akustisk ytelse	1	1	1	1
▪ Hea 14 – Kontorarealer	2	-	2	-
▪ Hea 20 – Fuktsikring	3	3	3	3

<i>Energibruk</i>	<i>28</i>	<i>24</i>	<i>28</i>	<i>31</i>
▪ Ene 1 – Energieffektivitet	13	13	13	13
▪ Ene 2 – Delmåling av betydelig energibruk	1	1	1	1
▪ Ene 3 – Delmåling av høy energibelastning og utleiearealer	1	1	1	1
▪ Ene 4 – Utebelysning	1	1	1	1
▪ Ene 5 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp	3	3	3	3
▪ Ene 6 – Bygningskonstruksjonens ytelse og hindring av luftinfiltrasjon ved varemottak og –leveranser	1	-	1	1
▪ Ene 7 – Kjølelager	3	-	3	3
▪ Ene 8 – Heiser	2	2	2	2
▪ Ene 9 – Rulletrapper og rullefortau	1	1	-	-
▪ Ene 11 – Energieffektive avtrekksskap	-	-	-	1
▪ Ene 12 – Varmetap og ventilasjon i svømmehaller	-	-	-	1
▪ Ene 19 – Energieffektive laboratorier	-	-	-	1
▪ Ene 20 – Energieffektive IT-løsninger	-	-	-	1
▪ Ene 23 – Bygningskonstruksjonens energiytelse	2	2	2	2
<i>Transport</i>	<i>12</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>14</i>
▪ Tra 1 – Kollektivtransporttilbud	4	2	2	4
▪ Tra 2 – Avstand til lokalt service- og tjenestetilbud	1	1	1	1
▪ Tra 3 – Alternative transportformer	2	2	2	2
▪ Tra 4 – Sikkerhet for gående og syklister	2	1	1	2
▪ Tra 5 – Mobilitetsplan	1	1	1	1
▪ Tra 6 – Maksimal bilparkeringskapasitet	-	2	2	2
▪ Tra 7 – Reiseinformasjonspunkt	1	-	-	1
▪ Tra 8 – Varelevering og manøvrering	1	-	1	1
<i>Vann</i>	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>
▪ Wat 1 – Vannforbruk	3	3	3	3
▪ Wat 2 – Vannmåler	1	1	1	1
▪ Wat 3 – Lekkasjedeteksjon	1	1	1	1
▪ Wat 4 – Avstenging av sanitær tilførsel	1	1	1	1
▪ Wat 6 – Vanningssystemer	1	1	1	1
▪ Wat 7 – Bilvask	1	-	-	-
▪ Wat 8 – Bærekraftig vannbehandling på stedet	2	2	2	2
<i>Materialer</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
▪ Mat 1 – Materialspesifikasjon	7	7	7	7
▪ Mat 3 – Gjenbruk av fasader	1	1	1	1
▪ Mat 4 – Gjenbruk av eksisterende bærekonstruksjoner	1	1	1	1
▪ Mat 5 – Ansvarlig innkjøp av materialer	2	2	2	2
▪ Mat 7 – Robust konstruksjon	1	1	1	1

<i>Avfall</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
▪ Wst 1 – Avfallshåndtering på byggeplass	3	3	3	3
▪ Wst 2 – Resirkulerte tilslag	1	1	1	1
▪ Wst 3 – Lagring av gjenvinnbart avfall	1	1	1	2
▪ Wst 4 – Komprimator/presse	1	-	1	1
▪ Wst 5 – Kompostering	-	1	-	-
▪ Wst 6 – Gulvbelegg	1	1	1	1
<i>Arealbruk og økologi</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
▪ Le 1 – Gjenbruk av areal	1	1	1	1
▪ Le 2 – Forurenset areal	1	1	1	1
▪ Le 3 – Økologisk verdi og vern av økologi på stedet	1	1	1	1
▪ Le 4 – Redusere konsekvenser for eksisterende økologi	5	5	5	5
▪ Le 6 – Langsiktig påvirkning på arts mangfold	2	2	2	2
▪ Le 7 – Involvering av studenter og ansatte	-	-	-	1
<i>Forurensning</i>	<i>13</i>	<i>12</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
▪ Pol 1 – Kuldemedium GWP – Bygningstjenester	1	1	1	1
▪ Pol 2 – Forebygge lekkasjer fra kuldemedier	2	2	1	1
▪ Pol 3 – Kuldemedium GWP – Kjølelager	1	-	1	1
▪ Pol 4 – NO <sub>x</sub> -utslipp fra varmekilde	3	3	2	3
▪ Pol 5 – Flomrisiko	3	3	3	3
▪ Pol 6 – Redusert forurensning av vassdrag	1	1	1	1
▪ Pol 7 – Begrense lysforurensning om natten	1	1	1	1
▪ Pol 8 – Støydemping	1	1	1	1
<i>Innovasjon</i>				
▪ Inn 1 - Innovasjon				10

Tabell A1. 2: Minstestandarder for BREEAM-NOR 2012 (NGBC, 2012)

Emne ID	Minste antall poeng i BREEAM-NOR 2012	Pass	Good	Very Good	Excellent	Outstandg
Man 1	Teknisk driftsstart	1	1	1	1	2
Mat 1	Materialspesifikasjon (Vurderingskriteriet 5 – unngå miljøgifter)	√	√	√	√	√
Hea 4	Høyfrekvent lys	1	1	1	1	1
Man 4	Brukerveileder		1	1	1	1
Hea 9	Forurensning i innemiljø			1	2	2
Hea 8	Ventilasjonsløsning for å sikre innendørs luftkvalitet			1	1	2
Hea 20	Fuktsikring			1	1	1
Ene 2	Delmåling av betydelig energibruk			1	1	1
Ene 1	Energieffektivisering				7	9
Ene 23	Bygningskonstruksjons energiytelse				1	2
Ene 5	Energiforsyning med lavt klimagassutslipp				1	1
Wst 3	Lagring av gjenvinnbart avfall				1	1
Man 3	Påvirkninger fra byggeplass				1	1

Tabell A1. 3: Tabell X: Minstestanderer for BREEAM-NOR 2016 (NGBC, 2016)

Emne ID	Minste antall poeng/krav i BREEAM-NOR 2016	Pass	Good	Very Good	Excellent	Outstanding
Man 03	Ansvarlig byggepraksis (*krav 7-9)				1*	2*
Man 04	Idriftsetting og overlevering (*krav 1-4, **+7)	1*	1*	2**	2**	3**
Man 05	Prøvedrift og oppfølging (*krav 3)				1*	1*
Hea 01	Visuell komfort	Kriterium 1				
Hea 02	Inneluftkvalitet (*krav 6+7, **krav 8+9)			1*	2**	2**
Hea 08	Privatområde (bare boligbygg)					1
Hea 09	Fuktsikkerhet			1	1	1
Ene 01	Energieffektivitet				6	8
Ene 02a	Energimåling (bare næringsbygg)			1	1	1
Ene 04	Energiforsyning med lavt klimagassutslipp				1	1
Ene 23	Bygningskonstruksjonens energiytelse					1
Wat 01	Vannforbruk				1	2
Mat 01	Bærekraftige materialvalg	Kriterium 1				
Mat 03	Ansvarlig innkjøp	Kriterium 1				
Wst 01	Avfallshåndtering på byggeplass					1
Wst 03a/b	Avfall i driftsfase				1	1



## Vedlegg B1: Oversikt over BREEAM-NOR-poengscore for prosjektene i casestudien

(Mål: Målsatt poengscore. Mulig: Mulig poengscore)

Emner	HSV sykehjem		Nydalsveien 33		Atlantic Hotel		NTNU-FHS og Sit idrett	
	Mål	Mulig	Mål	Mulig	Mål	Mulig	Mål	Mulig
Man 1	2	2	2	2	2	2	2	2
Man 2	2	2	1	2	1	2	1	2
Man 3	3	4	3	4	4	4	2	4
Man 4	1	1	1	1	1	1	1	1
Man 12	2	2	0	2	0	2	2	2
Man 13.5-13.11	2	3	3	3	1	3	3	3
Man 14	3	3	3	3	3	3	3	3
Hea 1	0	1	1	1	0	1	1	1
Hea 2	0	1	1	1	0	1	0	1
Hea 3	1	1	1	1	0	0	0	1
Hea 4	1	1	1	1	1	1	1	1
Hea 5	1	1	1	1	1	1	1	1
Hea 6	1	1	1	1	1	1	1	1
Hea 7	0	1	0	1	0	1	0	1
Hea 8	2	2	2	2	2	2	2	2
Hea 9	2	2	2	2	1	2	2	2
Hea 10	0	2	2	2	2	2	2	2
Hea 11	0	1	1	1	1	1	0	1
Hea 12	1	1	1	1	1	1	1	1
Hea 13	1	1	1	1	0	1	1	1
Hea 14	0	0	0	0	0	0	0	0
Hea 15	1	1	0	0	0	1	0	0
Hea 16	0	0	0	0	0	1	0	0
Hea 20	2	3	2	3	3	3	2	3
Ene 1	10	13	3	13	8	13	11	13
Ene 2	1	1	1	1	1	1	1	1

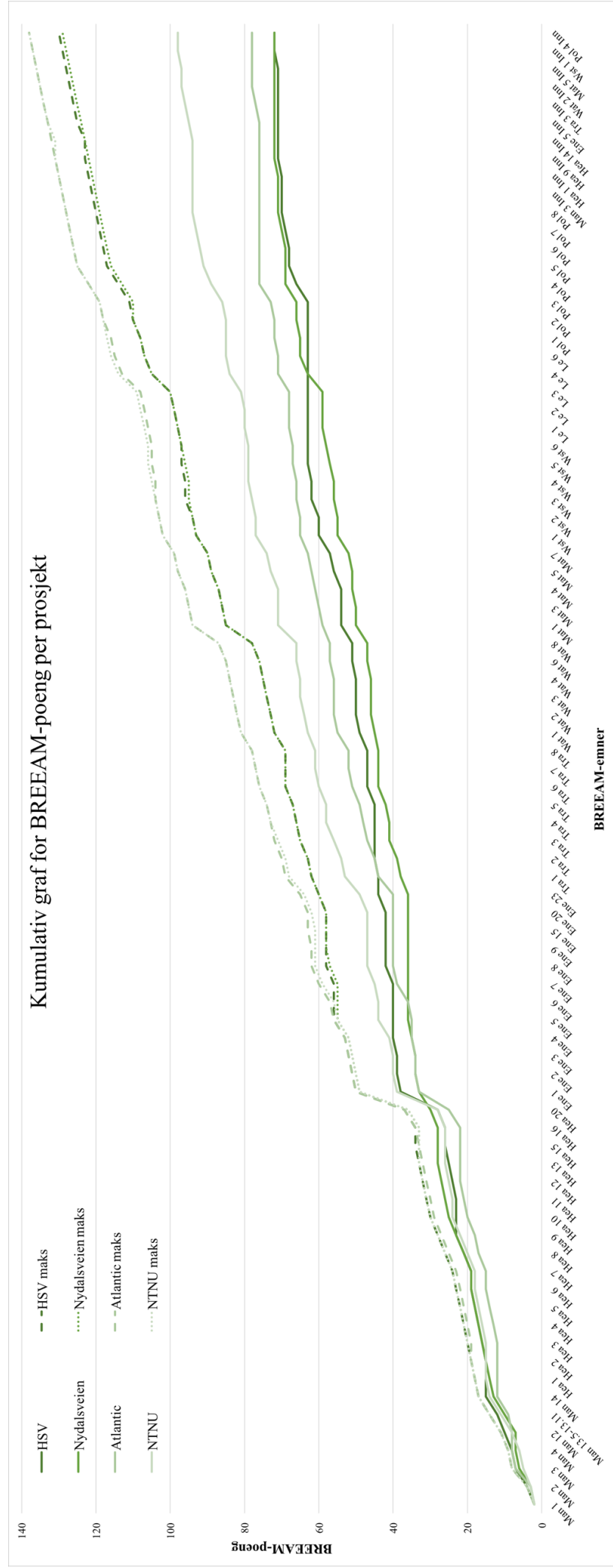
Ene 3	0	1	0	1	0	1	0	1
Ene 4	1	1	1	1	1	1	1	1
Ene 5	0	3	1	3	0	3	3	3
Ene 6	0	0	0	0	1	1	0	1
Ene 7	0	0	0	0	3	3	1	3
Ene 8	2	2	0	2	1	2	2	2
Ene 9	0	0	0	1	0	0	0	0
Ene 11	0	0	0	0	0	0	0	0
Ene 12	0	0	0	0	0	0	0	0
Ene 15	0	0	0	0	0	1	0	0
Ene 19	0	0	0	0	0	0	0	0
Ene 20	0	0	0	0	0	0	0	1
Ene 23	2	2	0	2	0	2	2	2
Tra 1	0	2	2	2	4	4	4	4
Tra 2	1	1	1	1	1	1	1	1
Tra 3	0	2	2	2	2	2	2	2
Tra 4	0	1	0	1	1	1	2	2
Tra 5	0	1	1	1	1	1	0	1
Tra 6	2	2	2	2	2	2	2	2
Tra 7	0	0	0	0	1	1	1	1
Tra 8	0	0	0	0	0	1	0	1
Wat 1	2	3	1	3	3	3	2	3
Wat 2	1	1	1	1	1	1	1	1
Wat 3	0	1	0	1	0	1	1	1
Wat 4	0	1	0	1	0	1	0	1
Wat 6	1	1	1	1	1	1	1	1
Wat 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Wat 8	0	2	0	2	0	2	0	2
Mat 1	3	7	3	7	2	7	5	7
Mat 3	0	1	0	1	1	1	0	1
Mat 4	0	1	1	1	1	1	0	1
Mat 5	2	2	0	2	1	2	2	2
Mat 7	1	1	1	1	1	1	1	1
Wst 1	3	3	3	3	2	3	3	3
Wst 2	0	1	0	1	0	1	0	1
Wst 3	2	2	1	1	1	1	1	1



Wst 4	0	0	0	0	0	0	1	1
Wst 5	1	1	1	1	1	1	0	1
Wst 6	0	0	1	1	0	0	0	0
Le 1	0	1	1	1	1	1	1	1
Le 2	0	1	0	1	0	1	0	1
Le 3	0	1	0	1	0	1	1	1
Le 4	0	5	4	5	3	5	3	5
Le 6	0	2	2	2	0	2	1	2
Le 7	0	0	0	0	0	0	0	0
Pol 1	0	1	0	1	1	1	0	1
Pol 2	0	2	1	2	0	2	0	1
Pol 3	0	1	0	0	1	1	1	1
Pol 4	3	3	3	3	3	3	3	3
Pol 5	2	3	0	3	0	3	2	3
Pol 6	0	1	0	1	0	1	1	1
Pol 7	1	1	1	1	0	1	1	1
Pol 8	1	1	1	1	0	1	1	1
Man 3 Inn	0	1	0	1	0	1	0	1
Hea 1 Inn	0	1	0	1	0	1	0	1
Hea 9 Inn	1	1	1	1	0	1	0	1
Hea 14 Inn	0	0	0	1	0	1	0	0
Ene 5 Inn	0	2	0	1	0	1	1	2
Tra 3 Inn	0	1	0	1	1	1	1	1
Wat 2 Inn	0	1	0	1	1	1	1	1
Mat 5 Inn	0	1	0	1	0	1	0	1
Wst 1 Inn	1	1	0	1	0	1	1	1
Pol 4 Inn	0	1	0	1	0	1	0	1



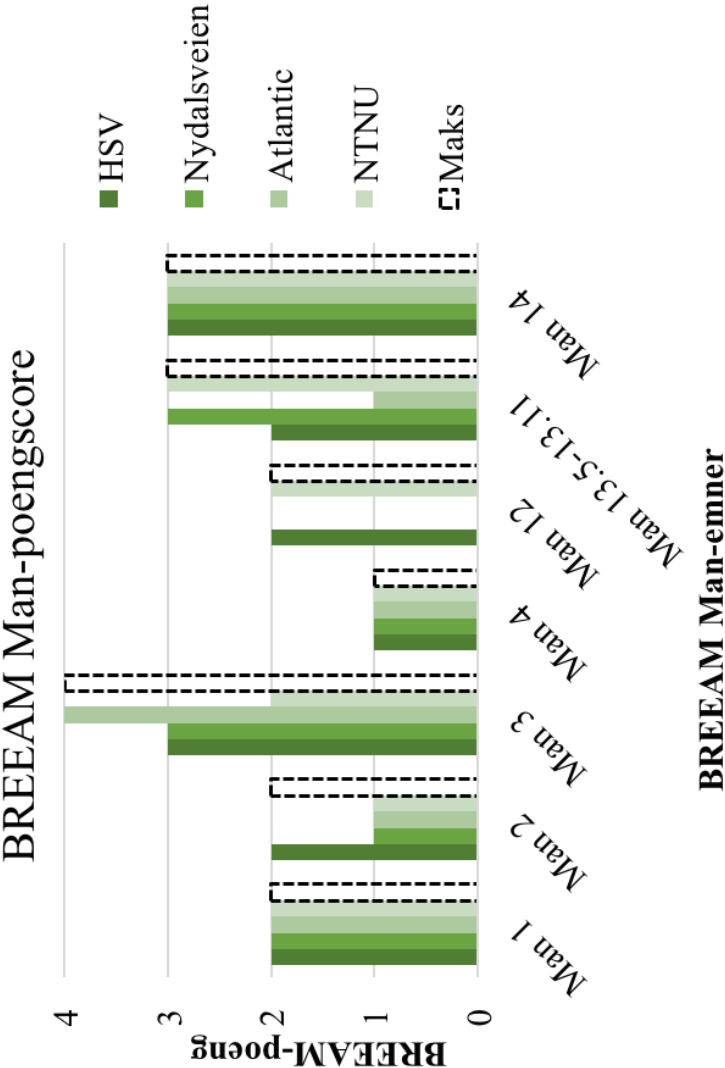
## Vedlegg B2: Kumulativ graf for BREEAM-poeng per prosjekt i casestudien



