www.byggeevaluering.dk

Byggeriets Evaluerings Center

Bæredygtigt byggeri

Afprøvning af certificeringsordninger til måling af bæredygtighed i byggeri

Juni 2010
Byggeriets Evaluerings Center

KOLOFON

Titel:	Bæredygtigt byggeri
Undertitel:	Afprøvning af certificeringsordninger til måling af bæredygtighed i byggeri
Udgivet år:	2010
Forfatter (-e):	Harpa Birgisdottir, Klaus Hansen, Kim Haugbølle, Peter Hesdorf, Ib Steen Olsen og Simon Mortensen
Design og redigering:	Simon Mortensen
Produktion:	Vesterkopi
Format:	Elektronisk og trykt.
ISBN:	87-91363-29-2
Udgiver:	Byggeriets Evaluerings Center Strandgade 27B, plan 5 DK-1401 København K Tel. +45 3264 1440 E-mail: info@byggeevaluering.dk www.byggeevaluering.dk

Byggeriets Evaluerings Center har ophavsret til denne rapport. Eftertryk i uddrag er tilladt, såfremt tydelig kildeangivelse fremgår.

FORORD

Denne rapport er det håndgribelige resultat af 5 måneders intensivt projekt, som blev udført i et tæt samarbejde mellem Byggeriets Evaluerings Center og Statens Byggeforskningsinstitut.

Projektet er gennemført med finansiering fra Realdania, som vi takker for denne unikke mulighed for at få 'hands-on' erfaring med certificering af bæredygtige bygninger.

Projektdeltagerne retter tillige en stor tak til PensionDanmark og NCC Property Development, som begge velvilligt har stillet deres bygninger til rådighed for projektet.

Det er vores ambition, at resultaterne af dette projekt kan være med til at kvalificere de beslutninger, der skal tages i det videre forløb vedrørende udvikling og implementering af en dansk ordning for certificering af bæredygtigt byggeri.

Endelig vil vi påpege, at selv om denne analyse hovedsageligt fokuserer på, hvordan det er muligt at *måle og certificere* bæredygtigt byggeri, så er det afgørende naturligvis, at man i de konkrete byggeprojekter *vælger og designer* løsninger, der til stadighed udfordrer kravene til bygningers bæredygtighed.

God læselyst!

26. maj 2010

Peter Hesdorf
Byggeriets Evaluerings Center

INDHOLDSFORTEGNELSE

Kolofon 2
Forord 3
Indholdsfortegnelse 5
Sammenfatning 7
English Summary 9
1 Indledning 11
1.1 Formål 11
1.2 Projektets udførelse 12
1.3 Bygningerne og designteams 16
2 Introduktion til certificeringsordningerne 19
2.1 LEED 24
2.2 BREEAM 26
2.3 DGNB 29
2.4 HQE 32
3 Certificeringsordningernes bedømmelse af bygningerne 35
3.1 LEED 35
3.2 BREEAM 38
3.3 DGNB 41
3.4 HQE 43
4 Ressourceforbrug og omkostninger ved certificering 47
4.1 LEED 47
4.2 BREEAM 51
4.3 DGNB 56
4.4 HQE 60
4.5 Delkonklusion 64
4.6 Perspektiver om implementering 66
5 Tværgående opsummering af certificeringsordningerne 69
5.1 Energi 70
5.2 Vand 73
5.3 Materialer 75
5.4 Affald 77
5.5 Nærmiljø 79
5.6 Transport 82
5.7 Indeklima 83
5.8 Byggeproces 88
5.9 Økonomi 90
5.10 Delkonklusion 92
6 Totaløkonomiske vurderinger 97
6.1 Introduktion 97
6.2 Litteraturstudier om totaløkonomi 99
6.3 Analyser af de fire certificeringsordninger 102
6.4 Diskussion og konklusion 107
6.5 Sammenfatning 109
7 Litteratur 113

SAMMENFATNING

Projektet "Afprøvning af certificeringsordninger til måling af bæredygtighed i byggeri" er igangsat af Realdania og udført af Byggeriets Evaluerings Center i samarbejde med Statens Byggeforskningsinstitut. Baggrunden for projektet er et ønske om at understøtte valget af certificeringsordning i Danmark med viden om de mest kendte ordninger på området. Viden indhentet gennem virkelige afprøvninger af ordningerne på konkrete bygninger i Danmark.

Formålet med projektet er at skabe synlighed og debat. Både hvad angår bæredygtighed i byggeriet generelt og de allerede eksisterende certificeringsordninger. Hvad er deres styrker og svagheder, og hvordan passer de ind i en dansk kontekst?

I projektet er de internationalt anerkendte certificeringsordninger LEED, BREEAM, DGNB og HQE afprøvet på to udvalgte bygninger. Den korte tidshorisont for projektet har medført nødvendigheden af, at foretage afprøvningerne på allerede opførte bygninger, vel vidende at dette ikke er den tiltænkte fremgangsmåde i certificeringsordningerne.

Selve afprøvningerne er gennemført i form af workshops, ledet af udenlandske konsulenter med ekspertise i de udvalgte ordninger. Målet for afprøvningerne var at opnå viden om, hvor godt bygningerne klarer sig i ordningerne, i hvilken udstrækning den krævede dokumentation forefindes eller kan skaffes, hvordan de enkelte kategorier i ordningerne passer til danske forhold og hvor mange ressourcer, man må forvente at skulle bruge på en certificering.

Udtræk af de væsentligste resultater for konsulenternes vurderinger af bygningerne er vist i tabel 1.1. Konsulenternes afrapportering af afprøvningerne kan findes i bilagsrapporten.

Bygning		LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Company House	Klassificering	Sølv (guld)	Certificeret (god)	Sølv (sølv)	(Bestået)
	Point	57 p (66 p)	35 % (48 %)	69 % (71 %)	2 Meget god 4 God 6 Basis
Horten	Klassificering	Certificeret (guld)	Certificeret (Certificeret)	Bronze (Bronze)	Ikke bestået
	Point	49 p (67 p)	34 % (43 %)	62 % (63 %)	2 Meget god 1 God 7 Basis
Ordningens klassificering		Certificeret ≥40 p Sølv ≥50 p Guld ≥60 p Platinium ≥80 p	Certificeret ≥30% God ≥45% Meget god ≥55% Excellent ≥70% Fremragende ≥85%	Bronze ≥50% Sølv ≥65% Guld ≥80%	Bestået: 3 Meget god 4 God 7 basis

Tabel 1.1: De samlede resultater af bygningernes klassificering i ordningerne. For LEED, BREEAM og DGNB er der i parentes angivet den mulige score såfremt uafklarede kriterier opnås. En sådan betragtning er ikke mulig for HQE.