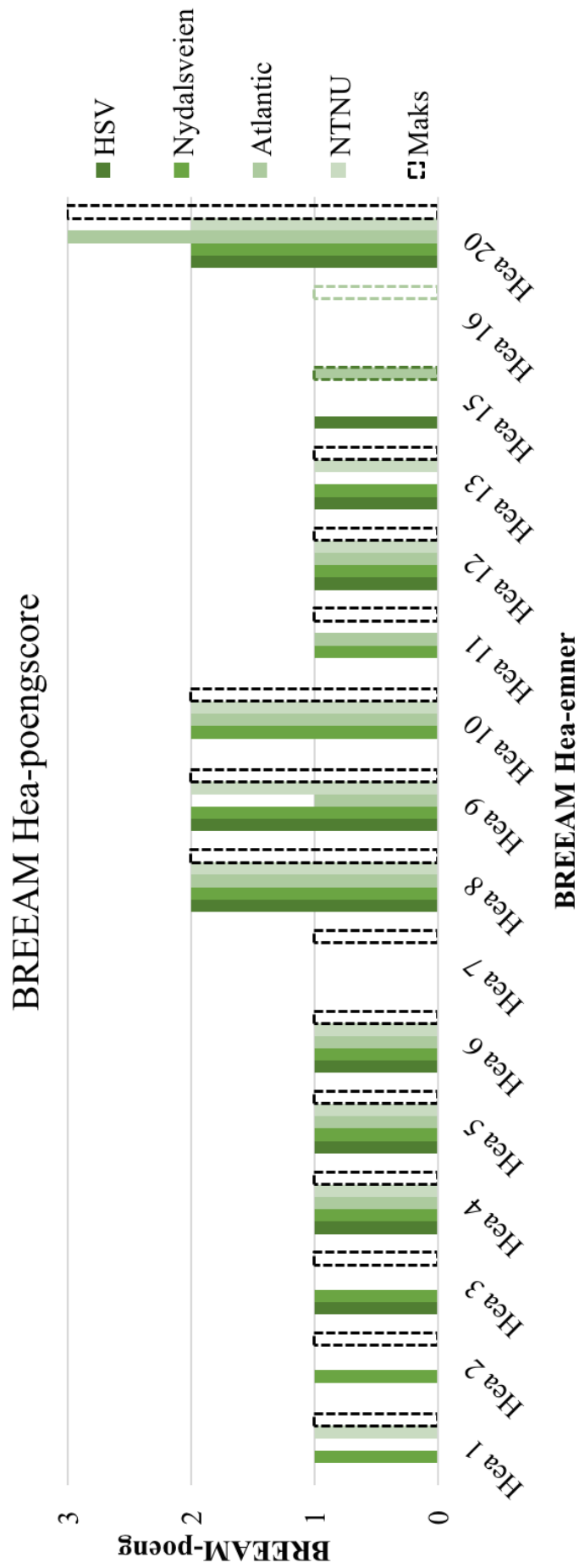


# Vedlegg B3: Poengscore per BREEAM-emne for prosjektene i casestudien

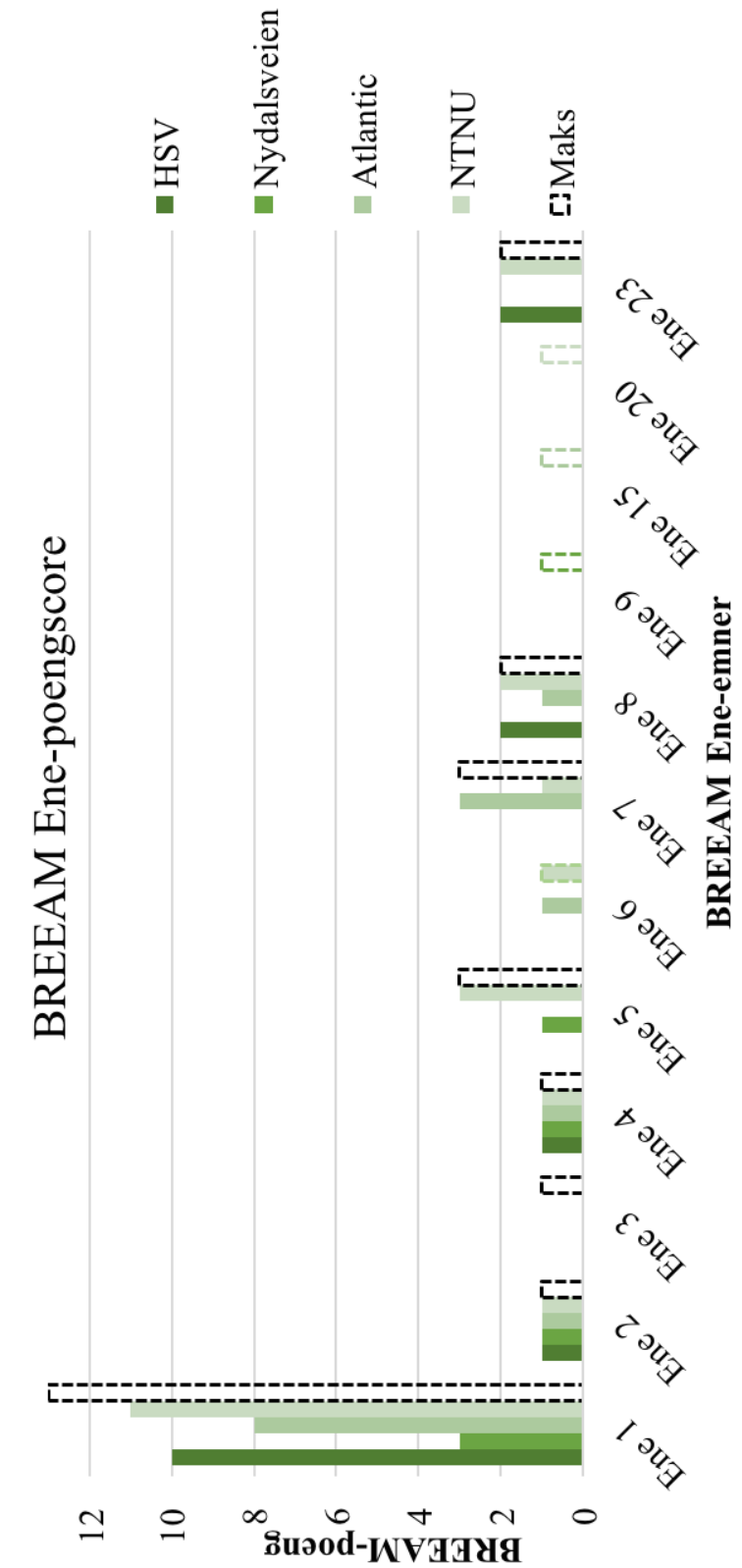
## Del 1 – Poengscore fordelt på BREEAM-kategori



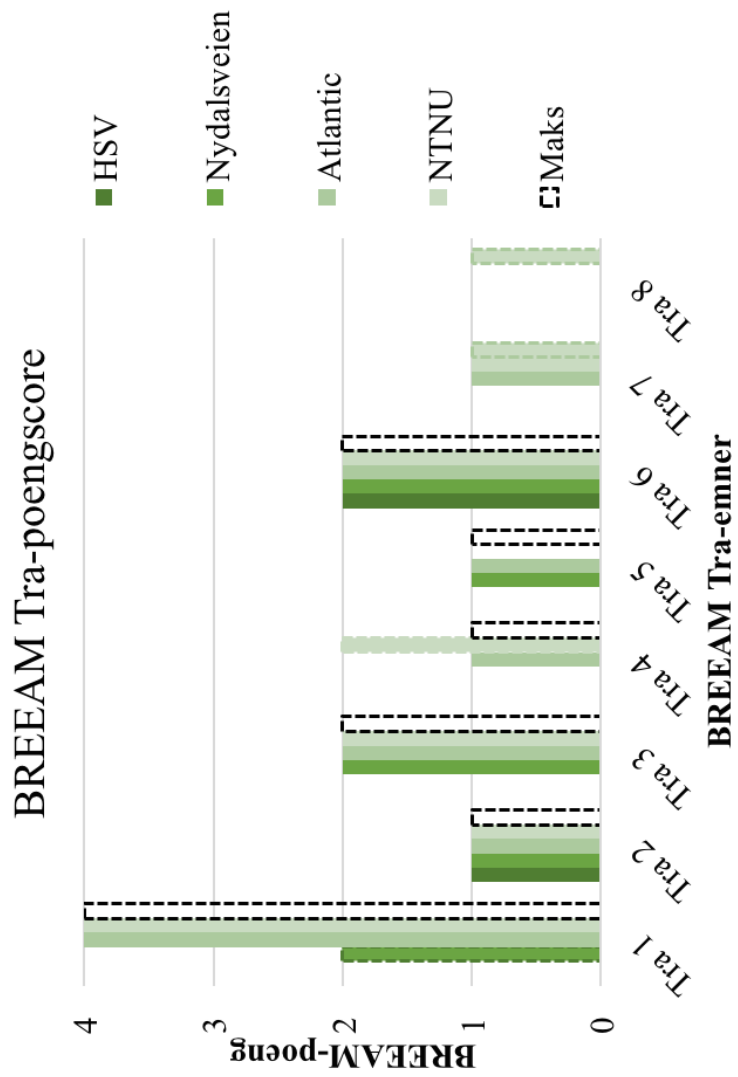
Figur B3 1: Målsatte BREEAM Man-poeng per case



Figur B3 2: Målsatte BREEAM Hea-poeng per case

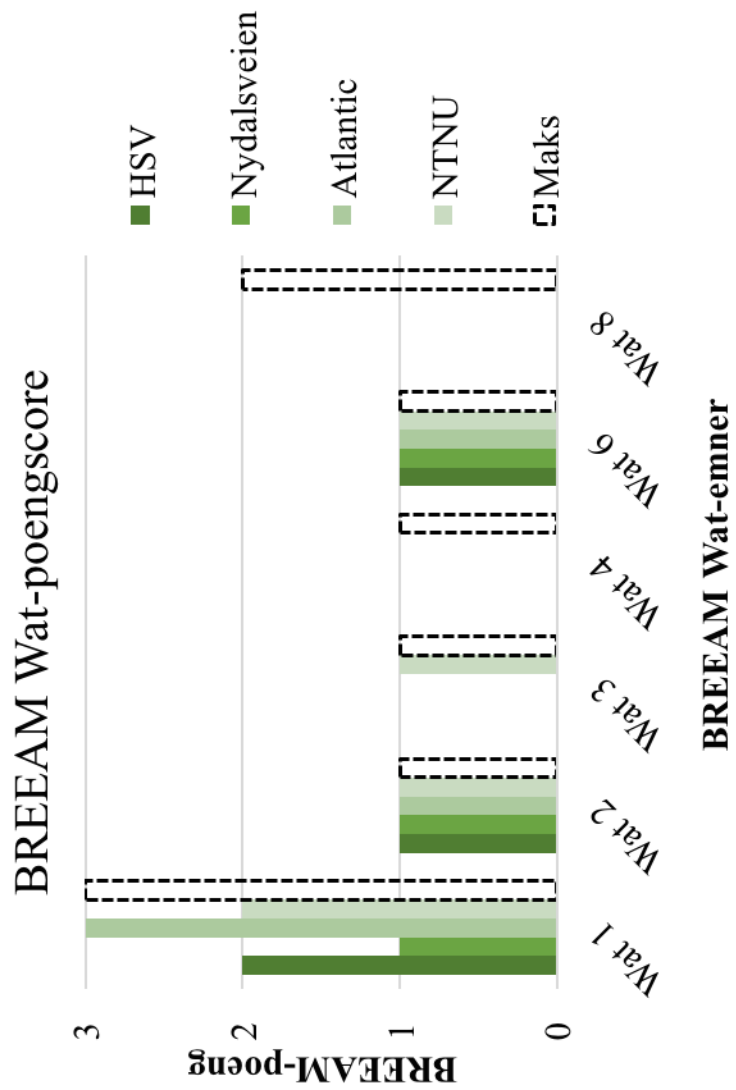


Figur B3 3: Målsatte BREEAM Ene-poeng per case

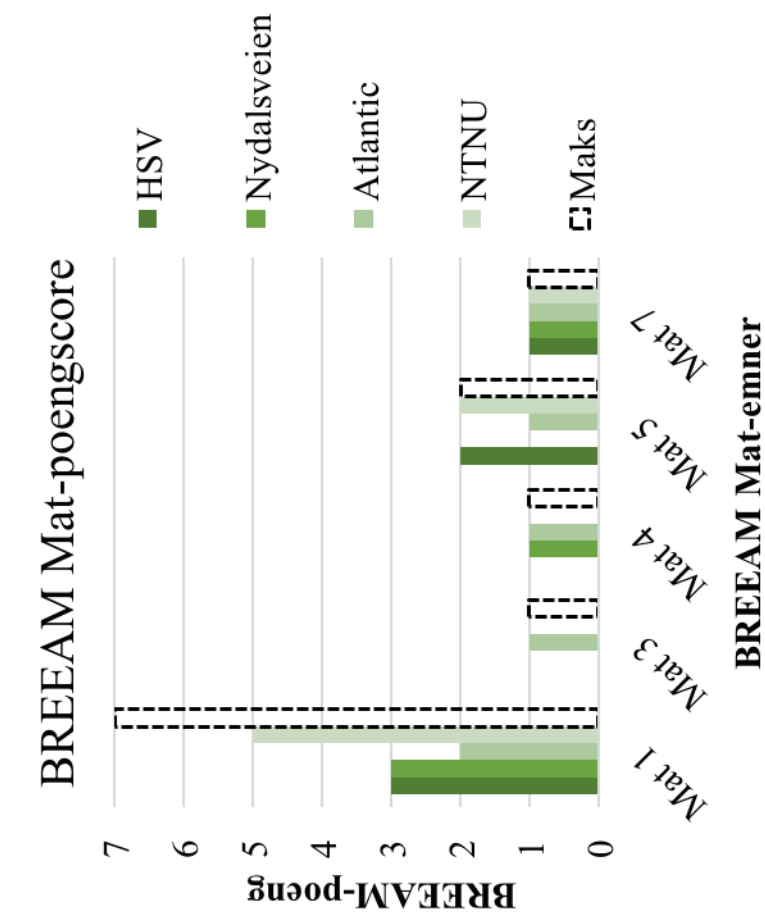


Figur B3 4: Målsatte BREEAM Tra-poeng per case

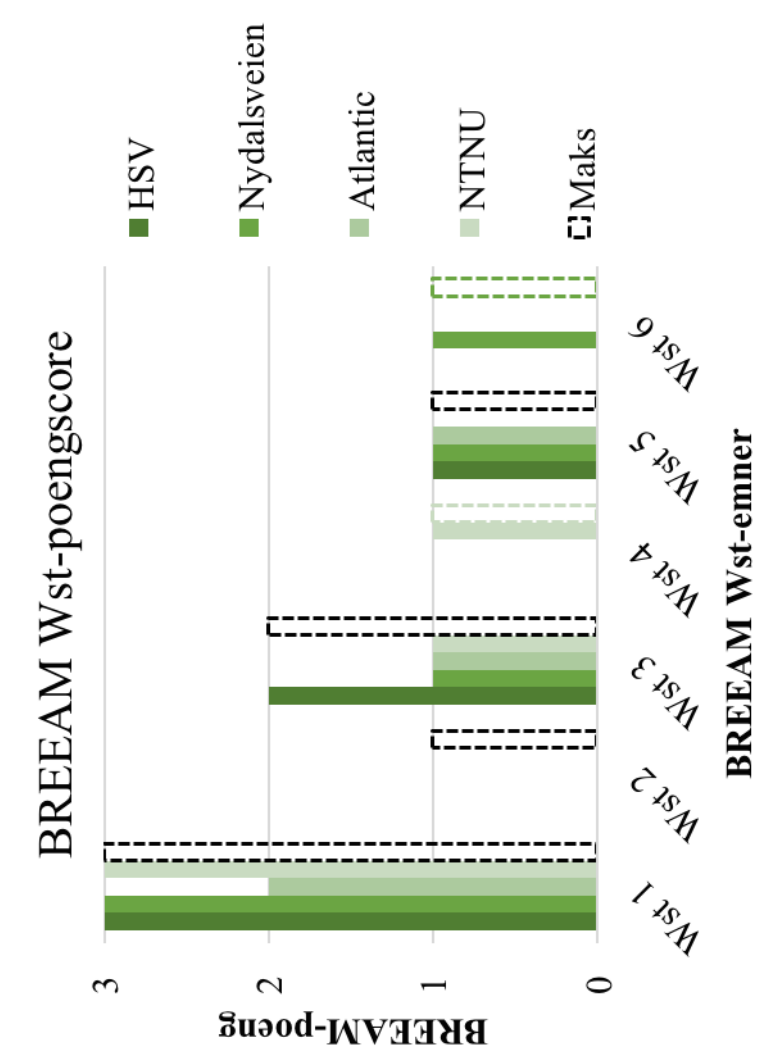




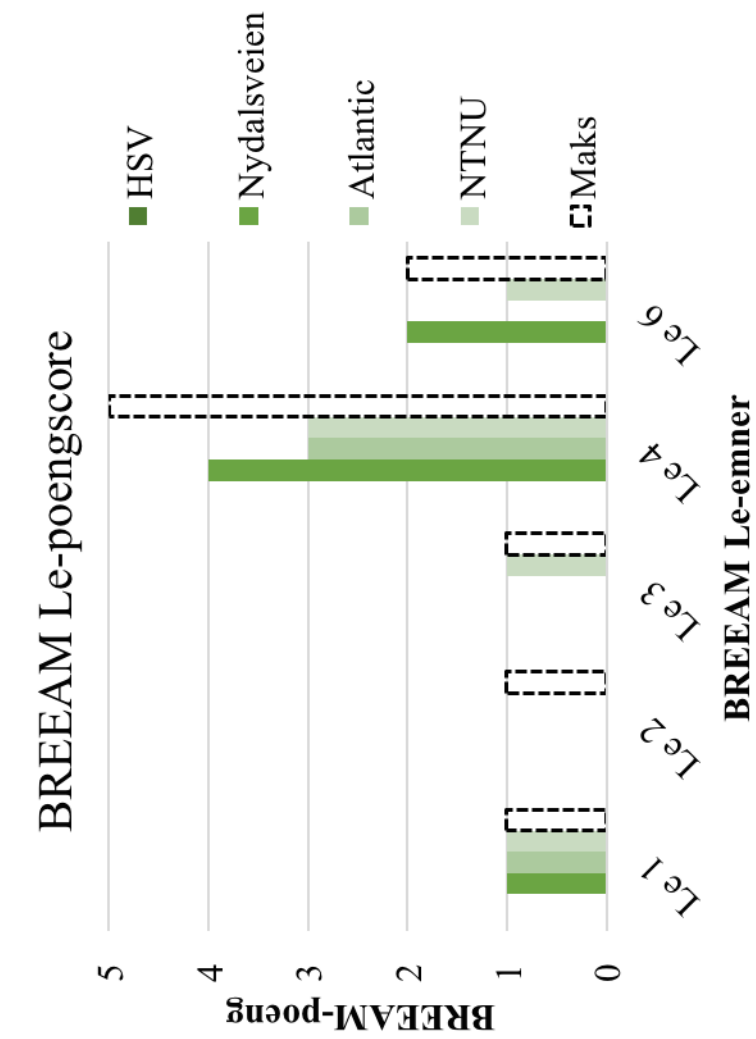
Figur B3 5: Målsatte BREEAM Wat-poeng per case



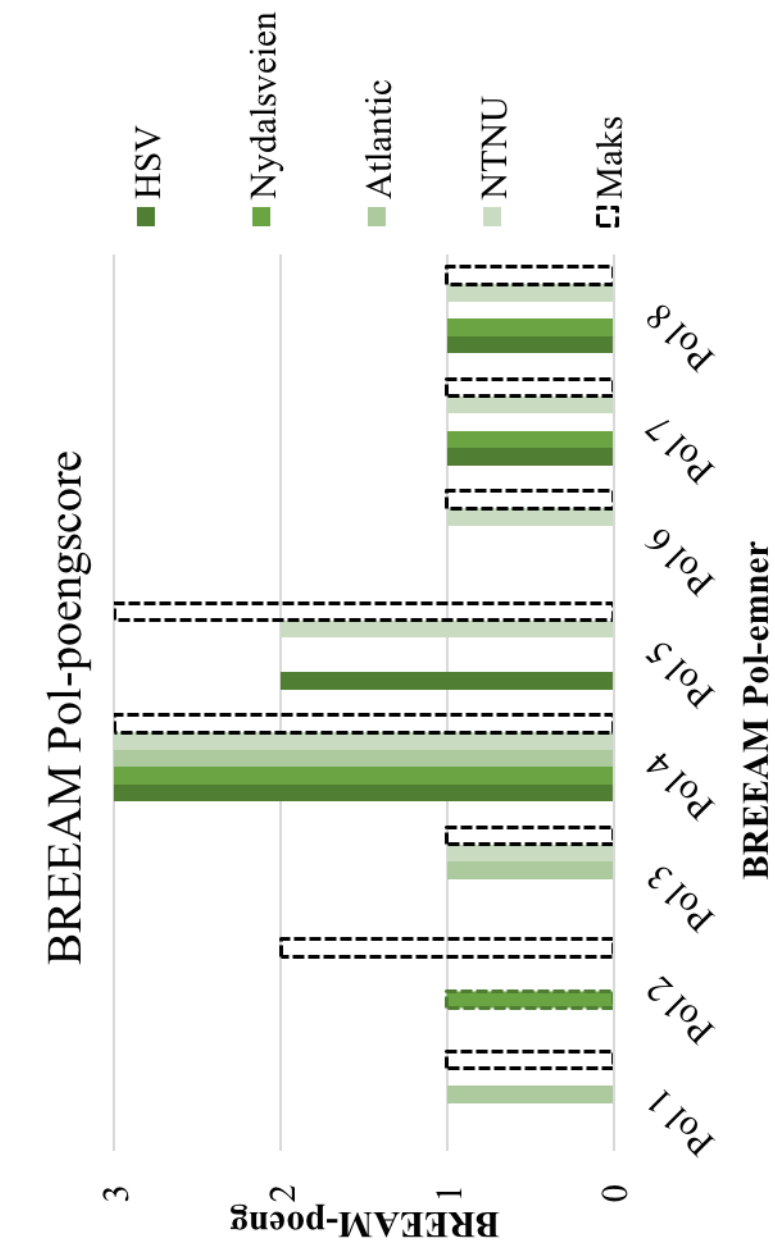
Figur B3 6: Målsatte BREEAM Mat-poeng per case



Figur B3 7: Målsatte BREEAM Wst-poeng per case



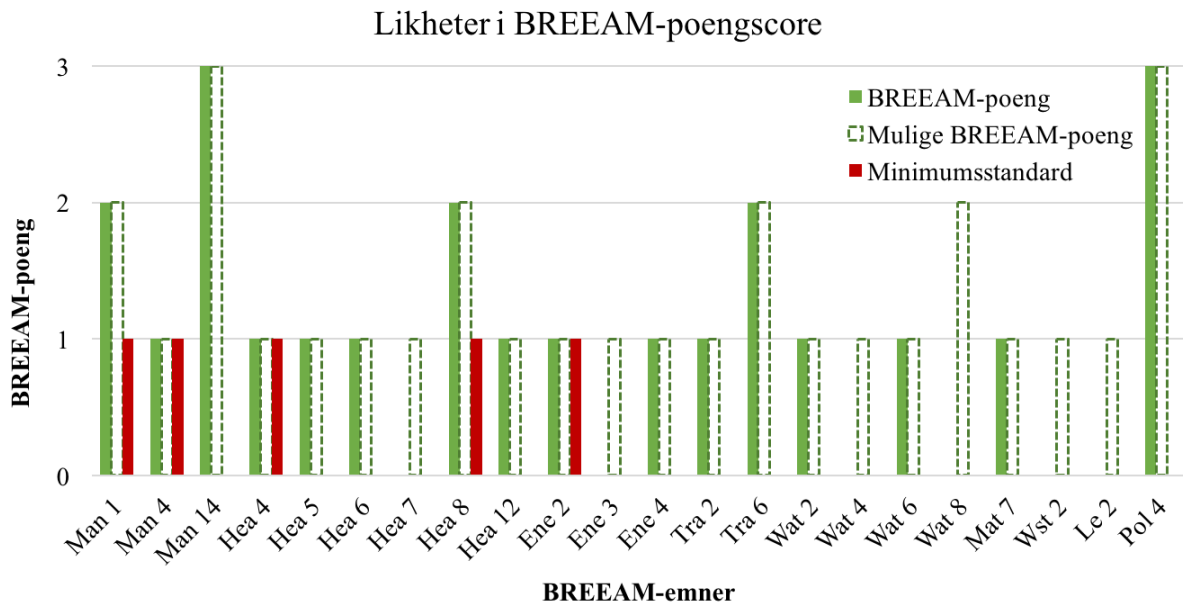
Figur B3 8: Målsatte BREEAM Le-poeng per case



Figur B3 9: Målsatte BREEAM Pol-poeng per case

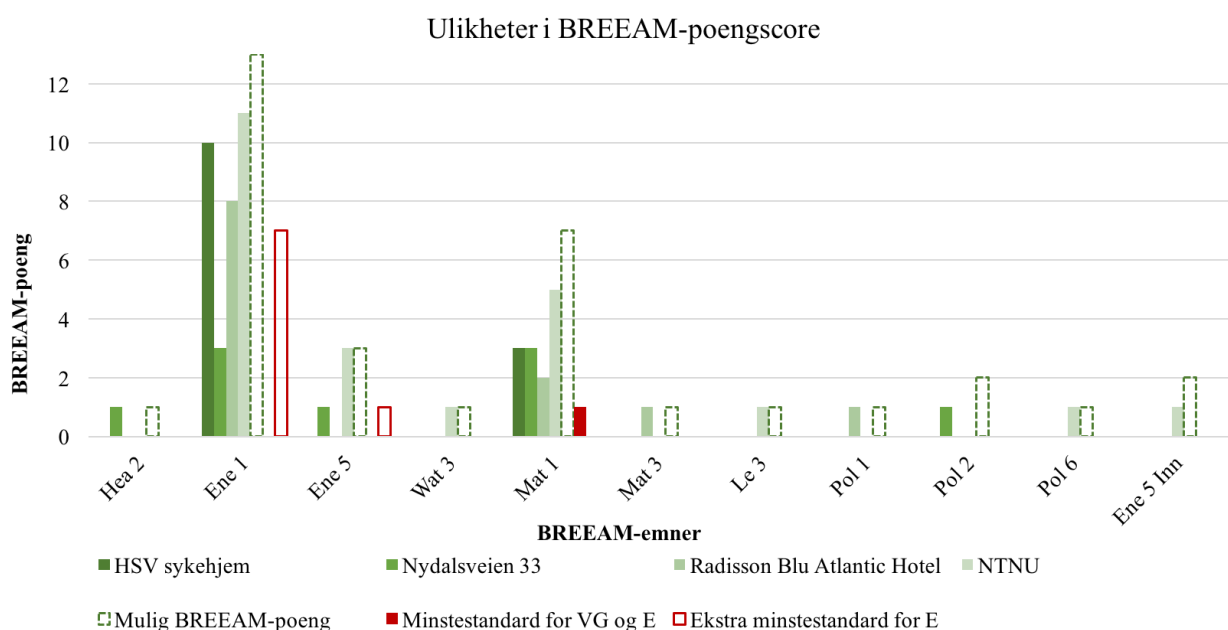


## Del 2 – Likheter, mindre likheter og ulikheter i poengscore mellom prosjektene

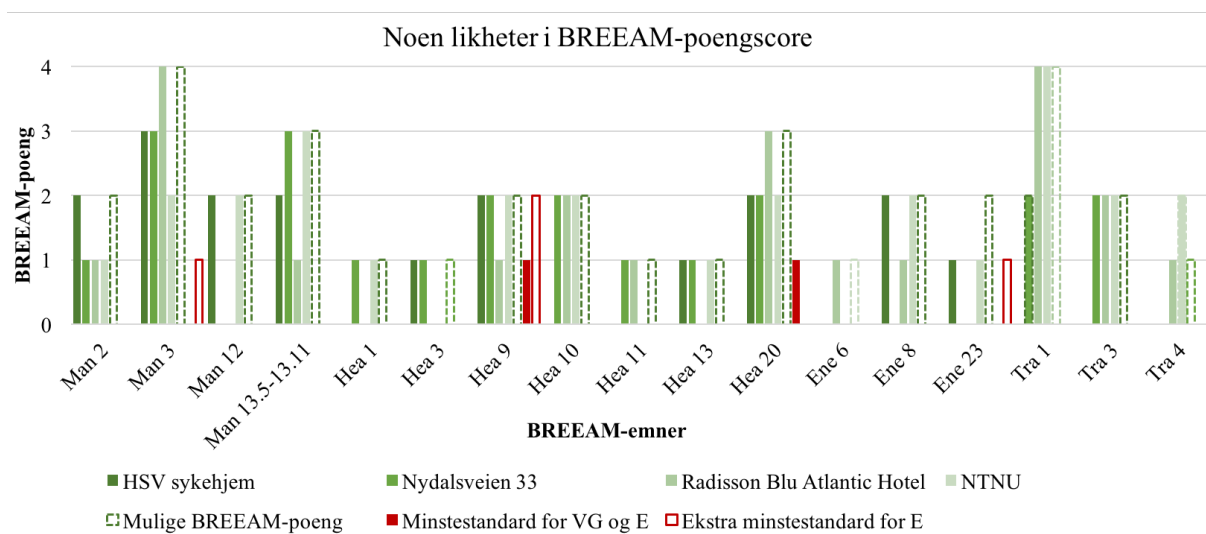


Figur B3 11: Likheter i målsatt poengscore mellom prosjektene

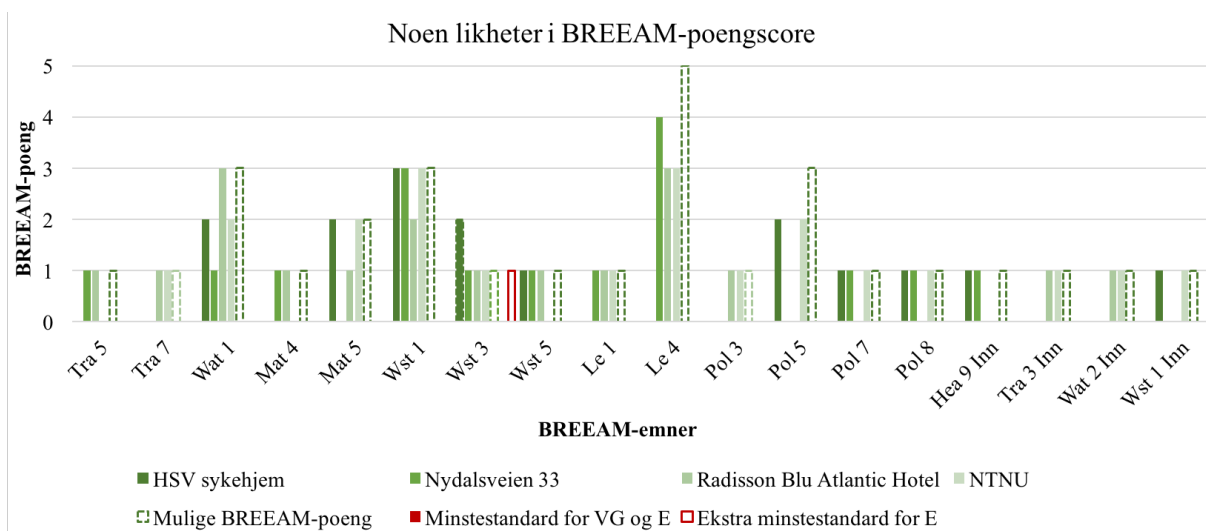
I tillegg er det emner/poeng kun noen av prosjektene kan ta, som ingen av prosjektene har som målsatt poengscore. Dette gjelder følgende emner; Hea 16, Ene 9, Ene 20, Tra 8, Wst 4 og Wst 6.



Figur B3 12: Ulikheter i målsatt poengscore mellom prosjektene



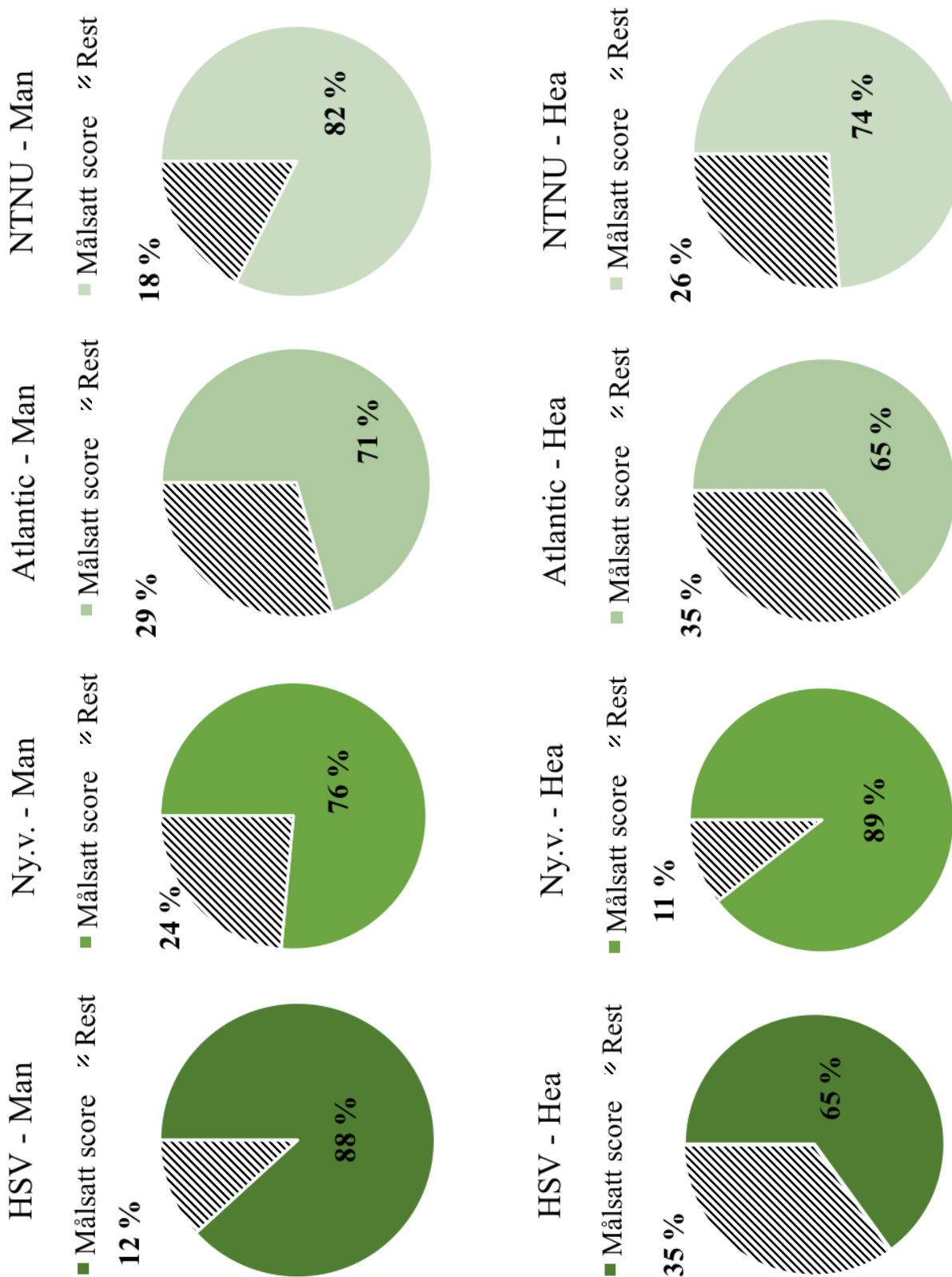
Figur B3 13: Mindre likheter i målsatt poengscore mellom prosjektene, del 1



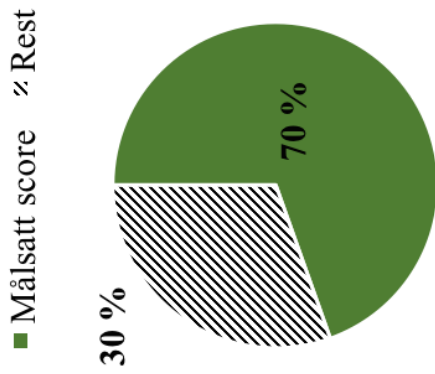
Figur B3 14: Mindre likheter i målsatt poengscore mellom prosjektene, del 2