For hver ordning er der for hver af de to bygninger estimeret en samlet pris pr. m^2 til gennemførelse af certificeringen. I prisen indgår et estimeret tidsforbrug, opgjort som ***ekstra tid*** udover den tid, som allerede er brugt på dokumentation mv. i de pågældende byggeprojekter. I prisen indgår også omkostningerne til registrering og certificeringshonorarer samt estimater for omkostninger til konsulenter. De samlede resultater er vist i tabel 1.2.

Bygning		LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Company House	Pris for certificering	48 kr. pr. m^2	47 kr. pr. m^2	90 kr. pr. m^2	98 kr. pr. m^2
	Timeforbrug designteam	160 timer	100 timer	110 timer	250 timer
Horten	Pris for certificering	38 kr. pr. m^2	34 kr. pr. m^2	63 kr. pr. m^2	77 kr. pr. m^2
	Timeforbrug designteam	200 timer	120 timer	110 timer	290 timer
Brug af konsulent		Frivillig Begrænset behov	Obligatorisk Moderat behov	Obligatorisk Stort behov	Frivilligt Moderat til stort behov

Tabel 1.2: Oversigt over det estimerede ressourceforbrug til certificering for de enkelte ordninger. Estimaterne bygger på certificeringer af bygningerne *som bygget* og medtager tidsforbrug til dokumentation af uafklarede forhold.

I projektet er der med udgangspunkt i 9 temaer foretaget en tværgående analyse af certificeringsordningernes kriterier og de opnåede point for de to bygninger, samt af behovet for tilpasning til danske forhold. Analysen viser, at ordningerne i væsentlig grad indeholder kriterier om de samme emner, således at forskellighederne primært vedrører, hvordan og hvor detaljeret disse emner behandles i de enkelte ordninger.

Analysen af de opnåede point viser, at bygningerne klarede sig godt, hvad angår kriterierne indenfor temaerne energi, affald, transport og indeklima, og mindre godt, hvad angår temaerne vand, materialer og nærmiljø. For at tydeliggøre baggrunden herfor, er der i tabel 1.3 vist nogle af de danske styrker og svagheder, som har haft betydning for afprøvningens resultater. Endelig konkluderer analysen, at der er betydeligt behov for at tilpasse ordningernes kriterier til danske forhold, herunder nogle af de som er nævnt i tabel 1.3.

Danske styrker	Danske svagheder
Fokus på lavt forbrug af primær energi	Begrænset dokumentation af byggevarer
Miljøvenlig fjernvarme	Manglende miljøvurdering af materialeforbrug
God fælles spildevandsrensning	Begrænset miljøvurdering af friarealer
Høj grad af genanvendelse af byggeaffald	Begrænsede restriktioner vedr. P-pladser
God dialog om lokalplanlægning	Begrænset fokus på emissioner af VOC
Lokalisering tæt på offentlig transport	Begrænset dokumentation (bl.a. for emnet indeklima)
Udbredt brug af cykler og velegnet infrastruktur	Ingen praksis for anvendelse af commissioning
Fokus på termisk, akustisk og visuel kvalitet	
God dialog i byggeprocessen	

Tabel 1.3: Oversigt over danske styrker og svagheder i forhold til kriterierne i de afprøvede ordninger for certificering af bæredygtige bygninger.

I projektet er der sideløbende med afprøvningerne foretaget en analyse af totaløkonomiske vurderinger ved certificering. Konklusionen er, at kun BREEAM og DGNB indeholder kriterier med egentlige totaløkonomiske beregninger, men alle ordningerne indeholder betragtninger om totaløkonomi i en bredere sammenhæng. Studier af totaløkonomiske gevinster viser, at der med stor sandsynlighed er økonomiske fordele ved at lade sin bygning certificere, på trods af den ekstraomkostning, der er forbundet med at bygge bæredygtigt samt at få bygningen certificeret. Fordele viser sig i form af højere salgs- og udlejningsværdi, højere produktivitet hos brugerne og lavere driftsomkostninger.

ENGLISH SUMMARY

This project ”Testing certification systems for sustainable buildings” is funded by Realdania and conducted by The Benchmark Centre for the Danish Construction Sector in collaboration with the Danish Building Research Institute. The project is initiated by an ambition to support the choice of a certification system for sustainable buildings in Denmark through knowledge about the most well-known systems on the market. Knowledge gathered through real life testing on real buildings in Denmark.

The project aims at creating visibility and debate. Both in terms of sustainability in the construction sector in general and the existing certification systems. What are their strengths and weaknesses and how do they fit into a Danish context?

In the project the internationally recognized certification systems LEED, BREEAM, DGNB and HQE are tested on two office buildings. The short time horizon for the project led to the need to conduct the tests on buildings already constructed, knowing that this is not the intended approach in the certification systems.

The actual tests were conducted in the form of workshops, led by foreign consultants with expertise in the respective certification systems. The objective of the tests was to gain knowledge of how well the buildings were performing according to each system, the extent to which the required documentation existed or could be obtained, how the various categories in the systems would be suitable for Danish conditions and which kind of resources you would need for a certification.

Extractions of the main results of the consultants’ assessments of the buildings are shown in table 1. The consultants' reporting of the tests can be found in the Annex Report.

Building		LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Company House	Classification	Silver (Gold)	Pass (good)	Silver (Silver)	(Achieved)
	Point	57 p (66 p)	35 % (48 %)	69 % (71 %)	2 Very good 5 Good 6 Base 1 Not achieved
Horten	Classification	Certified (Gold)	Pass (Pass)	Bronze (Bronze)	Not achieved
	Point	49 p (67 p)	34 % (43 %)	62 % (63 %)	2 Very good 1 Good 7 Base 4 Not achieved
System classification		Certified ≥40 p Silver ≥50 p Gold ≥60 p Platinium ≥80 p	Pass ≥30% Good ≥45% Very good ≥55% Excellent ≥70% Outstanding ≥85%	Bronze ≥50% Silver ≥65% Gold ≥80%	Achieved: Min. 3 Very good Max. 7 base No “Not achieved”

Table 1: The overall results of the buildings classification in the systems. For LEED, BREEAM and DGNB the possible score, if all unresolved criteria are achieved, is indicated in brackets. This is not possible for HQE.

For each system the total price per sqm. for carrying out the certification is estimated for each of the two buildings. The price includes an estimated time, expressed as ***additional time*** beyond the time already spent on documenta-

tion etc. in these construction projects. The price also includes registration and certification fees, and estimates of costs for consultants. The overall results are shown in table 2.