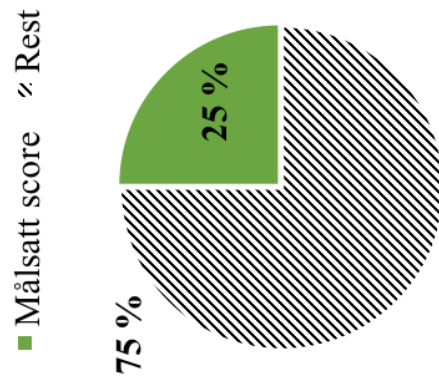
## Vedlegg B4: Poengscore i prosentandel per BREEAM-kategori for prosjektene



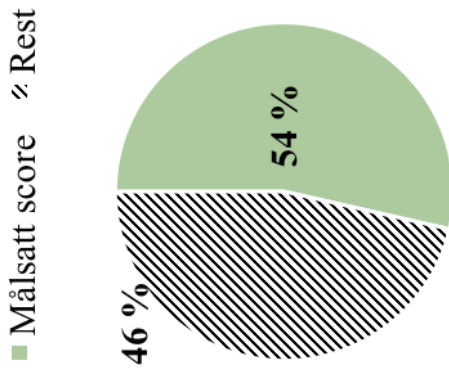
HSV - Ene



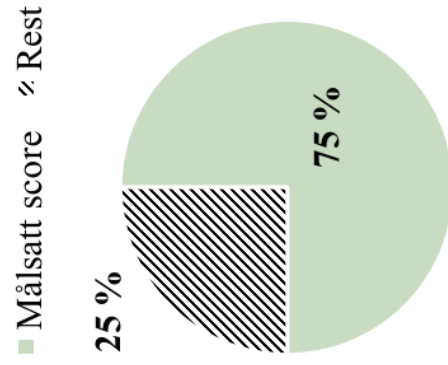
Ny.v. - Ene



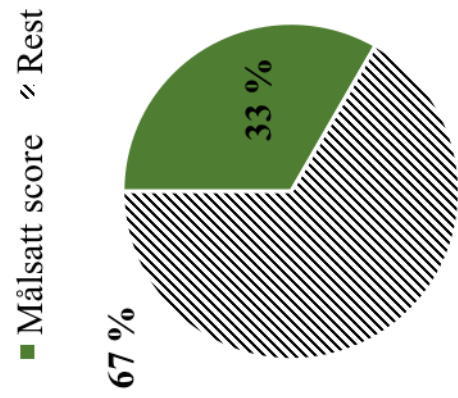
Atlantic - Ene



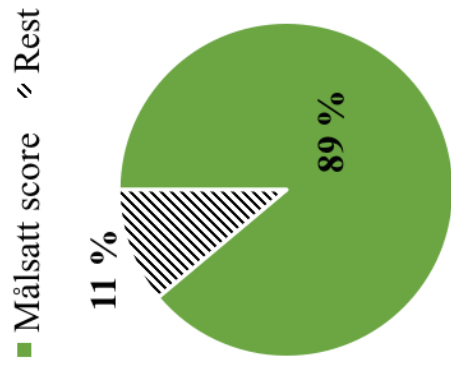
NTNU - Ene



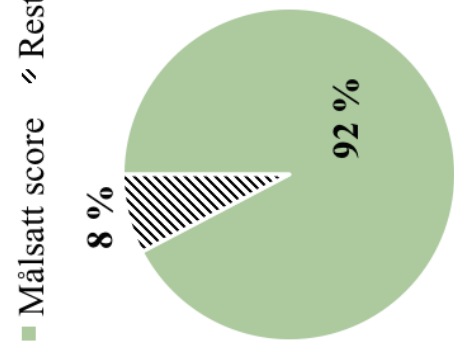
HSV - Tra



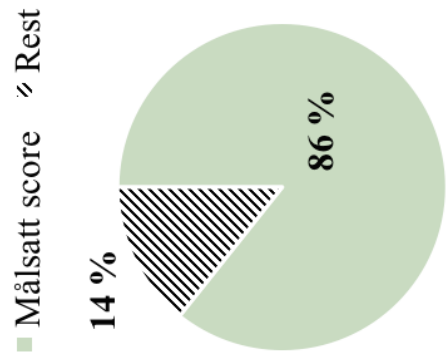
Ny.v. - Tra



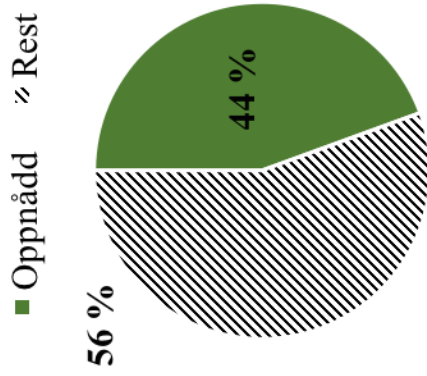
Atlantic - Tra



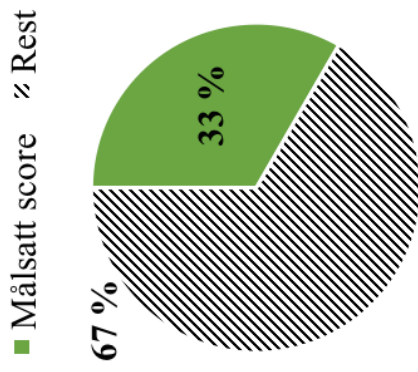
NTNU - Tra



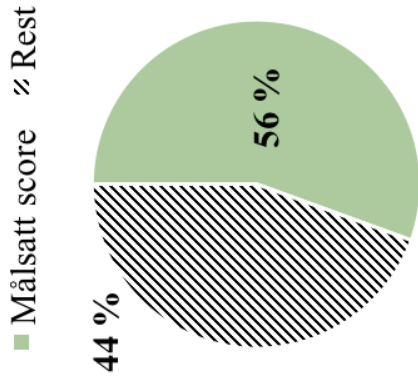
HSV - Wat



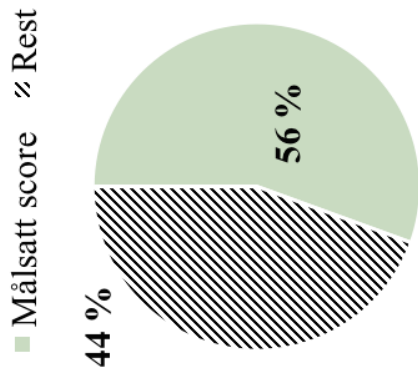
Ny.v. - Wat



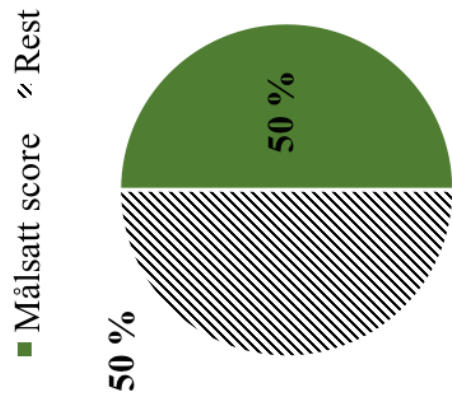
Atlantic - Wat



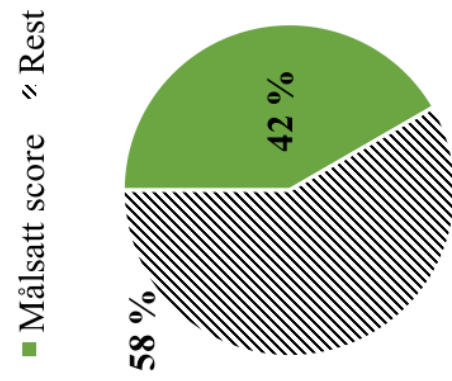
NTNU - Wat



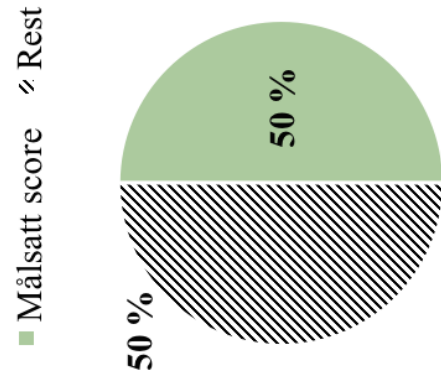
HSV - Mat



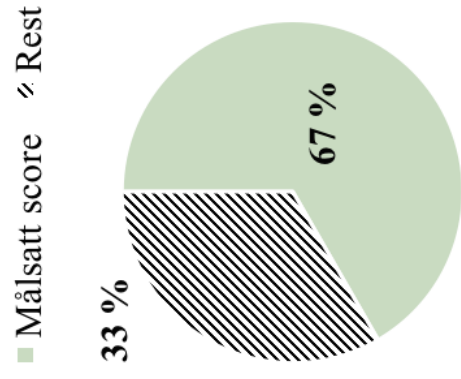
Ny.v. - Mat

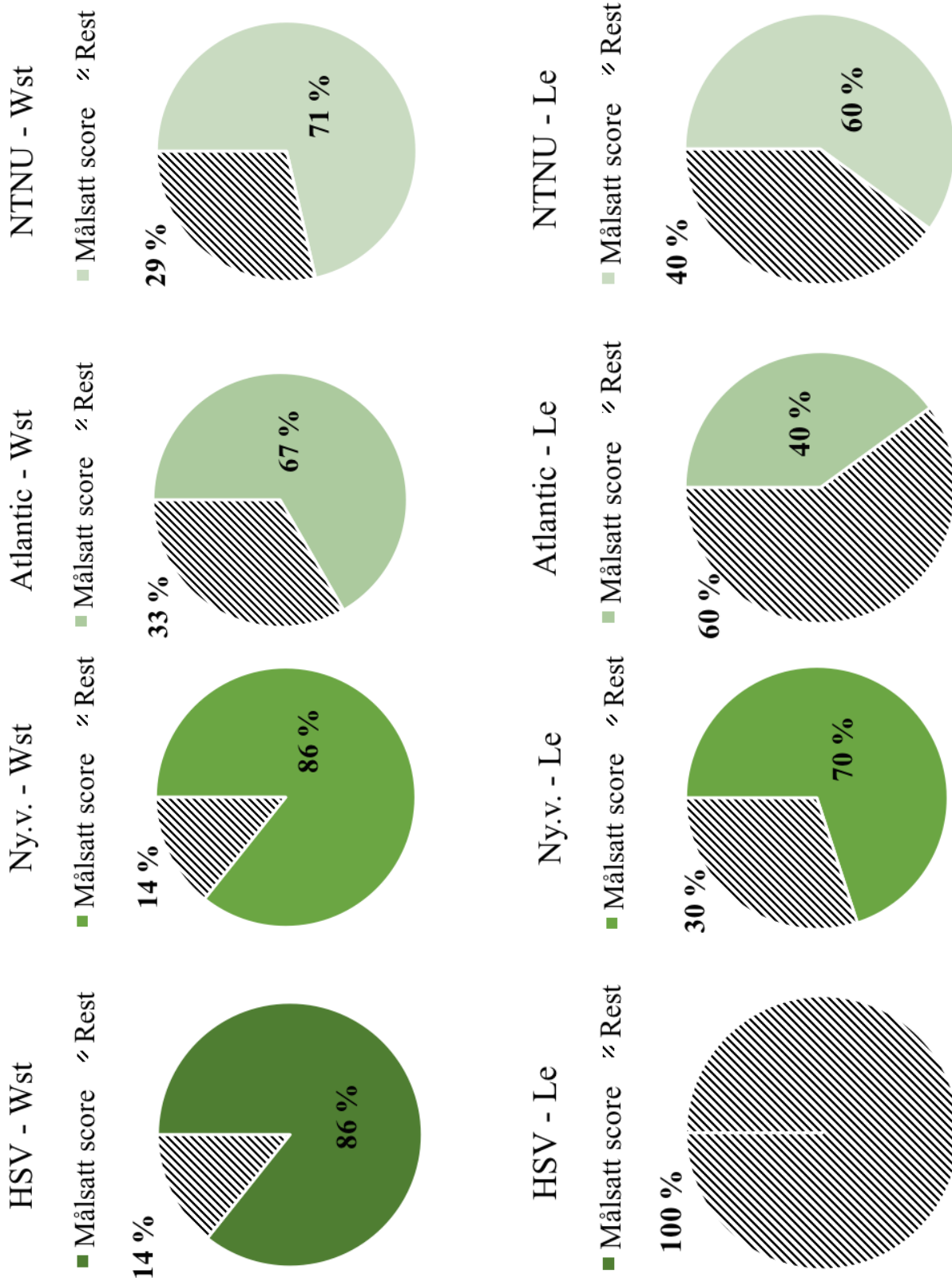


Atlantic - Mat

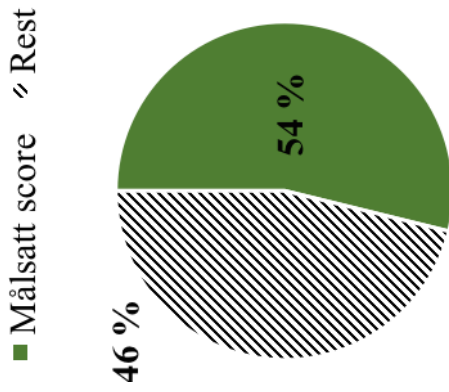


NTNU - Mat

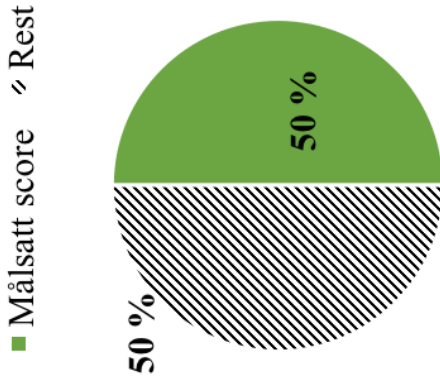




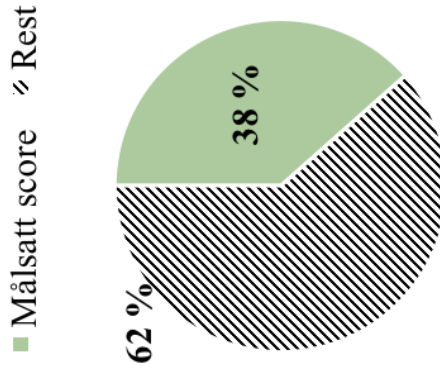
HSV - Pol



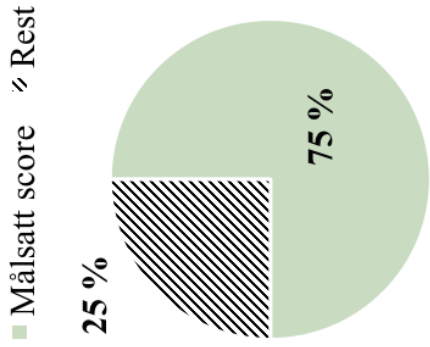
Ny.v. - Pol



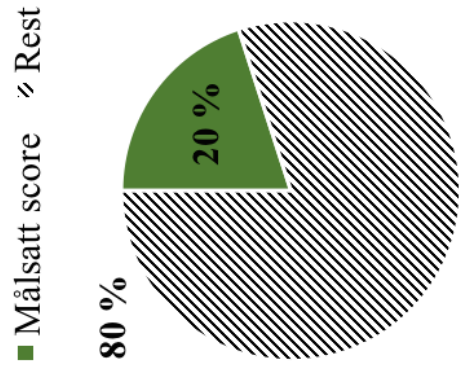
Atlantic - Pol



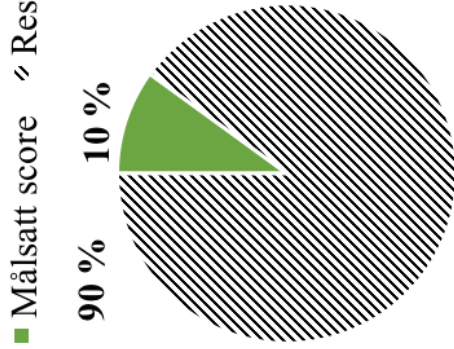
NTNU - Pol



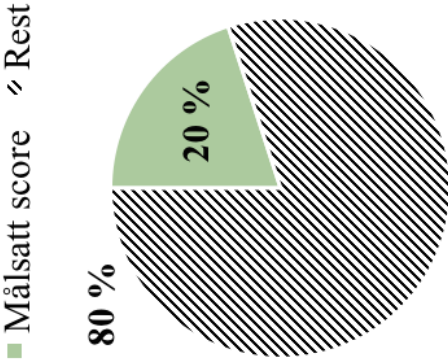
HSV - Inn



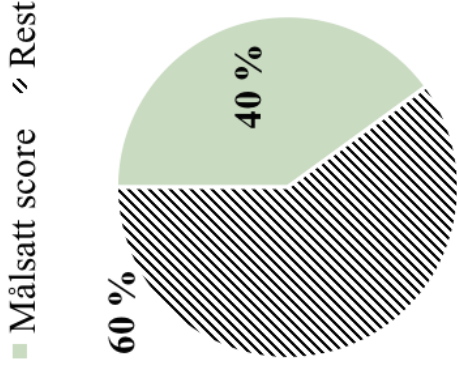
Ny.v. - Inn



Atlantic - Inn



NTNU - Inn







## Vedlegg C1: Intervjuspørsmål

1. Hva var din stilling i prosjektet?
2. Hva var din rolle i forhold til BREEAM i prosjektet?
3. Hva var planlagt BREEAM-klassifiseringsnivå og totalscore for prosjektet?
  - a) Ble det opprinnelige klassifiseringsmålet og totalscore nådd?
  - b) Ble det gjort justeringer underveis som enten hevet eller senket klassifiseringsmålet/total poengscore? Hvilke?
  - c) Hva medførte de eventuelle justeringene?
4. Hva er ditt syn på BREEAM, og har det forandret seg underveis i prosjektet?
5. Hvorfor bygger dere BREEAM-bygg?
6. Har du erfaring med BREEAM fra tidligere prosjekt(er)?
  - a) Positive og/eller negative? Utdyp.
  - b) Hva var din stilling i prosjektet og hva var din rolle i forhold til BREEAM?
  - c) Mener du at tidligere erfaring påvirket din rolle med BREEAM i dette prosjektet? Hvordan?
7. Hvilke erfaringer med BREEAM har du fra dette prosjektet?
  - a) Positive og/eller negative? Utdyp.
8. Hadde alle involverte i prosjektet kjennskap til hva BREEAM er og står for, samt kjennskap til hvilke BREEAM-relaterte oppgaver de skulle gjøre? Utdyp.
9. Hvordan gikk informasjonsflyten mellom ulike ledd i forhold til BREEAM?
  - a) Fikk alle leverandører og underentreprenører tilstrekkelig informasjonen om hva som skal og ikke skal gjøres i et BREEAM-prosjekt?
  - b) Krevde dette ekstra av dere som totalentreprenør?
10. Var du med på å sette mål for energibruk av bygget samt velge energiforsyning?
  - a) Hvilke mål hadde prosjektet med tanke på energibruk og energiforsyning?
  - b) Hvor låst er dere i forhold til krav fra byggherren og andre lokale forutsetninger?
  - c) Hvilke valg ble tatt underveis som påvirker energibruken i dette prosjektet? (tekniske løsninger, tetthet av bygget, kanalstørrelser, o.l.)
  - d) I hvor stor grad og hvilke innvirkninger mener du energibruk og energiforsyning har for måloppnåelsen av BREEAM-klassifiseringsnivået og totalscore? Utdyp.

- 11.** Var du med på materialvalg- og innkjøpsprosessen?
- a)** Hvilke mål hadde prosjektet med tanke på materialvalg og klimagassregnskap?
  - b)** Vet du og/eller de som bestilte inn materialer og produkter hvilke BREEAM-kriterier som skal oppfylles, generelt i et BREEAM-prosjekt og spesifikt for prosjektet?
  - c)** Har du erfart (i dette eller tidligere prosjekt) at materialer og produkter som ikke tilfredsstillere BREEAM-kriteriene kommer inn på byggeplassen? Og i verste fall monteres? Hvilke følger fikk dette og hva koster dette dere? (tid, kostnad, ressurser, o.l.)
  - d)** Hva må til for å effektivisere denne prosessen, slik at man unngår å bestille materialer og produkter som ikke er tillatt å bruke i et BREEAM prosjekt?
  - e)** I hvor stor grad og hvilke innvirkninger mener du materialvalg har for måloppnåelsen av BREEAM-klassifiseringsnivået og totalscore? Utdyp.
- 12.** Hvilke andre faktorer mener du har vært avgjørende for måloppnåelse av BREEAM-klassifiseringsnivået i prosjektet og eventuelle tidligere prosjekt(er)?
- 13.** Hva mener du må til for å heve og senke klassifiseringsnivået et hakk?
- a)** Tid/planlegging
  - b)** Resurser
  - c)** Kostnader
  - d)** Andre faktorer?
- 14.** Mener du at det er mulig å gjennomføre et BREEAM-prosjekt uten ekstra kostnader, ressursbruk og lignede, altså med lik, eventuell bedre, fortjeneste enn et prosjekt uten BREEAM-klassifisering?
- 15.** Hvilke fordeler og ulemper mener du BREEAM-bygg gir for:
- a)** Byggherrer?
  - b)** Entreprenører og leverandører?
  - c)** Brukere?



## Vedlegg C2: Sammendrag fra intervjurunden

### 1. Hva var din stilling i prosjektet?

Prosjektleder – Prosjekteringsleder – Anleggsleder – Anleggsleder-assistent og BREEAM-ansvarlig – Prosjektleder for byggherre – Administrerende direktør

### 2. Hva var din rolle i forhold til BREEAM i prosjektet?

*Tabell C2. 1: Prosjektroller i forhold til BREEAM*

<b>Prosjektleder</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Det overordna ansvaret for BREEAM, det vil si sørge for at BREEAM ivaretas i prosjektet og at vi har ressurser der det trengs.</li><li>• Lite praktisk arbeid med BREEAM.</li><li>• Vet hva som foregår og hva målet er.</li><li>• Noe koordinering mot AP.</li><li>• Ekstra møtevirksomhet.</li></ul>
<b>Prosjekteringsleder</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gjøre eventuelle endringer i pre-analysen i samarbeid med AP, det vil si sørge for at emnene og målet holdes og er håndterbart for prosjektet. Ofte inkluderer dette justeringer i pre-analysen, hvor noen emner utgår mens andre kommer inn.</li><li>• Koordinering mot AP og emnene i design- og prosjekteringsfasen.</li><li>• Koordinere de prosjekterende fagene med hensyn på innlevering av BREEAM-krav og -dokumentasjon.</li><li>• Ekstra møtevirksomhet.</li></ul>
<b>Anleggsleder</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ansvaret for alt innenfor byggegjerdet, det vil si utførelsesfasen av BREEAM som inkluderer innkjøp av produkter og oppfølging av UE (underentreprenør).</li><li>• Delegering av BREEAM oppgaver, hovedsakelig til BREEAM ansvarlig, som innhenter dokumentasjon og lignende.</li><li>• Ekstra møtevirksomhet.</li></ul>

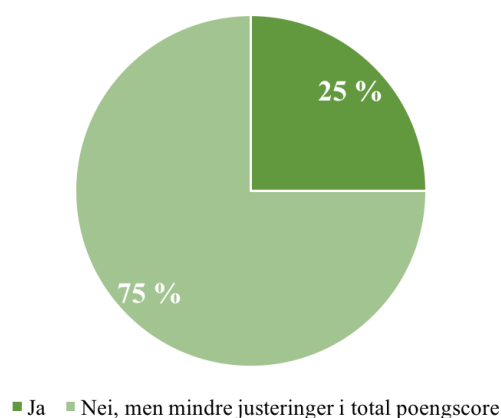
<b>BREEAM-ansvarlig</b> (her anleggsleder-assistent for to prosjekt og anleggsleder for et prosjekt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansvarlig for det praktiske rundt BREEAM.</li> <li>• Daglig oppfølging og planlegging av BREEAM på byggeplass.</li> <li>• Innkjøp i henhold til BREEAM-krav og -dokumentasjon.</li> <li>• Oppfølging av UEer og leverandører.</li> <li>• Ekstra møtevirksomhet.</li> </ul>
<b>Prosjektleder for byggherre (HSV)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppfølging av totalentreprenør (TE) og sertifikat.</li> <li>• Her ansvarlig for kontrakten med både revisor og AP, dvs. betaler AP og revisor.</li> <li>• Ekstra møtevirksomhet.</li> <li>• Selv ansvarlig for et par emner.</li> </ul>
<b>Administrerende direktør</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Følger ekstra med i dette prosjektet, ettersom det er et veldig stort prosjekt med annen kunde enn de er vant med, og deres første BREEAM-prosjekt.</li> </ul>

### 3. Hva var planlagt BREEAM-klassifiseringsnivå og totalscore for prosjektet?

#### a) Ble det opprinnelige klassifiseringsmålet og totalscore nådd?

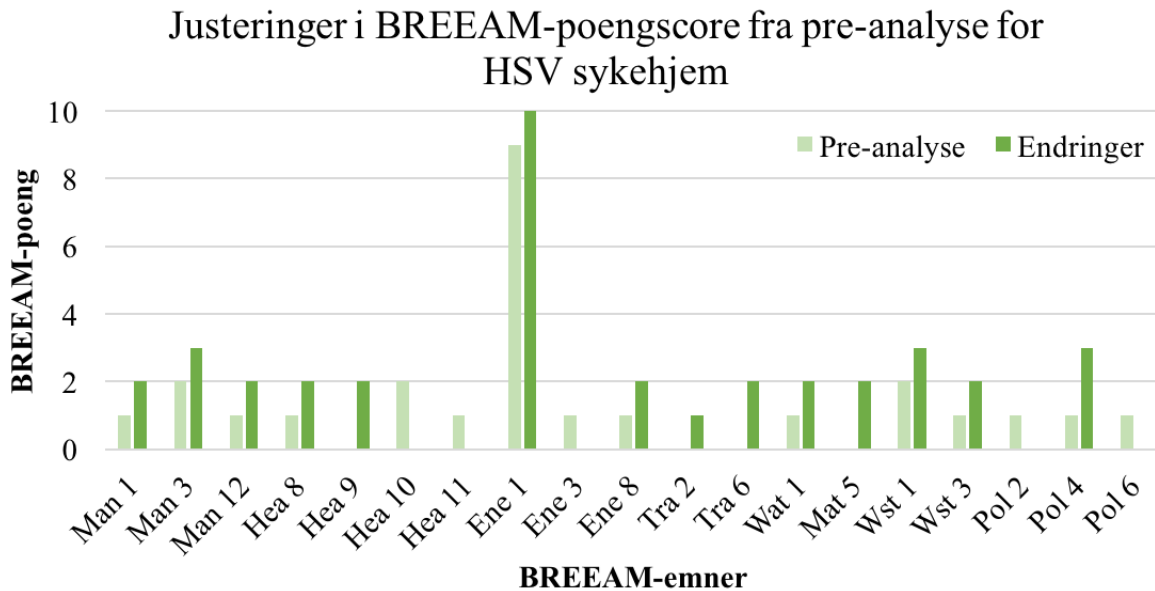
For alle de gjennomførte prosjektene har det opprinnelige BREEAM-klassifiseringsnivået hovedsakelig blitt nådd, men noe mindre arbeid gjenstår for endelig sertifikat. HSV sykehjem la seg med god margin på klassifiseringsnivået Good i starten, siden det var deres første BREEAM-prosjekt og kontrakten hadde et mål om strekke seg til Very Good. Dette resulterte i en oppjustering av klassifiseringsnivået til Very Good.

Endret sertifiseringsnivå

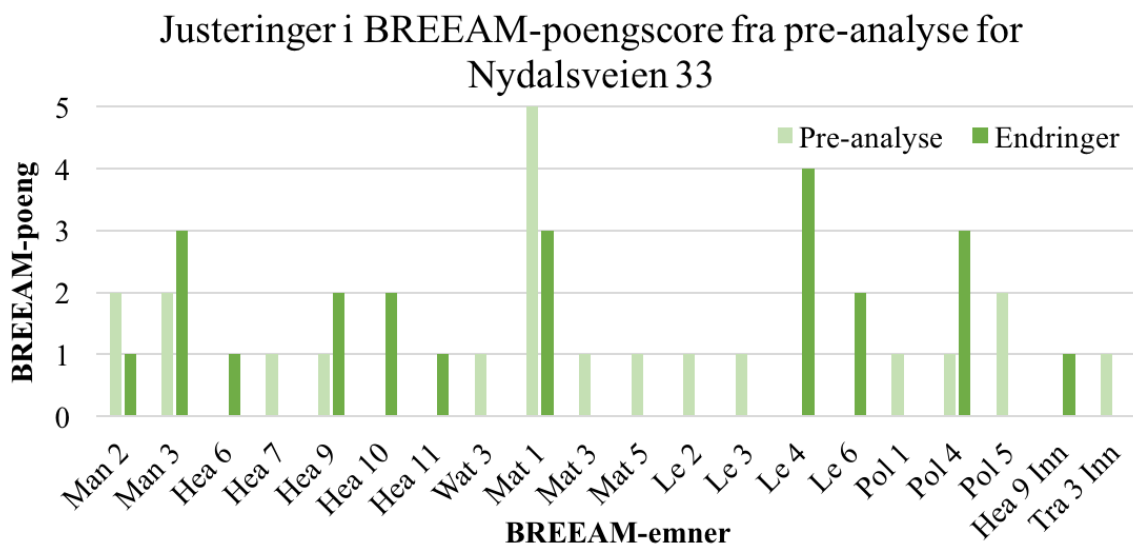


Figur C2. 1: Ble det opprinnelige klassifiseringsmålet og totalscore nådd?

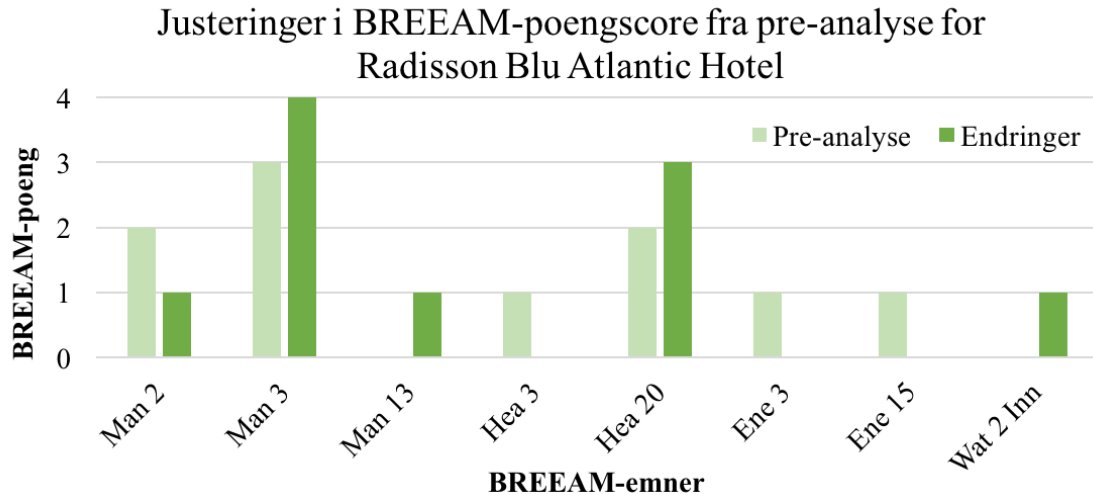
- b) Ble det gjort justeringer underveis som enten hevet eller senket klassifiseringsmålet/total poengscore? Hvilke?  
 Spørsmålet er ikke relevant for NTNU-prosjektet.



Figur C2. 2: Justering i BREEAM-poeng for HSV sykehjem



Figur C2. 3: Justering i BREEAM-poeng for Nydalsveien 33



*Figur C2. 4: Justering i BREEAM-poeng for Radisson Blu Atlantic Hotel, Stavanger*

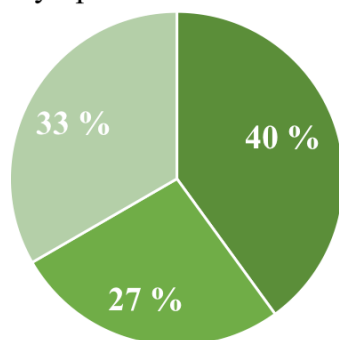
**c) Hva medførte de eventuelle justeringene?**

Justeringene i de gjennomførte prosjektene har vært minimale, og gått mer på bytting av BREEAM emner fra pre-analysen som er mer tilrettelagt og økonomiske for prosjektet. I tillegg la HSV seg såpass høyt på Good at oppjusteringene til neste sertifiseringsnivå var minimale i forhold til ressursbruk.

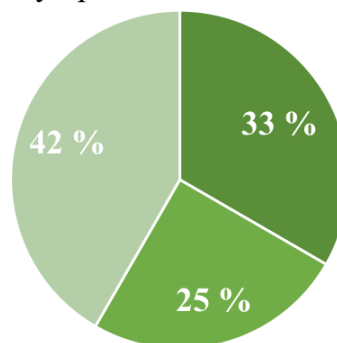
**4. Hva er ditt syn på BREEAM, og har det forandret seg underveis i prosjektet?**

Synet til intervjudeltakerne har hovedsakelig holdt seg likt gjennom prosjektet, selv om de fleste hadde minimalt med kjennskap og kunnskap om BREEAM før prosjektet. Alle intervjudeltakerne mener altså at de har opparbeidet seg mer kunnskap og erfaring om verktøyets oppgaver, dokumentasjon og krav. Intervjudeltakerne som indikerte at de var mer positive til BREEAM før prosjektstart, var også mer positive i prosjektet. I tillegg viser intervjurunden at de som var direkte involvert BREEAM-oppgaver i prosjektet var og er mer positivt innstilt til BREEAM, mens de med mindre praktiske oppgaver og kunnskap vedrørende BREEAM var og er mer negativt innstilt til BREEAM.