Building		LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Company House	Price for certification	48 DKK per m^2	47 DKK per m^2	90 DKK per m^2	98 DKK per m^2
	Time spent by design team	160 hours	100 hours	110 hours	250 hours
Horten	Price for certification	38 DKK per m^2	34 DKK per m^2	63 DKK per m^2	77 DKK per m^2
	Time spent by design team	200 hours	120 hours	110 hours	290 hours
Need for consultants		Voluntary Limited Need	Mandatory Moderate need	Mandatory Large need	Voluntary Moderate to large need

Table 2: Overview of the estimated resources needed to carry out the certification for each of the systems. Estimates are based on certification of the buildings *as built* and include time for documentation of unresolved criteria.

The report also shows a comparative analysis of the criteria in each of the certification systems and the points achieved by the two buildings together with reflections on the need for adaptation to Danish conditions. The analysis shows that the four systems to a high degree contain criteria on the same topics implicating that the differences primarily relate to how and in which level of detail these topics are addressed in the systems.

An analysis of the achieved points shows that the buildings did well in terms of the criteria within the categories; energy, waste, transport and indoor environment, and less well with regards to the categories; water, materials and neighbourhood. In order to clarify what lies behind these results, table 1.3 displays some of the Danish strengths and weaknesses that have influenced the test results. Finally, the analysis concludes that there is a considerable need to adapt the systems criteria to Danish conditions, including some of those listed in table 3.

Danish strengths	Danish weaknesses
Focus on low consumption of primary energy	Limited documentation of construction products
Environmentally friendly district heating	Lack of environmental assessment for materials
Good central wastewater treatment	Limited environmental assessment for open spaces
High degree of recycling construction waste	Limited restrictions concerning parking spaces
Good dialogue with municipality in local planning	Limited focus on emissions of VOC's
Location close to public transport	Limited documentation (Eg. in the category Indoor environment)
Widespread use of bicycles and suitable infrastructure	No practice for use of commissioning
Focus on thermal, acoustic and visual quality	
Good dialogue in the building process	

Table 3: Overview of Danish strengths and weaknesses regarding the four tested systems for certifying sustainable buildings.

Parallel to the test of the systems an analysis of the life cycle costing aspects of certification was performed. The conclusion is that only BREEAM and DGNB contain criteria with actual calculations for life cycle costing, but all systems contain considerations about the subject in a broader context. Studies of life cycle costing show that there will very likely be an economic benefit by certifying the building, despite the extra cost associated with constructing a sustainable building that can be certified. These benefits are higher building price and rental value, higher user productivity and lower operational costs.

1 INDLEDNING

Bæredygtighed er et ord som optræder her og der og alle vegne i vore dage. Alle taler om bæredygtige produkter og bæredygtige processer. Det gør man også i byggeriet, hvor bæredygtigt byggeri med stor fart er ved at vinde indpas over det meste af verden.

Bæredygtighed kan defineres på mange måder, men det ligger i ordet, at det siger noget om evnen til at opretholde en tilstand over længere tid. En bæredygtig løsning slider langt mindre på naturen og dens ressourcer end en løsning, som ikke er det. Begrebet bæredygtighed set i et byggeperspektiv dækker dog ikke blot over miljømæssige aspekter. Bæredygtighed dækker også over sociale og et økonomiske aspekter, og ofte er det sådan, at gode virkemidler har såvel miljømæssige som sociale og økonomiske fordele.

At opføre et byggeri kræver mange ressourcer, og bygningen vil gennem hele sin lange levetid påvirke det miljø, den er placeret i og de mennesker, som bruger den. Bygningens drift kræver energi, og når bygningen skal fjernes igen, er det store mængder materialer, der skal fjernes. Derfor er det vigtigt at bæredygtighed tænkes ind fra starten, når man vil opføre et nyt byggeri eller renovere et allerede eksisterende.

Det er der allerede mange, der er bevidste om, og flere og flere virksomheder og personer efterspørger nu bæredygtigt byggeri. Det signalerer ansvarlighed og giver et godt brand – og så kan der være god økonomi i det.

Men hvordan måler man om et byggeri er bæredygtigt? Det findes der et bredt udvalg af certificeringsordninger, der forsøger at svare på. De vigtigste formål for disse ordninger er, dels at der bliver sat fokus på bæredygtighed og verificeret dokumentationen heraf, dels at sammenfatte denne dokumentation til en klassificering, som på enkel vis kommunikerer, at der er gjort en ekstra indsats for at gøre bygningen bæredygtig. De fleste certificeringsordninger forsøger at presse udviklingen i retning af mere bæredygtighed ved at sætte krav, som er strengere end standarderne.

Man må dog ikke lade sig forblænde til at tro, at bæredygtigt byggeri vinder frem alene for miljøets og samfundets skyld. Det sker ligeså meget fordi, bygherrerne kan se en økonomisk værdi i det. Flere undersøgelser viser, at bæredygtigt byggeri lettere kan lejes ud og til en højere husleje. I den forbindelse er det en fordel, at bæredygtigheden kan være med til at ”brande” bygningen, hvilket kan opnås hvis, den opnåede certificering er anerkendt og international genkendelig. Det økonomiske aspekt er behandlet i kapitel 6.

I Danmark er certificering af bæredygtigt byggeri først for nylig for alvor blevet præsenteret, og man står overfor et vigtigt valg. Hvordan vil man måle bæredygtigheden af bygninger i Danmark og hvordan opnår vi, at bygninger certificeret i Danmark opnår anerkendelse herfor - også i udlandet?

1.1 Formål

I Danmark er der pt. etableret både et certificeringsudvalg samt et Green Building Council Denmark. Disse skal beslutte, hvordan bæredygtighed skal måles i Danmark. Skal man vælge at udvikle et unikt dansk system eller tilpasse en af de allerede eksisterende internationalt anerkendte certificeringsordninger, og i så fald hvilken?

Ligegyldigt om det bliver det ene eller det andet, man vælger, er det vigtigt, at valget af et system træffes på et kvalificeret grundlag, så bæredygtighedsbegrebet ikke bliver introduceret som følge af tradition eller tilfældighed. Derfor har Realdania igangsat dette projekt, hvor det overordnede formål er at indsamle og formidle viden, som kan bidrage til at kvalificere valget af certificeringsordning i Danmark.

Men projektet har flere formål, som kan sammenfattes i følgende punkter:

- Skabe synlighed og debat om hvad bæredygtighed i byggeriet er
- Skabe synlighed og viden om de forskellige certificeringsordninger
- Afdække ordningernes fokusområder, hvor har de "huller" og begrænsninger mv. med henblik på at vurdere systemernes anvendelighed i en dansk kontekst
- Opbygning af kontakter og netværk inden for byggesektoren med hensyn til målinger af bæredygtighed.

Den viden, der skabes i projektet, vil specifikt kunne indgå i forbindelse med de aktuelle overvejelser om valg af system til måling af bæredygtighed i Danmark.

Målgruppen for projektet og denne rapport er beslutningstagerne i den danske ejendoms- og byggebranche. Både bygherrerne, myndighederne, rådgiverne, arkitekterne, materialeproducenterne og de udførende.

1.2 Projektets udførelse

Der er i projektet gennemført en afprøvning af fire af de mest kendte certificeringsordninger. Disse er:

- LEED (Amerikansk)
- BREEAM (Britisk)
- DGNB (Tysk)
- HQE (Fransk)

Ordningerne vil blive nærmere introduceret og beskrevet i kapitel 2.

For at kunne afvikle projektet over en overskuelig tidshorisont, er systemerne afprøvet på nyopførte kontorbygninger i hovedstadsområdet. Bygningerne er kort beskrevet i afsnit 1.3.

Generelt lægger certificeringsordningerne op til, at man indtænker bæredygtighedsbegreberne allerede i den tidlige programfase. Man skal vælge en strategi til at opnå bæredygtighed, sætte sig nogle mål og sørge for at tilvejebringe den nødvendige dokumentation. Ingen af de valgte bygninger har haft særlig fokus på bæredygtighed fra start, og dermed har afprøvningen måtte foretages på lidt anden vis end normalt, med en del ændrede forudsætninger og afgrænsninger til følge.

Afprøvningen af certificeringsordningerne er blevet gennemført af konsulenter med stor erfaring inden for de respektive ordninger. Alle konsulenterne er fra virksomheder, som normalt yder bistand indenfor indsamling af dokumen-

tation til certificeringerne, og ikke fra selve organisationerne bag ordningerne som fx BRE eller USGBC.

Oplysninger om konsulenterne er vist i nedenstående skema:

	Konsulenter	**Virksomhed**
LEED	**John Boecker** B.Sc., Master of Architecture, LEED accredited professional	**7Group** 183 West Main Street Kutztown, PA 19530 USA www.7group.com
BREEAM	**Elaine Harvie** Mechanical Engineer, BREEAM Assessor, BREEAM Accredited Professional **Jeremy Cruickshank** BREEAM Assessor	**Arup** 4 Pierhead Street, Capital Waterside, Cardiff CF10 4QP Wales www.arup.com
DGNB	**Anna Braune** Dipl.-Ing., Senior Consultant Tidl. CEO for DGNB **Larisa Maya Altamira** M.Sc., Senior Consultant **Maximilian Martin** M.Sc., Consultant **Jan Poulsen** M.Sc., Grad. Dip. BA Adm. direktør for PE North West Europe	**PE North West Europe** Raadhuspladsen 16 1550 København V **PE INTERNATIONAL GmbH** Hauptstraße 111-113 70771 Leinfelden-Echterdingen Tyskland www.pe-international.com
HQE	**Arnaud Billard** European Masters / Diploingenieur	**Transsolar** Curiestrasse 2, 70563 Stuttgart Tyskland www.transsolar.com

Udover at deltage i afprøvningerne har konsulenterne præsenteret indlæg på afholdte "gå hjem møder" i forbindelse med deres besøg. Møderne var åbne for alle, og interesserede har dermed haft mulighed for at få præsenteret de enkelte certificeringsordninger og tankerne bag.

Til at gennemføre projektet blev der nedsat en projektgruppe. Projektgruppen bestod af følgende medlemmer:

- Harpa Birgisdottir, SBi
- Ib Steen Olsen, SBi
- Juliane Münch, Konsulent
- Kim Haugbølle, SBi
- Klaus Hansen, SBi

- Peter Hesdorf, BEC
- Simon Mortensen, BEC

Formålet med afprøvningerne var ikke en egentlig certificering af bygningerne. Det interessante var at afprøve, hvordan certificeringsordningerne passer til danske forhold. Herunder forhold som:

- Hvilken dokumentation skal indsamles, og hvor meget af den var allerede tilgængelig for de to bygninger.
- Hvor er der områder, som ligger udover normal dansk praksis
- Hvor stort et tidsforbrug skal der bruges på at indsamle dokumentation
- Hvilken klassifikation ville de to bygninger kunne opnå, såfremt de blev certificeret præcist ***som bygget***

Konsulenterne fik en grundig introduktion til formålet med afprøvningerne, som i praksis blev udført som workshops med en til to dages varighed. En workshop pr. certificeringsordning pr. bygning, bortset fra DGNB, hvor der blev afholdt to workshops for hver bygning med ca. 3 ugers mellemrum. Oplysninger om dato for de afholdte workshops fremgår af kapitel 3. I de afholdte workshops deltog de(n) respektive konsultent(er) hyret til at hjælpe med afprøvningen af den pågældende ordning, designteamet fra den pågældende bygning (se afsnit 1.3) samt repræsentanter fra Byggeriets Evaluerings Center og SBi.

På de afholdte workshops gav konsulenten designteamet en gennemgang af ordningens struktur og indhold. Herefter blev bygningen oftest gennemgået kriterie for kriterie for at vurdere, hvorvidt overholdelse var opnået. Konsulenten for HQE afveg fra dette, ved kun at følge de overordnede kategorier i ordningen. Han kom sjældent ind på specifikke krav for de enkelte kriterier, men spurgte generelt ind til ting han havde brug for at vide, for at danne sig et billede af bygningens præstationer. Konsulenterne registrerede under forløbet, hvordan bygningerne klarede sig i de enkelte kriterier og udarbejdede efterfølgende en samlet rapport med resultaterne af afprøvningerne. Disse konsulentrapporter forefindes i den tilhørende bilagsrapport.

Det var ikke et krav, at dokumentationen fysisk forelå til fremvisning på workshoppen, men vigtigt at afgøre om dokumentationen ville kunne fremskaffes, såfremt en virkelig certificering skulle foretages. Bygningerne skulle "certificeres" præcist som bygget. Hvis et kriterie eksempelvis kræver, at der er CO_2 sensorer i bygningen for at opnå point, og disse ikke var monteret, så var kriteriet ikke opfyldt. Heller ikke selvom man med stor sandsynlighed havde monteret målerne, såfremt man havde kendt til målet om certificering allerede fra start, eller for få omkostninger kunne montere dem efterfølgende. Men det blev registreret som væsentligt for vurderingen af kriteriets anvendelighed i Danmark.