Syn på BREEAM - Totalt



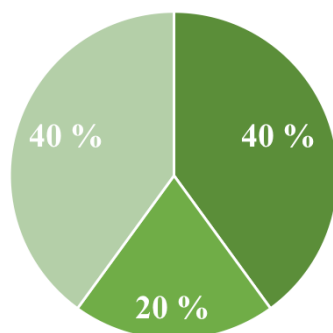
Syn på BREEAM - Totalt



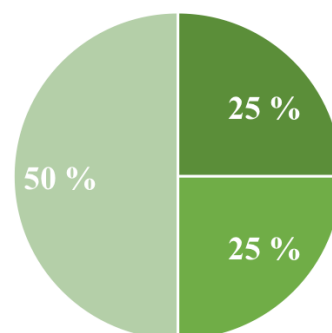
■ Hovedsakelig positiv ■ Nøytral ■ Mer negativ

Figur C2. 5: Syn på BREEAM fra alle intervjudeltakerne (til venstre) og minus NTNU (til høyre)

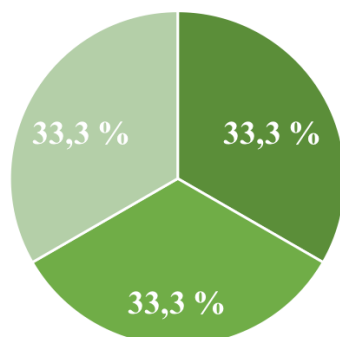
Syn på BREEAM - HSV



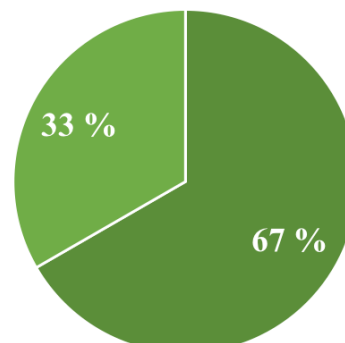
Syn på BREEAM - Nydalsveien



Syn på BREEAM - Atlantic

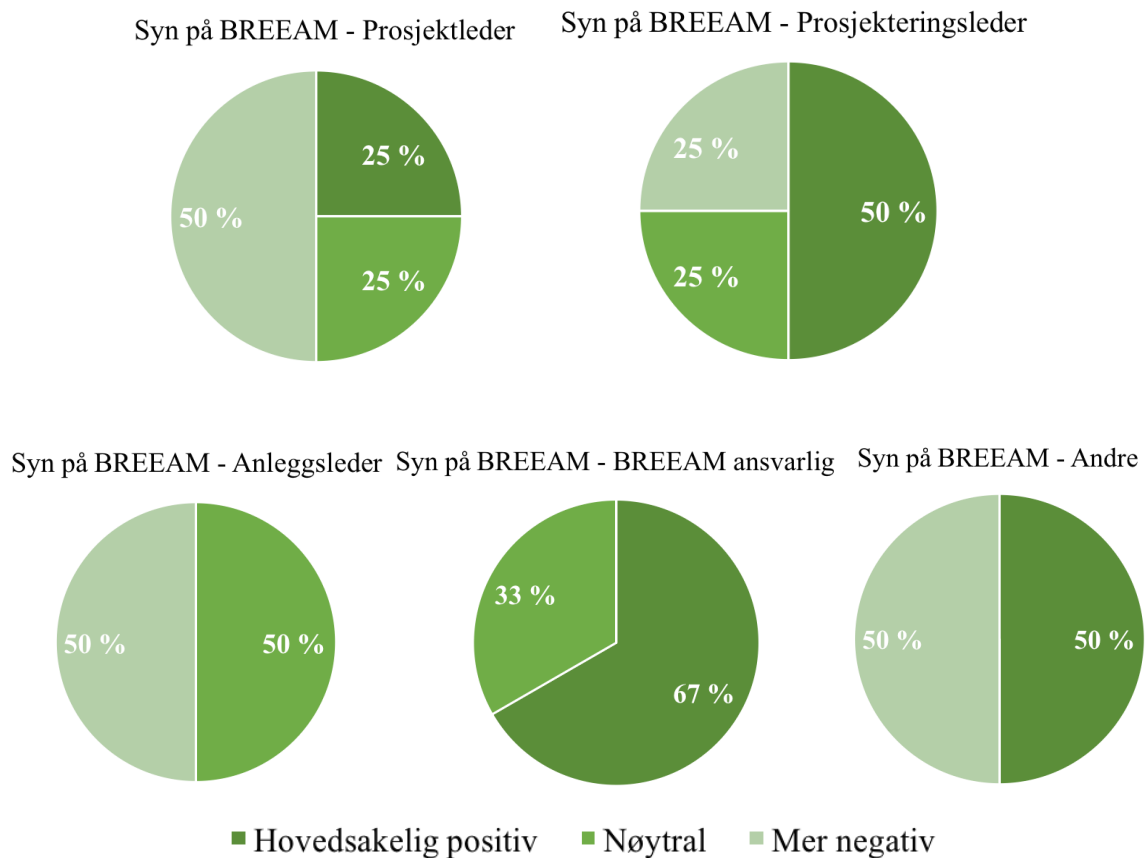


Syn på BREEAM - NTNU



■ Hovedsakelig positiv ■ Nøytral ■ Mer negativ

Figur C2. 6: Syn på BREEAM fordelt over prosjekt



Figur C2. 7: Syn på BREEAM fordelt over prosjektstilling

## 5. Hvorfor bygger dere BREEAM-bygg?

Krav fra byggherren og/eller kunden.

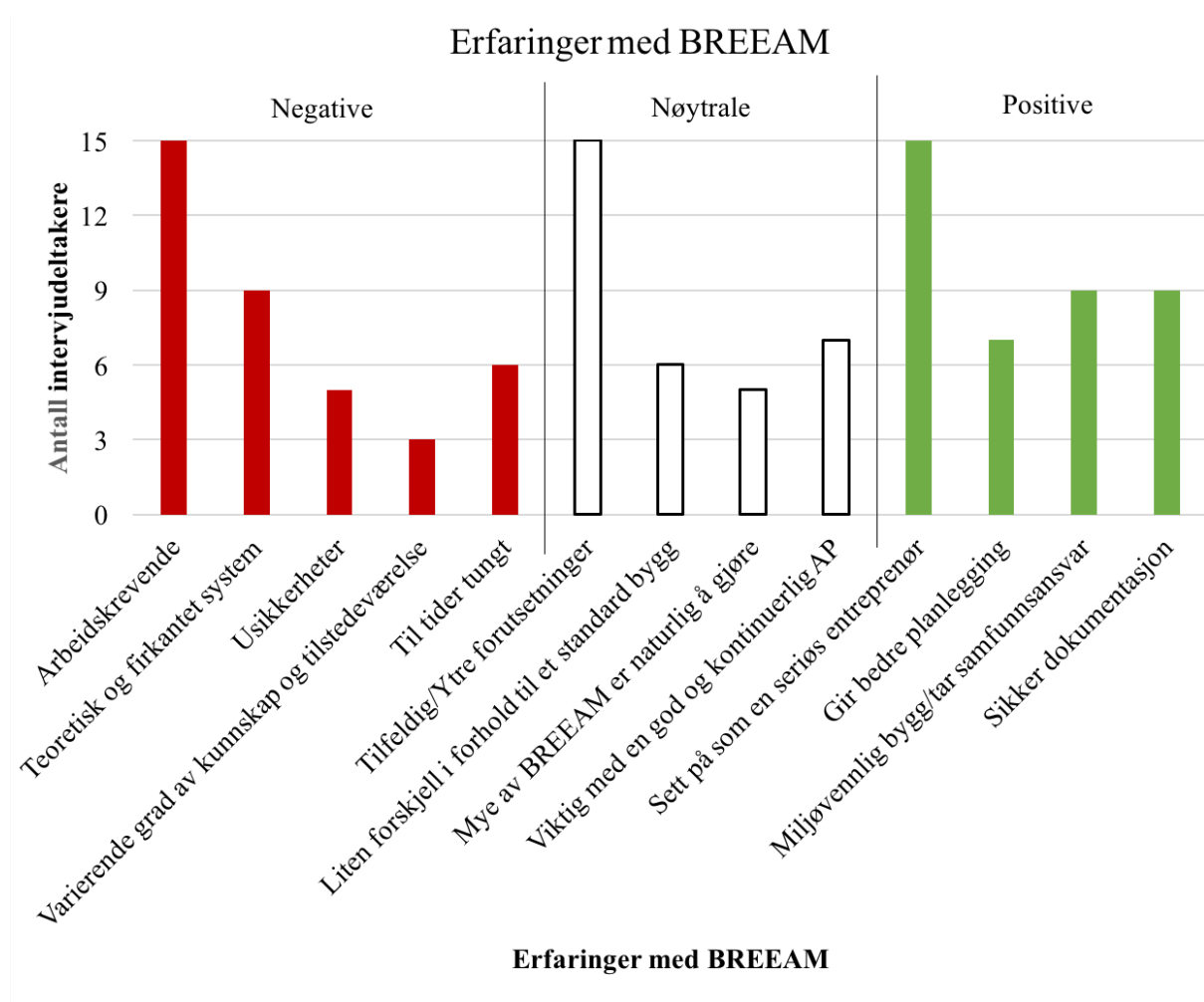
## 6. Har du erfaring med BREEAM fra tidligere prosjekt(er)?

Ingen av intervjudeltakerne har erfaring med BREEAM fra tidligere prosjekter. Noen av de intervjuede hadde erfaring med kalkulasjons-/tilbudsfasen av andre prosjekt, men denne fasen går ganske overflødig over BREEAM, og gir dermed ikke samme kunnskap og erfaring som det å faktisk gjennomføre et BREEAM prosjekt. De følgende intervju spørsmålene (6 a, b og c) er derfor ikke relevant.

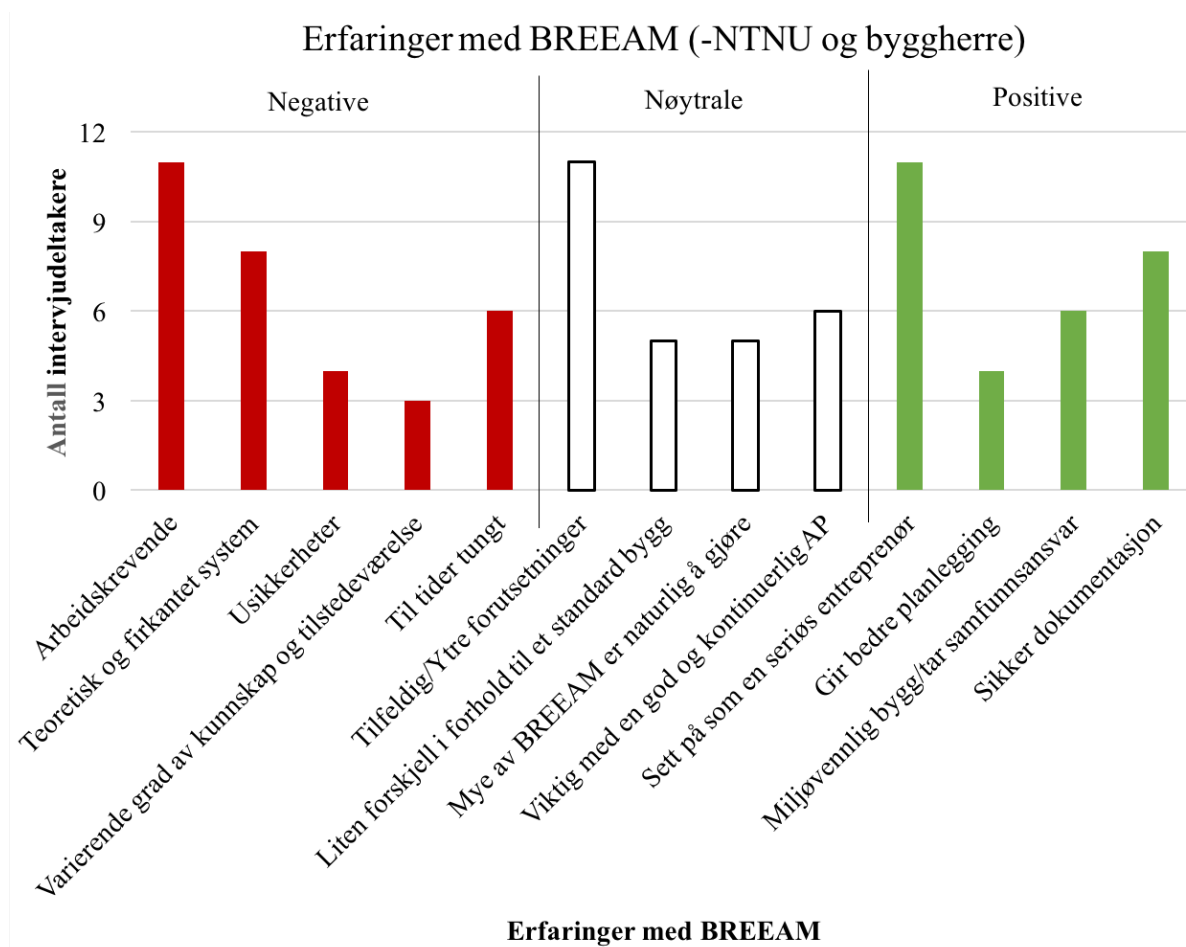
- Positive og/eller negative? Utdyp.
- Hva var din stilling i prosjektet og hva var din rolle i forhold til BREEAM?
- Mener du at tidligere erfaring påvirket din rolle med BREEAM i dette prosjektet?  
Hvordan?

## 7. Hvilke erfaringer med BREEAM har du fra dette prosjektet?

a) Positive og/eller negative? Utdyp.



Figur C2. 8: Intervjudeltakernes erfaringer med BREEAM



*Figur C2. 9: Intervjudeltakernes erfaringer med BREEAM, sett bort fra svar fra NTNU prosjektet og byggherre*

Svarene fra NTNU prosjektet og byggherre er fjernet, fordi intervjudeltakerne til NTNU-prosjektet ikke er gjennomført og byggherre har et litt annet perspektiv enn en totalentreprenør.

**8. Hadde alle involverte i prosjektet kjennskap til hva BREEAM er og står for, samt kjennskap til hvilke BREEAM-relaterte oppgaver de skulle gjøre? Utdyp.**

Nytt for alle i starten (sett bort fra kalkulasjonsfasen av andre prosjekter), dermed ble veien til mens man gikk. I tillegg kom det stadig nye folk inn i prosjektene, som igjen kompliserte dette. Videre er det stor forskjell på hvor engasjerte og til stede folk er i forhold til BREEAM, både i prosjektgruppen og hos andre involverte i prosjektet (rådgivere, UEer, leverandører), noe som gjør jobben tyngre for BREEAM-ansvarlig.



Tabell C2. 2: Svar fra intervju spørsmål 8 i stikkord per prosjekt

<p><b>HSV sykehjem</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grunnopplæring av hele prosjektteamet, gjennom et dagskurs.</li> <li>• I design- og prosjekteringsfasen ble det gjennomført separate BREEAM-møter, samt som en tilleggsdel i de ordinære prosjekteringsmøtene.</li> <li>• I alle kontrakter ble det lagt ved en BREEAM-del og i tillegg var BREEAM et punkt i både oppstartsmøter og fremdriftsmøter. Det var noe av det første man gikk igjennom med UEer og leverandører i tillegg til HSM (helse, miljø og sikkerhet).</li> </ul>
<p><b>Nydalsveien 33</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De som hadde mer med BREEAM å gjøre, hadde følgende mer kunnskap om BREEAM. Prosjektgruppen skjønner at BREEAM er viktig, mens formenn og lignende synes ofte at det er svada.</li> <li>• I design- og prosjekteringsfasen ble BREEAM et punkt i prosjekteringsmøtene, men det slukte hele møtet, og ble derfor tatt ut etter et par møter, slik at en fikk gjort det andre i prosjektet. I stedet ble det kun rapportert status og sendt ut purringer.</li> <li>• I alle kontrakter ble det lagt ved en BREEAM-del og i tillegg var BREEAM et punkt i både oppstartsmøter og fremdriftsmøter. BREEAM var altså noe av det første en gikk igjennom med UEer og leverandører, slik at det var en forutsetning fra start hva de kunne og ikke kunne levere. I tillegg ble det inngått avtaler med noen av de store leverandørene, for å unngå at produkter som ikke skulle inn på byggeplassen ble kjøpt.</li> </ul>
<p><b>Radisson Blu Atlantic Hotel</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I alle kontrakter ble det lagt ved en BREEAM-del og i tillegg var BREEAM et punkt i både oppstartsmøter og fremdriftsmøter.</li> </ul>
<p><b>NTNU-FHS og Sit Idrett</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosjektet er kun i bearbeidelsesfasen, men har tilknyttet seg kompetanse inn mot prosjektet. Alle de innoverte per nå ikke har tilstrekkelig kunnskap om BREEAM, men dette vil komme mer etterhvert som de kjøper inn tjenester osv.</li> <li>• I første grad er alle de prosjekterende involvert og informert om BREEAM-kravene.</li> </ul>

- Det vil være en BREEAM del med i alle kontrakter med krav og mål, som for eksempel at ProductXchange skal brukes. I tillegg må det være en form for oppfølging, og det skal vurderes i hvor stor grad egen mottakskontroll vil være lønnsomt eller ikke.

## 9. Hvordan gikk informasjonsflyten mellom ulike ledd i forhold til BREEAM?

- a) Fikk alle leverandører og underentreprenører tilstrekkelig informasjonen om hva som skal og ikke skal gjøres i et BREEAM-prosjekt?

*Tabell C2. 3: Svar fra intervju spørsmål 9a i stikkord per prosjekt*

<p><b>HSV sykehjem</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan ikke 100% garantere at alle UEer og leverandører hadde kjennskap og kunnskap om BREEAM, men i alle avtaler ble det lagt ved en BREEAM-del.</li> <li>• Ofte gjør UEene det slik de har gjort det tidligere, og dermed må vi purre for å få inn riktig dokumentasjon og lignende. Dette skulle ha gått mer av seg selv.</li> <li>• Ofte kan det være lettere å kun spørre om et spesifikt dokument eller selv finne dokumentet, enn å forklare alt angående BREEAM og forvente at UEer og leverandører skal levere til punkt og prikke.</li> </ul>
<p><b>Nydalsveien 33</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan ikke 100% garantere at alle UEer og leverandører hadde kjennskap og kunnskap om BREEAM, men i alle avtaler ble det lagt ved en BREEAM-del, og det ble i tillegg inngått en avtale med noen av de store leverandørene for å unngå at produkter som ikke skal være på byggeplassen blir kjøpt inn.</li> <li>• Problemet er at de som signerer avtalene blir byttet ut. For eksempel blir en formann byttet ut med en bas som ikke vet noe, og dermed ender opp med å kjøpe akkurat det som ikke skal kjøpes inn. Det er stor forskjell mellom de som signerer og de som faktisk utfører arbeidet.</li> </ul>
<p><b>Radisson Blu Atlantic Hotel</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan ikke 100% garantere at alle UEer og leverandører hadde kjennskap og kunnskap om BREEAM, men i alle avtaler ble det lagt ved en BREEAM-del og gitt tilstrekkelig informasjon.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Det viser seg ofte at UEer og leverandører har stålkontroll når de skriver under, men senere kommer det motsatte frem, og må derfor følges opp, delvis med ”gulrot” og delvis med ”pisk”.</li> </ul>
<b>NTNU-FHS og Sit Idrett</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ikke relevant for dette prosjektet, da det kun er i bearbeidelsesfasen.</li> </ul>

b) Krevde dette ekstra av dere som totalentreprenør?