I nogle tilfælde har konsulenterne ikke skelnet mellem kriterier, som måske kan opfyldes såfremt yderligere dokumentation eller beregninger fremskaffes, og kriterier som kun kan opfyldes, såfremt der foretages ændringer i projektet. De første kriterier betegnes i denne rapport som ***uafklarede kriterier*** og skal medtages i den muligt opnåelige bedømmelse af bygningen ***som bygget***. Kriterier, som kræver ændringer, skal reelt ikke medtages i bedømmelsen, men registreres blot for at skabe en idé om, hvad der med fordel kunne være gjort anderledes for at opnå en højere bedømmelse. I rapporten er de

to former for kriterieopfyldelse adskilt, hvilket medfører, at der kan forekomme mindre afvigelser i forhold til resultaterne i konsulentrapporterne i bilagsrapporten.

I løbet af projektet er der gjort en indsats for at søge tids- og ressourceforbruget kortlagt for de afprøvede certificeringsordninger. Dette er gjort vel vidende, at tidsforbruget ville have været anderledes, hvis bæredygtighedscertificering havde været et kendt mål i den tidligere programfase for de to bygninger. Opgørelsen giver dog et godt fingerpeg om det reelle tidsforbrug, og den er især nyttig til sammenligning af de 4 certificeringsordninger. Tidsforbruget til indsamling af dokumentation er dog ikke medregnet for de kriterier, som den pågældende bygning tydeligvis ikke opfylder. Dette er besluttet ud fra den forudsætning, at det må forventes, at man slet ikke ansøger om tildeling af disse point. I tilfælde af tvivl vil tidsforbruget til evt. yderligere fremskaffelse af dokumentation medregnes, da man nødvendigvis må foretage undersøgelser for at afgøre, om kriteriet kan opnås.

Tidsforbruget til de generelle tilpasninger til danske forhold er ikke medtaget i estimaterne for de samlede certificeringsomkostninger, da tidsforbruget vil kunne variere, alt efter hvilken tilpasningsmetode som vælges.

I og med at afprøvningerne er foretaget på bygninger, som allerede er opført, vil ressourcerne til indsamling af dokumentation ofte være væsentlig højere i kraft af, at dokumenter skal genfindes efter sagens afslutning. Der kan også være tilfælde, hvor man med et begrænset ressourceforbrug kunne have indsamlet den krævede dokumentation undervejs i projektet, men hvor indsamlingen efter afslutning af projektet kræver mange ressourcer. Estimaterne for certificeringsomkostningerne indeholder den estimerede tid ud fra de givne omstændigheder. Dvs. man kendte ikke til certificeringen fra start og måtte derfor indsamle den nødvendige dokumentation efterfølgende. I rapporten vil der blive angivet et skøn over tidsforbruget til indsamling af dokumentation, såfremt ønsket om certificering efter den pågældende ordning havde været kendt fra start.

En af intentionerne med at teste systemerne på rigtige byggesager var at undersøge, i hvilken udstrækning, det ville være muligt at fremlægge de krævede data for de forskellige kriterier. Dette blev forsøgt registreret i løbet af testen i den udstrækning, det var muligt. Men det viste sig hurtigt, at flere forhold betød, at det i praksis ikke var muligt at foretage en retvisende undersøgelse heraf. Disse forhold var:

- Systemerne blev testet på færdige bygninger, hvilket ikke er i overensstemmelse med intentionen i ordningerne. Dermed har der ikke været mulighed for at følge anvisningerne i de enkelte ordninger. Og selv om man i de to byggeprojekter måtte have gjort noget, der svarer til disse anvisninger, har der ikke umiddelbart været behov for at udarbejde en egentlig dokumentation. Flere kriterier i systemerne går fx ud på at dokumentere de *overvejelser*, der har ført til den endelige løsning, men der udarbejdes typisk ikke egentlig dokumentation herfor, medmindre der er et specifikt formål hermed som eksempelvis certificering.

- Systemerne er ikke 'oversat' til dansk. Når man fx anvender et amerikansk system på en dansk byggesag, ville man - i tilfælde af en rigtig certificering - skulle oversætte dokumentation til engelsk, ligesom der

ville være behov for at udarbejde særlig dokumentation for at enkelte kriterier er opfyldt, selv om de præcise anvisninger i certificeringsordningen ikke er fulgt. Eksempelvis er det i LEED et krav, at der anvendes ***commissioning***[1], hvilket ikke benyttes i Danmark, men ifølge konsulenten, ville man kunne argumentere for at almindelige danske procedurer[2] opfylder intentionen med at anvende commissioning.

- Praktiske hensyn betød, at det var nødvendigt at afvikle testen i form af workshops på 1-2 dage. Tiden tillod ikke at al tilgængelig fysisk dokumentation blev fremskaffet og vurderet. For en del af kriterierne, har konsulent og designteam derfor vurderet *om* det enkelte kriterie er opfyldt, og det er blevet drøftet, hvilken dokumentation, der i givet fald skulle fremskaffes.

I afrapporteringen af projektet er der anvendt følgende ansvarsdeling:

- Kapitel 1 og 4: Peter Hesdorf og Simon Mortensen, Byggeriets Evalueringss Center
- Kapitel 2, 3 og 5: Harpa Birgisdottir og Klaus Hansen, SBi
- Kapitel 6: Kim Haugbølle og Ib Steen Olsen, SBi.

1.3 Bygningerne og designteams

Bygningerne, hvorpå de fire certificeringsordninger er afprøvet, er valgt ud fra bl.a. følgende kriterier:

- En ønsket placering i Københavnsområdet for at lette logistikken i projektet.
- Forholdsvis nyligt afsluttet, så medlemmer af designteams stadig havde projekterne i frisk erindring.
- Moderne kontorbyggeri, der opfylder dagens standarder
- Forskelle i bygningernes koncept og udformning, således at resultaterne af afprøvningerne kunne formodes at få forskellige udfald.
- Bygningernes ejere accepterede, at bygningerne blev anvendt til afprøvningerne og at resultaterne blev offentliggjort.