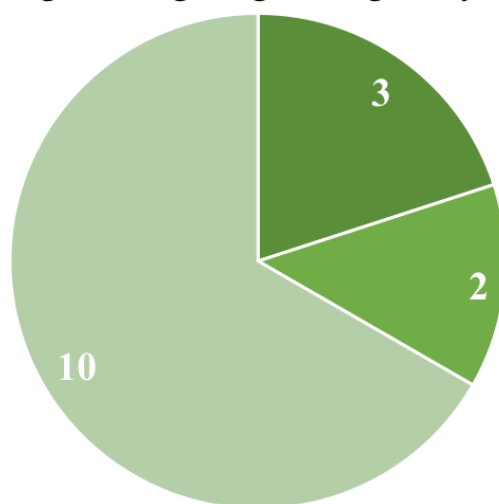
*Tabell C2. 4: Svar fra intervju spørsmål 9b i stikkord per prosjekt*

<b>HSV sykehjem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ja, det er en større administrativ del, i forhold til oppfølging og planlegging. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Separate BREEAM møter og som tilleggsdel i prosjekteringsmøter</li> <li>○ Fast agenda på internmøter hver uke.</li> <li>○ Informasjon til UEer og leverandører som ikke hang med, spesielt angående kjemikalier.</li> <li>○ Oppfølging av ProductXchange og miljørunder med stikkprøver.</li> <li>○ Må selv finne spesifikt dokument, da UEer og leverandører helgarderer seg med å sende en stor zip fil</li> </ul> </li> <li>• Rundt 1 årsverk fordelt på design- og prosjekteringsfasen, og gjennomføringsfasen.</li> </ul>
<b>Nydalsveien 33</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ja, det krever mer oppfølging og planlegging av oss som TE. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rapportering av status og purringer i prosjekteringsmøter.</li> <li>○ Informasjon til UEer og leverandører som ikke hang med.</li> <li>○ Oppfølging av ProductXchange og miljørunder med stikkprøver.</li> <li>○ Må selv finne spesifikt dokument, da UEer og leverandører helgarderer seg med å sende en stor zip-fil.</li> </ul> </li> <li>• Vi kunne helt sikkert ha klart oss med et menneske mindre uten BREEAM, ettersom det kommer som tillegg til alle andre oppgaver</li> </ul>

	og som ekstra informasjon til HMS, KS, osv. og dermed forsvinner litt av informasjonen i det store bildet.
<b>Radisson Blu Atlantic Hotel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ja, men det er både og. Vi har UEer som leverer til punkt og prikke, uten noe ekstra mas, men også UEer på motsatt enda, som må følges opp mye mer.</li> <li>• Det krever mer oppmerksomhet og oppfølging. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Informasjon og opptrening av UEer som ikke hang med.</li> <li>○ Oppfølging av ProductXchange og miljørunder med stikkprøver.</li> </ul> </li> </ul>
<b>NTNU-FHS og Sit Idrett</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ikke relevant for dette prosjektet, da det kun er i bearbeidelsesfasen.</li> <li>• Intervjudeltakerne poengterer at de må være på fra dag en, i forhold til oppfølging og bruk av systemer, og at dette vil kreve ekstra fordi BREEAM inneholder noen ting man vanligvis ikke fokuserer på og dokumenterer i like stor grad.</li> </ul>

### 10. Var du med på å sette mål for energibruk av bygget samt velge energiforsyning?

Delaktig med å sette mål for energibruk og velge energiforsyning



■ Delvis ■ I mindre grad ■ Nei

Figur C2. 10: Intervjudeltakere delaktig med å sette mål for energibruk og velge energiforsyning

a) Hvilke mål hadde prosjektet med tanke på energibruk og energiforsyning?

<b>HSV sykehjem</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Energiklasse A, 121 kWh/m<sup>2</sup> beregnet levert energi og 56,4% andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov.</li><li>• Energiforsyning: Varmepumpe med brønner til fjell og tørrkjel på taket, samt elkjel som spisslast.</li></ul>
<b>Nydalsveien 33</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Energiklasse C, 143 kWh/m<sup>2</sup> beregnet levert energi og 30 % andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov.</li><li>• Energiforsyning: energisentral med fjernvarme med elkjel som spisslast.</li></ul>
<b>Radisson Blu Atlantic Hotel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Energiklasse A, 137 kWh/m<sup>2</sup> beregnet levert energi og 51,6% andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov.</li><li>• Energiforsyning: CO<sub>2</sub> varmpumper og elektrisitet, samt gassentral som spisslast.</li></ul>
<b>NTNU-FHS og Sit Idrett</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Energiklasse A, med 22,1 kWh/m<sup>2</sup> beregnet levert energi for utdanningsdel og 18,9 kWh/m<sup>2</sup> for idrettsdel.</li><li>• Energiforsyning: Varmepumpe (luft-til-vann), solceller med fjernvarme som spisslast, samt solfangere dimensjonert for 50% av varmtvannsforbruket.</li></ul>

b) Hvor låst er dere i forhold til krav fra byggherren og andre lokale forutsetninger?

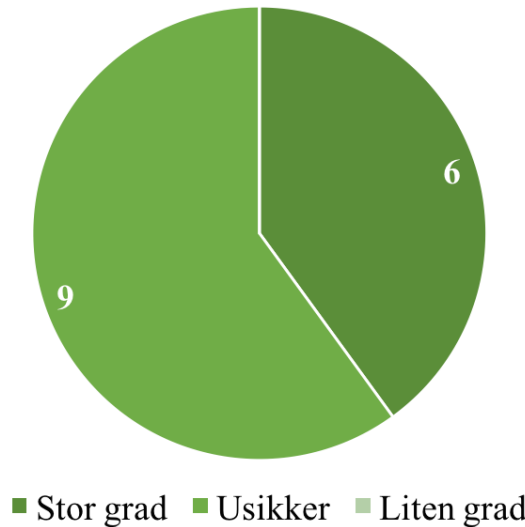
Det er stort sett kunden i tillegg til de lokale forutsetningene som legger lista for energiforbruk og energiforsyning. Vi som TE er kun med på å lede denne prosessen og kan derfor til en viss grad påvirke dette. Energiberegningen blir gjennomført av en energirådgiver med kravene fra BREEAM og eventuelle andre krav. Deretter blir de tekniske løsningene og tetthet av bygget valgt ut ifra det.

c) Hvilke valg ble tatt underveis som påvirker energibruken i dette prosjektet? (tekniske løsninger, tetthet av bygget, kanalstørrelser, ol.)

De tekniske løsningene ble valgt ut fra energiberegningen og satt fra starten av for alle prosjektene. HSV sykehjem hadde for eksempel fokus på tetthet og god U-verdi i gjennomføringsfasen ettersom prosjektet også hadde krav om passivhus-standard.

- d) I hvor stor grad og hvilke innvirkninger mener du energibruk og energiforsyning har for måloppnåelsen av BREEAM-klassifiseringsnivået og totalscore? Utdyp.

Grad av påvirkning for energibruk og energiforsyning



Figur C2. 11: Intervjudeltakernes mening om grad av påvirkning for energibruk og energiforsyning

## 11. Var du med på materialvalg- og innkjøpsprosessen?

Ja, alle intervjudeltakerne var til en viss grad med på materialvalg- og innkjøpsprosessen, bortsett fra administrerende direktør. Prosjektleder fra byggherre og prosjekteringslederne var mest med på valg av materialer i design- og prosjekteringsfasen, det vil si valg av hovedmaterialer, som for eksempel fasade og gulv. Videre var anleggslederne og BREEAM-ansvarlige hovedsakelig med på valg av materialer i gjennomføringsfasen. Mens prosjektlederne hadde det overordnede ansvaret gjennom hele prosjektet.

- a) Hvilke mål hadde prosjektet med tanke på materialvalg og klimagassregnskap?

Se også vedlegg B1-B4 for hvilke emner i BREEAM-kategoriene mat som er tatt for de 4 prosjektene. I tillegg er Hea 9 og Man 12 relevant for valg av materialer, selv om de er i andre kategorier, som henholdsvis ser på helse og innemiljø, og ledelse.

Tabell C2. 5: Oppsummerte mål med tanke på materialvalg og klimagassregnskap

<p><b>Alle prosjektene</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen bruk av produkter som inneholder miljøgifter i A20 listen.</li> <li>• EPDer for bygningselementer i tabell 9.2 i BREEAM 2012 manualen som utgjør minst 25% av produktgruppens areal, volum eller vekt.</li> <li>• 10-15 produkter i produkttabellen (tabell 9.2 i BREEAM 2012 manualen), må få karakter 1-6 for alle miljøområdene i ECOproduct-metoden og/eller tilfredsstillende EU-blomst/Svanemerke for sin produktkategori, hvor 4 må være bærevegger/bærende konstruksjon, dekker, utvendig kledning og isolasjon i utvendige vegger.</li> <li>• Fremme tilfredsstillende beskyttelse og robusthet av utsatte deler av bygningen og landskapet, og dermed begrense bruk av utskiftningsmaterialer til et minimum.</li> <li>• Redusere forurensninger i inneluften (svevetøv og kjemiske forbindelser) gjennom krav til dokumentert godt byggerenhold og valg av materialer og produkter med dokumentert lave utslipp av flyktige organiske forbindelser og andre kjemiske forbindelser.</li> </ul>
<p><b>HSV sykehjem</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen klimagassregnskap (LCA).</li> <li>• Minimum 80% av materialene som er listet opp i tabellen i BREEAM-manualen under Mat 5, er ansvarlig innkjøpte materialer.</li> <li>• Analyse av levetidskostnader (LCC).</li> </ul>
<p><b>Nydalsveien 33</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen LCA.</li> <li>• Gjenbruk av eksisterende bærekonstruksjoner i prosjektet som består av delvis rehabilitering og delvis nybygg, hvor gjenbrukt bærekonstruksjon utgjør minimum 50% av volumet til den endelige bygningen. Det vil si at tilbygget må være mindre enn den opprinnelige konstruksjonen.</li> </ul>
<p><b>Radisson Blu Atlantic Hotel</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen LCA.</li> <li>• Gjenbruk av fasader, hvor minimum 80% av den gjenbrukte fasaden består av gjenbrukt materiale på stedet.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gjenbruk av eksisterende bærekonstruksjoner, hvor minimum 80% av volumet gjenbrukes uten betydelig forsterkningsarbeid eller endringer.</li> <li>• Minimum 80% av materialene listet opp i BREEAM manualen under Mat 5, er ansvarlig innkjøpte materialer.</li> </ul>
<b>NTNU-FHS og Sit Idrett</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Har LCA med 40% reduksjon i forhold til et referansebygg, inkludert energi, materialer og transport, hvor den største andelen i reduksjon hentes fra energi.</li> <li>• Minimum 80% av materialene som er listet opp i tabellen i BREEAM-manualen under Mat 5, er ansvarlig innkjøpte materialer.</li> <li>• Analyse av levetidskostnader (LCC).</li> </ul>

b) Vet du og/eller de som bestilte inn materialer og produkter hvilke BREEAM-kriterier som skal oppfylles, generelt i et BREEAM-prosjekt og spesifikt for prosjektet?

Ja, delvis, for HSV sykehjem, Nydalsveien 33 og Radisson Blu Atlantic Hotell.  
Irrelevant spørsmål for NTNU-prosjektet da det kun er i bearbeidelsesfasen.

c) Har du erfart (i dette eller tidligere prosjekt) at materialer og produkter som ikke tilfredsstillter BREEAM-kriteriene kommer inn på byggeplassen? Og i verste fall monteres? Hvilke følger fikk dette og hva koster dette dere? (tid, kostnad, ressurser, o.l.)

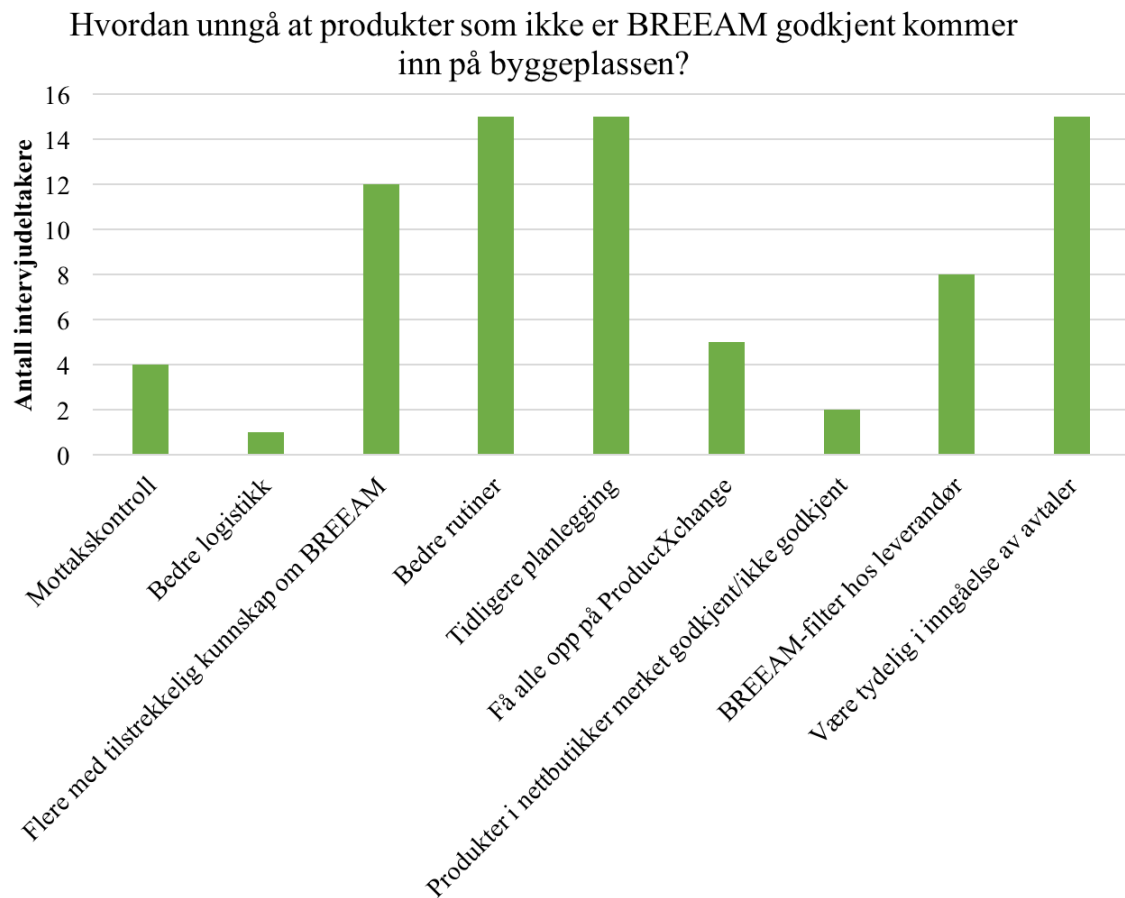
*Tabell C2. 6: Kommentarer og erfaringer fra intervjudeltakerne angående produkter som ikke tilfredsstillter BREEAM kriteriene på byggeplassen*

<b>HSV sykehjem</b>	<p>Nei, men det har kommet inn materialer på byggeplassen med kjemikalier som ikke skal være der, hovedsakelig igjennom servicebiler med alt mulig av produkter i bilen. I tillegg ble det funnet et fugeskum i en kum med kjemikalier som ikke var tillatt i BREEAM-prosjektet, men den var utenfor tomta og dermed klarert av revisor.</p>
---------------------	--



<b>Nydalsveien 33</b>	<p>Nei, men det har kommet inn materialer på byggeplassen med kjemikalier som ikke skal være der, hovedsakelig igjennom servicebiler med alt mulig av produkter i bilen.</p>
<b>Radisson Blu Atlantic Hotel</b>	<p>Ja, noen dørterskler i tre uten dokumentasjon ble bestilt og kom inn på byggeplass uten å oppfylle dokumentasjonskravene til BREEAM, men treverket ble ikke montert. Dokumentasjonen ble spurt etter, men kunne ikke sendes, derfor måtte tersklene byttes ut med andre som oppfylte dokumentasjonskravene til BREEAM. Dette kostet prosjektet ca. 10 000 kr ekstra, altså minimale merkostnader i forhold til total prosjektkostnad.</p>
<b>NTNU-FHS og Sit Idrett</b>	<p>Irrelevant spørsmål for prosjektet da det kun er i bearbeidelsesfasen.</p>

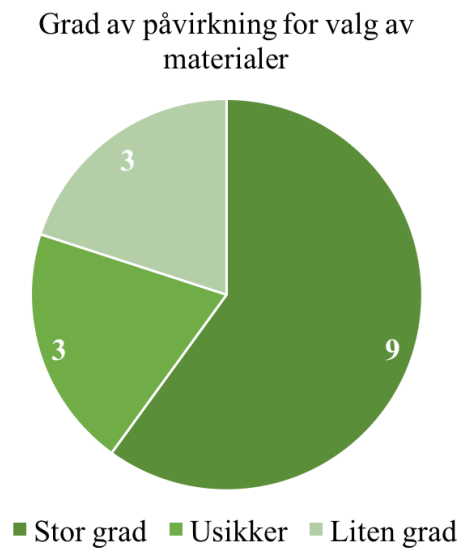
- d) Hva må til for å effektivisere denne prosessen, slik at man unngår å bestille materialer og produkter som ikke er tillatt å bruke i et BREEAM-prosjekt?



**Kommentar til forbedring/effektivisering rundt materialvalg i BREEAM-prosjekter**

Figur C2. 12: Kommentar fra intervjudeltakerne til forbedring eller effektivisering i valg av materialer i BREEAM-prosjekter

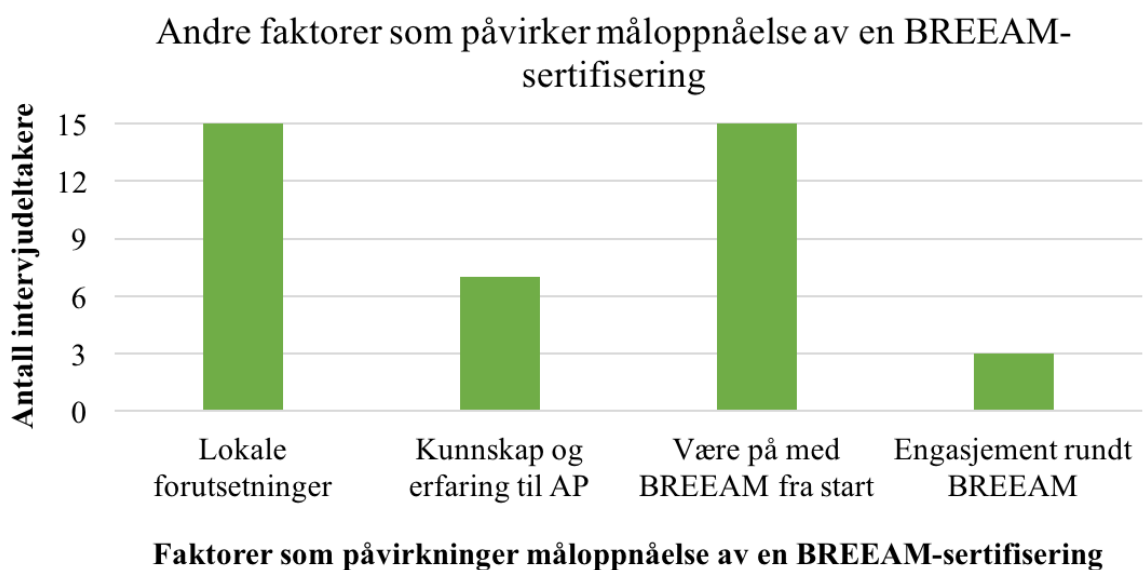
- e) I hvor stor grad og hvilke innvirkninger mener du materialvalg har for måloppnåelsen av BREEAM-klassifiseringsnivået og totalscore? Utdyp.