På den baggrund blev følgende to bygninger udvalgt:

1) Vallensbæk Company House
Delta Park 40,
2665 Vallensbæk Strand

- Bygherre: NCC Property Development.
- Totalentreprenør: NCC Construction Danmark A/S
- Rådgivende ingeniør: NCC Construction Danmark A/S

[1] Commissioning er et begreb, som man i mange lande anvender for procedurerne omkring en samordnet idriftsættelse og af bygningens tekniske installationer. Commissioning skal oftest varetages af uafhængig 3. part og omhandler hele forløbet fra opstilling af bygherrens krav til installationerne, projektering, indkøb og levering, tilsyn, kalibrering, målinger og idriftsættelse. Ofte skal der også gennemføres recommissioning efter en driftsperiode på typisk 10-14 mdr.

[2] Her hentydes til procedurer som tilsyn, kvalitetssikring, afleveringsforretning, indkøring af bygningens ventilation, varme, køling og CTS samt 1-års- og 5-års eftersyn.

- Arkitekt: Nobel Arkitekter A/S
- Medlemmer af designteam, der deltog i workshops:
  - Niels Fribo, NCC Property Development, Bygherre.
  - Svend Mertz, NCC Construction Danmark, Miljømanager
  - Jens Rolin, NCC Construction Danmark, Ingeniør (Installationer)

Ca. 6.000 etagemeter kontorbygning, der i dag fungerer som virksomhedshotel, hvor virksomheder kan leje lokaler med tilknyttede fællesfaciliteter som reception, kantine, mødelokaler osv. Bygningen har opnået EU's Green building-status, hvor fokus alene er på reducering af energiforbruget. Indflytning efteråret 2009.

Mere information om bygningen kan findes på:
http://www.ncc.dk/da/Erhvervslokaler/Kontor/Vallensbaek-Company-House/

2) Horten domicilbyggeri
Philip Heymans Allé 7-9
2900 Hellerup

- Bygherre: Carlsberg Ejendomme. Bygningen er pr. 01.01.2010 solgt til Pension Danmark
- Totalentreprenør: E. Pihl & Søn A/S
- Rådgivende ingeniør: Rambøll Danmark A/S
- Arkitekt: 3XN A/S
- Medlemmer af designteam, der deltog i workshops:
  - Birthe Lindegaard, Rambøll Danmark, Ingeniør (Installationer)
  - Sune Mogensen, 3XN, arkitekt

Ca. 8.800 etagemeter kontorbygning, der i dag fungerer som advokatfirmaet Horten's domicil. Advokatfirmaet har tidligt været tilknyttet byggeprojektet og haft indflydelse på bygningens udformning og indretning. Indflytning november 2009.

Mere information om bygningen kan findes på:
http://www.carlsbergejendomme.dk/index.php?pk_menu=131

Medlemmerne af de to designteams har hver udarbejdet en skrivelse, hvor de beskriver deres vurderinger af, hvad der var godt, og hvad der var dårligt i de fire afprøvede certificeringsordninger. Disse skrivelser er samlet i bilagsrapporten.

2 INTRODUKTION TIL CERTIFICERINGSORDNINGERNE

I Brundtlandrapporten fra 1987 er bæredygtighed defineret som "*en udvikling, som opfylder de nuværende behov, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare*". Bæredygtig udvikling dækker således en indsats, som tænker bredere og mere langsigtet end normalt. En indsats som berører miljømæssige såvel som sociale og økonomiske aspekter. Det gælder også de certificeringsordninger, som er afprøvet i dette projekt

Der eksisterer et stort antal certificeringsordninger for bygninger verden over, som berør emnet bæredygtighed. De mest kendte internationale ordninger er to af de ordninger, som er med i dette projekt. Den amerikanske LEED og den engelske BREEAM, som altså her er suppleret med to nyere ordninger, den tyske DGNB og den franske HQE. Udover disse fire ordninger, eksisterer der mange flere ordninger, som enten er nationale eller knyttet til andre regioner end Europa; det gælder fx. den japanske CASBEE og den australske Green Star. Se også figur 2.1.

Figur 2.1: De mest kendte ordninger til certificering af bæredygtigt byggeri placeret på verdenskortet. (kilde: Natalie Eßig)

Da den engelske BREEAM ordning var udviklet omkring 1990, var der størst fokus på at forbedre miljø- og indeklimaforhold i bygningerne. Dette var stadig tilfældet, da LEED forelå 10 år senere. Efterfølgende er der, såvel i de nyere ordninger som i videreudviklingen af de eksisterende ordninger, lagt vægt på, også at inddrage kriterier om social og økonomisk bæredygtighed, der rækker ud over krav til indeklimaet, som var med fra starten af udviklingen.

Således arbejdes der i CEN/TC 350 - Sustainability of construction works[3], som især har fokuseret på at udvikle standarder for miljøvaredeklarering af byggevarer og definition af miljøindikatorer for miljøvurdering af bygninger, også med udvikling af standarder for definition af sociale og økonomiske in-

[3] Som skal ses i sammenhæng med indsatsen i ISO T59/SC17 – Sustainability in building construction.

dikatorer til brug for vurdering af hele bygningers bæredygtighed. Det må således forventes, at disse standarder vil blive taget i anvendelse af alle europæiske ordninger, ligesom byggevarestandarderne formentlig vil blive knyttet til det kommende byggevareregulativ. Lige nu er DGNB den ordning, som tydeligst knytter sig til de CEN-standarder, der er på vej. Det skal også nævnes, at EU via støtte til europæiske samarbejdsprojekter som LEnSE og de to igangværende projekter SuPerBuildings og OPEN HOUSE med relationer til BREEAM og DGNB søger at stimulere udviklingen på området.

Herudover foregår der også en række andre harmoniserings- og udviklingsbestræbelser i europæisk og international sammenhæng. Her er det måske især værd at nævne indsatsen i SB Alliance. Deres mål er at udvikle fælles indikatorer, der kan anvendes til at overvåge og sammenligne bygningers bæredygtighed, som den vurderes af de eksisterende frivillige ordninger herfor. I SB Alliance's kernegruppe er alle de i projektet afprøvede ordninger repræsenteret såvel som en række andre parter.

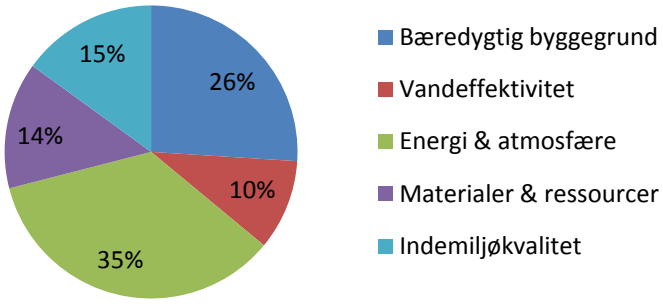
I tabel 2.1 er vist en oversigt over, hvordan de fire ordningers kategorier af kriterier afspejler de tre aspekter af bæredygtighed. Oversigten demonstrerer tydeligt, at der især i LEED, BREEAM og HQE i væsentlig grad er fokuseret på miljømæssig bæredygtighed og social bæredygtighed med fokus på indeklima. Men det er også vigtigt at være opmærksom på, at en række kriterier kan have såvel miljømæssige som sociale og økonomiske konsekvenser. Dette gælder fx adgang til offentlig transport og godt indeklima, som kan have en stor økonomisk betydning for kontorbygninger, fordi medarbejderne dermed præsterer mere. De kategorier, som er nævnt under supplerende kategorier, vil ofte have en direkte eller indirekte indflydelse på et eller flere af bæredygtighedsaspekterne.

	Miljømæssig bæredygtighed	Social bæredygtighed	Økonomisk bæredygtighed	Supplerende kategorier
LEED	• Energi & atmosfære • Vand-effektivitet • Materialer & ressourcer • Bæredygtig byggegrund	• Indemiljø-kvalitet		• Innovation • Regional prioritering
BREEAM	• Energi • Transport • Vand • Materialer • Affald • Arealforbrug & økologi • Forurening	• Sundhed & trivsel • (Transport)	• (Ledelse)	• Ledelse • Innovation
DGNB	• Miljømæssig kvalitet • (Lokaliserings-kvalitet)	• Socialkvalitet	• Økonomisk kvalitet	• Funktionel kvalitet • Teknisk kvalitet • Proces-kvalitet
HQE	• Virkninger på nærmiljø • Materialer & udførelse • Energi • Vand • Affald	• Termisk komfort • Akustisk komfort • Visuel komfort • Oplevet luft-kvalitet • Sunde rum • Sundheds-mæssig luft-kvalitet • Vandkvalitet		• Vedlige-holdelse

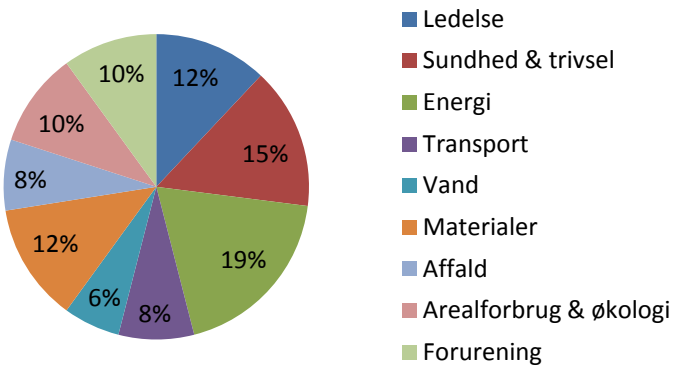
Tabel 2.1: Oversigt over hvordan de fire ordningers kategorier af kriterier afspejler de tre aspekter af bæredygtighed.

For at give et indblik i hvordan certificeringsordningerne vægter deres kategorier indbyrdes er der på næste side vist et diagram for hver ordning. HQE anvender reelt ikke nogen vægtning mellem deres kategorier, hvorfor de blot alle er lige store. For overskuelighedens skyld er der for HQE ikke sat procentsatser på diagrammet. Hver kategori har en vægtning på godt 7 %.

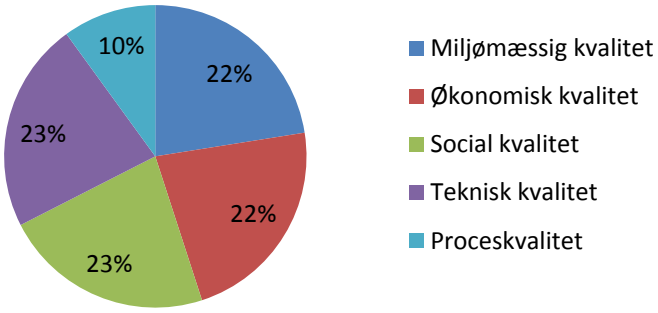
LEED



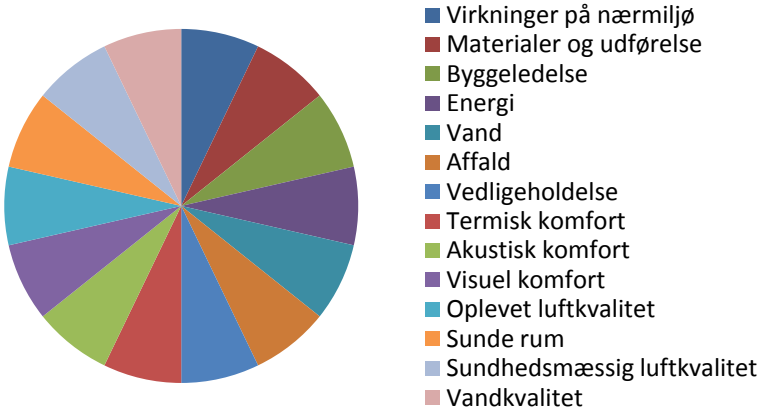
BREEAM



DGNB



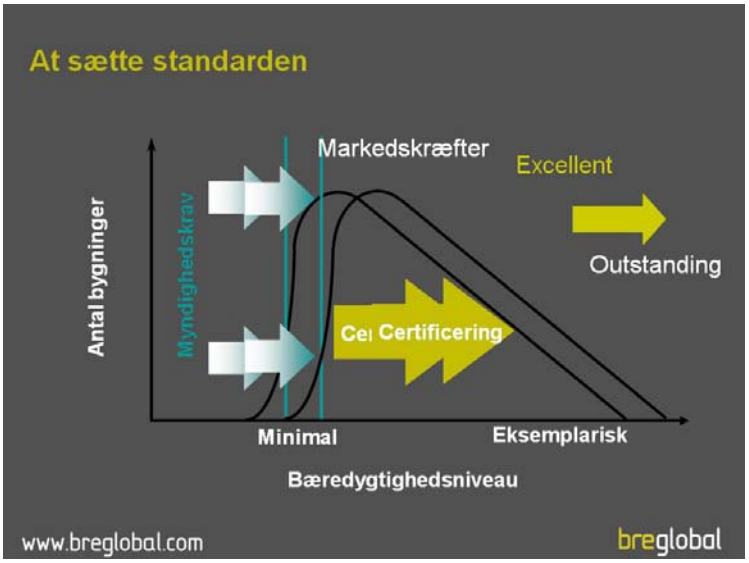
HQE



Figur 2.2: Diagram over de enkelte ordningers vægtning af de overordnede kategorier. I HQE er alle 14 kategorier vægtet ens svarende til ca. 7 % for hver kategori.