Figur C2. 13: Intervjudeltakernes mening om grad av påvirkning for energibruk og energiforsyning

## 12. Hvilke andre faktorer mener du har vært avgjørende for måloppnåelse av BREEAM-klassifiseringsnivået i prosjektet og eventuelle tidligere prosjekt(er)?

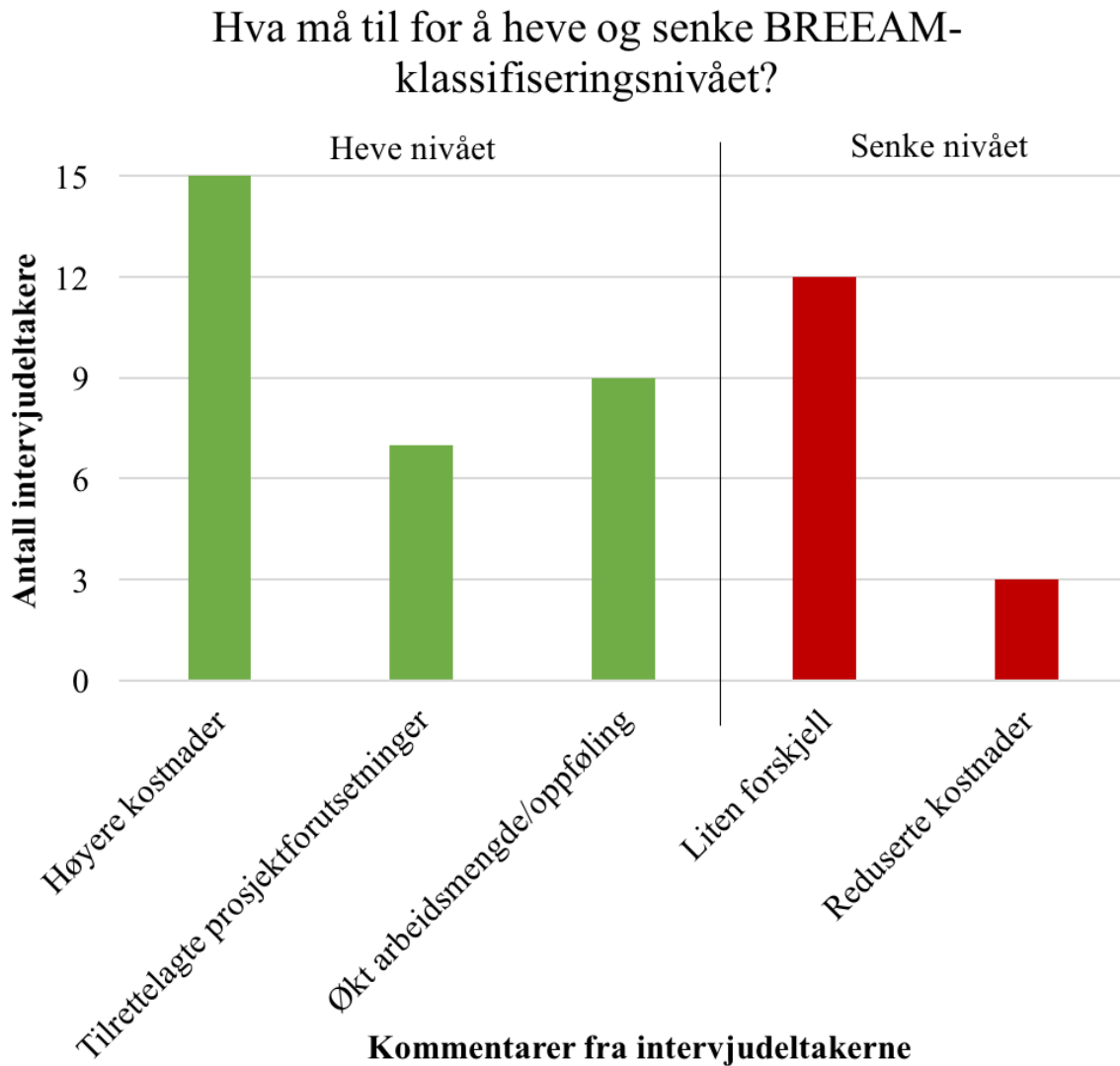
Andre faktorer som påvirker måloppnåelsen, sett bort fra energi- og materialrelatert påvirkning på måloppnåelsen, som allerede er spurt om i de to foregående intervju-spørsmålene.



Figur C2. 14: Faktorer intervjudeltakerne mener påvirker måloppnåelse av en BREEAM-sertifisering

### 13. Hva mener du må til for å heve og senke klassifiseringsnivået et hakk?

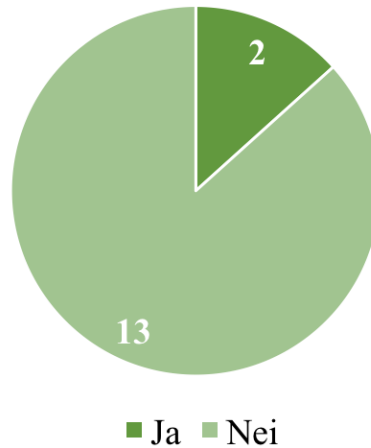
Tid/planlegging, ressurser, kostnader og andre faktorer



Figur C2. 15: Intervjudeltakernes kommentarer på hva som må til for å heve og senke BREEAM-klassifiseringsnivået

**14. Mener du at det er mulig å gjennomføre et BREEAM-prosjekt uten ekstra kostnader, ressursbruk og lignede, altså med lik, eventuell bedre, fortjeneste enn et prosjekt uten BREEAM-klassifisering?**

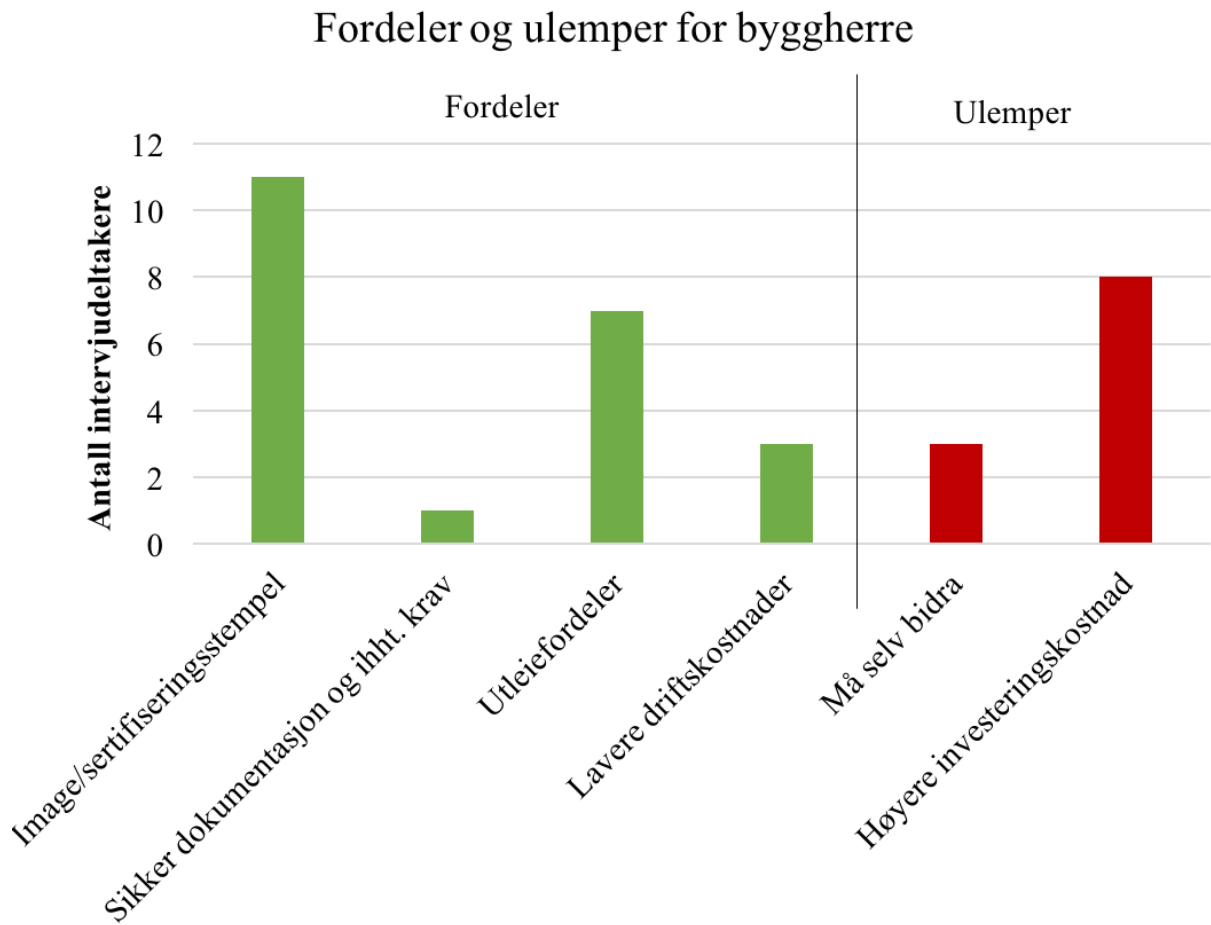
Kan et BREEAM-prosjekt gjennomføres med lik, eventuell bedre, fortjeneste i forhold til et standard prosjekt?



*Figur C2. 16: Intervjudeltakernes mening om et BREEAM-prosjekt kan gjennomføres med lik, eventuell bedre, fortjeneste i forhold til et standard prosjekt*

## 15. Hvilke fordeler og ulemper mener du BREEAM-bygg gir for:

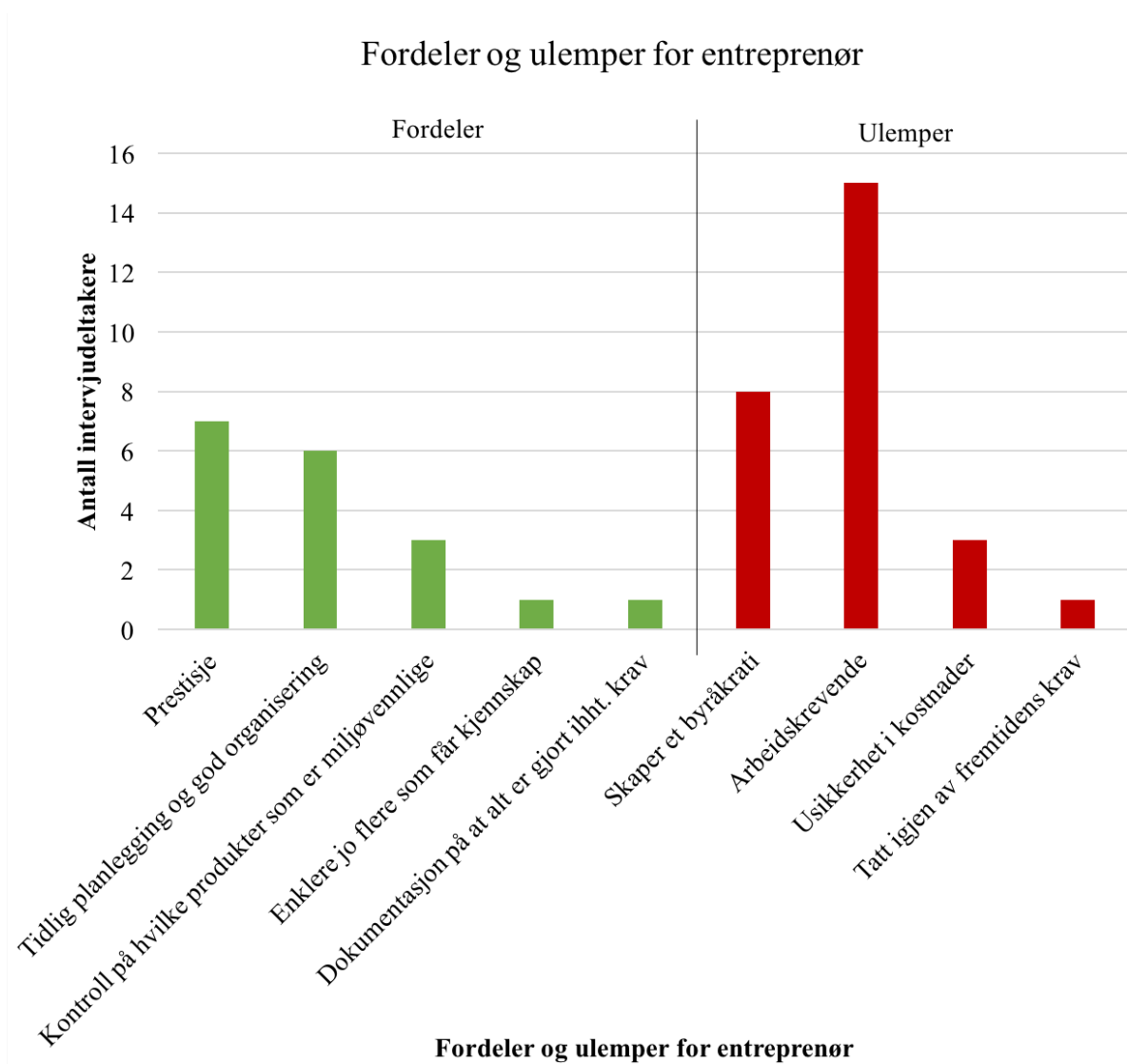
### a) Byggherrer



### Fordeler og ulemper for byggherre

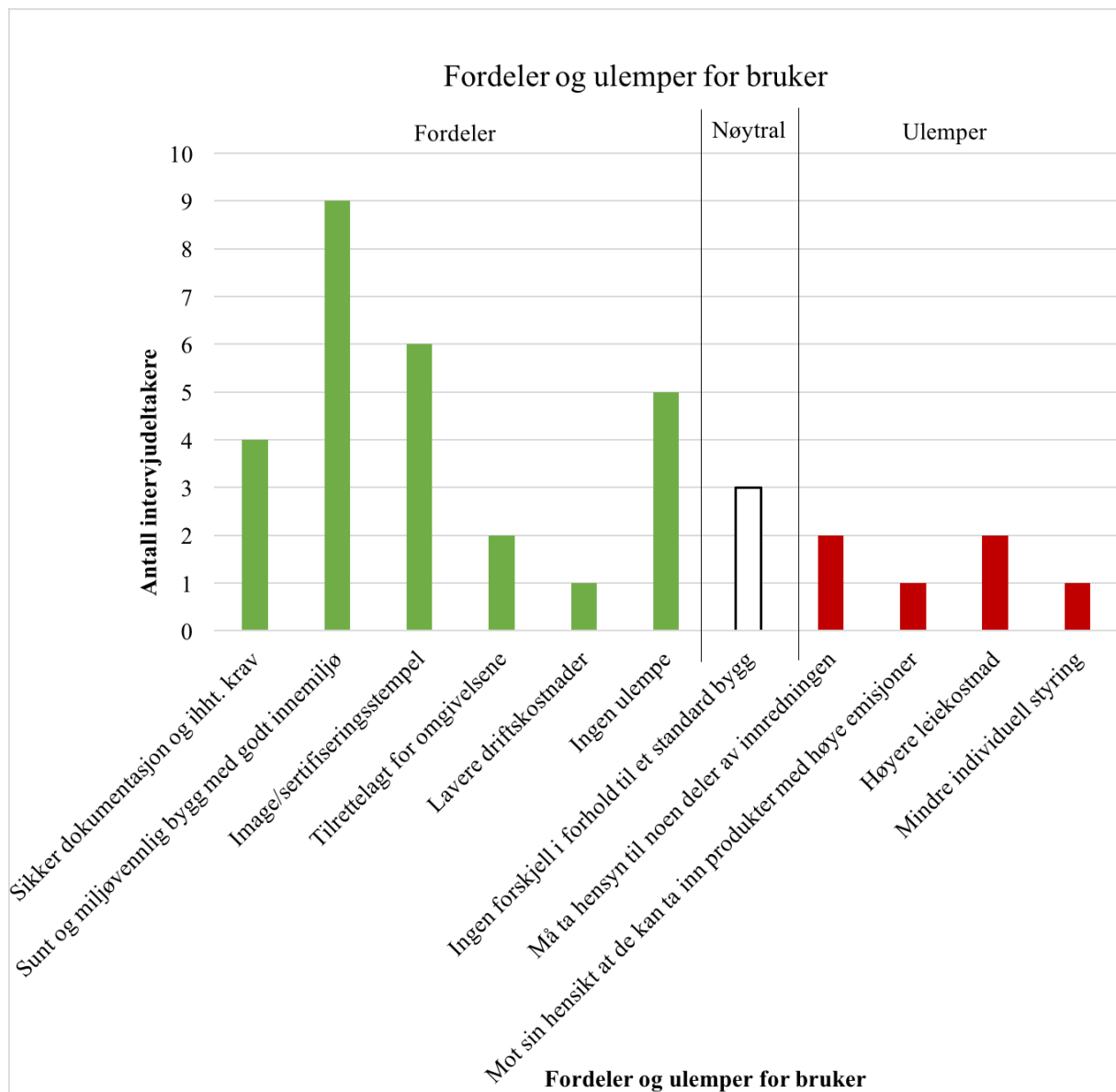
Figur C2. 17: Fordeler og ulemper for byggherre

b) Entreprenører



Figur C2. 18: Fordeler og ulemper for entreprenør

c) Brukere



Figur C2. 19: Fordeler og ulemper for bruker