Det overordnede formål med certificeringsordningerne er at fremme udviklingen af mere bæredygtigt byggeri til gavn for såvel ejere og brugere som for samfundsmæssige interesser. Alle ordninger tager derfor udgangspunkt i eksisterende lovgivning og byggepraksis med henblik på at flytte markedet i en mere bæredygtig retning, samt i videst muligt omfang at anvende eksisterende standarder og vurderingsmetoder til måling heraf.

Ordningerne er typisk tænkt som værktøjer, der kan fremme og fastholde bæredygtighed i bygningen fra projektering til det færdige byggeri og i flere tilfælde videre ind i driften af bygningen. Ordningerne er dermed ikke tænkt anvendt som en måling på en færdig bygning. Formålet med ordningerne er for byggeprojektet at understøtte design af bygningen og selve certificeringen, som er driveren der medfører øget værdi. Formålet på det samfundsmæssige plan er at flytte markedet og skærpe normer og standarder. Det sidste er illustreret i figur 2.3.



Figur 2.3. Overordnet formål med certificeringsordningerne er at gøre det bedre end minimumkravene. Denne figur er fra BREEAM.

I denne rapport fokuseres hovedsageligt på ***indholdet*** af de fire certificeringsordninger og ikke på hvordan de drives eller organisationerne bag. Dette er dog vigtige aspekter, som kan være afgørende for succesen af en certificeringsordning.

Alle ordningerne har det til fælles, at de er bygget op omkring nogle ***kategorier,*** som hver især definerer et velafgrænset indsatsområde, se tabel 2.1. Under hver kategori er der så valgt et antal ***kriterier***, som samlet set skal sikre at indsatsområdet er dækket. Kriterierne skal hver især omfatte en definition af de anvendte indikatorer og den krævede dokumentation.

Kriterierne skal herudover præcisere, hvilke ***minimumskrav***, der skal opfyldes, og hvilke yderligere krav der giver hvor mange ***point***. Endelig indeholder nogle af ordningerne ***vægtningsfaktorer*** til at afveje den bæredygtighedsmæssige betydning af kriterier og kategorier indbyrdes.

Krav og fremgangsmåde ved certificering af et nybyggeri er forskellig fra en eksisterende bygning. Endvidere bliver krav og fremgangsmåde anderledes,

når der er set på et lokalområde med en gruppe bygninger. De fleste ordninger omfatter således særskilte retningsliner for certificering af:

- Nybyggeri eller renovering af eksisterende bygninger
- Brug af eksisterende bygninger
- Planlægning af lokalområder

Udover det har de fleste ordninger udviklet særskilte retningslinjer for certificering af forskellige anvendelser af bygninger, som kontorer, forretningscentre, boliger og skoler; men sådan at listerne over kategorier og kriterier i det væsentlige er de samme.

I tabel 2.2 er en skematisk oversigt over praktikken samt udbredelsen af certificeringsordningerne vist. I de kommende afsnit vil indholdet af tabellen blive uddybet nærmere.

	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Obligatorisk assessor	Nej	Ja	Ja	Ja
Indberetnings-tidspunkter	Endt designfase (frivilligt) Færdiggørelse	Endt designfase (frivilligt) Færdiggørelse	Under eller ved endt designfase (frivilligt) Færdiggørelse	Færdigt bygge-program Ved udbud Færdiggørelse
Certificerings-tidspunkter	Færdiggørelse	Endt designfase (præ-certifikat) Færdiggørelse[4]	Under eller ved endt designfase (præ-certifikat) Færdiggørelse	Færdiggørelse
Indberetnings-metode	Digital	Papir[5]	Papir	Papir
Antal certifice-rede bygninger	total: 7.000 4.000 ekskl. boliger	total: 116.000 15.000 ekskl. boliger	total: 85	total: 400

Tabel 2.2: Sammenligning af certificeringsordningernes fremgangsmåder ved certificering mv.

2.1 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) er en amerikansk certificeringsordning. Udviklingen af LEED startede i 1993 i sammenhæng med etableringen af det amerikanske Green Building Council, USGBC, og den første LEED Version 1.0 blev lanceret i 1998. LEED har været anvendt på et betydeligt antal projekter, hovedsageligt i USA, men også i en række andre lande. Således var der i august 2009 registreret igangværende LEED-projekter i 114 lande, herunder 43 projekter i de nordiske lande.

LEED er opdelt i ordninger, som kan certificere både nybyggeri eller renovering af eksisterende bygninger, brug af eksisterende bygninger og planlægning af lokalområder. Indenfor nybyggeri er der udviklet kriteriedokumenter

[4] Reglerne i BREEAM har ændret sig løbende, og nu er det i de fleste tilfælde blevet obligatorisk at foretage certificering ved færdiggørelse.
[5] I Holland er der udviklet digital indberetningsmetode for NL-BREEAM

for forskellige anvendelser af bygninger, f.eks. kontor, handel, boliger, skoler m.fl. LEED's kriterier er væsentligt relateret til gældende amerikanske retningslinjer og standarder samt amerikansk plan- og byggepraksis.

Der er også udviklet kriteriedokumenter tilpasset enkelte andre lande. det gælder LEED Emirates og i 2010 en italiensk version af LEED. Det er den første europæiske version af LEED, hvor en af indsatserne har bestået i at erstatte henvisninger til amerikanske retningslinjer og standarder med henvisninger til europæiske og italienske referencer.

2.1.1 Vurdering af nybyggeri

I tabel 2.3 vises kategorierne i LEED.

Kategori	Eksempler på kriterier/emner	Antal point
Bæredygtig byggegrund	Tæthed og bymæssig sammenhæng Adgang til offentlig transport Økologi og åbne arealer	26
Vandeffektivitet	Reduceret vandforbrug Anvendelse af regnvand	10
Energi & atmosfære	Reduceret energiforbrug Anvendelse af vedvarende energi Målinger og verifikation	35
Materialer & ressourcer	Genanvendelse af bygningsdele Anvendelse af genanvendte materialer Anvendelse af regionale materialer	14
Indemiljøkvalitet	Lav-emitterende materialer Termisk komfort Dagslys og udsyn	15
Antal "kernepoint"		100
Innovation	Exceptionelt design Exceptionel ydeevne LEED Accredited Professional	6
Regional prioritering	Specifikke geografiske prioriteringer	4

Tabel 2.3: Kategorier i LEED til vurdering af nybyggeri samt eksempler på kriterier og maximalt antal point ved certificeringen.

Alle kategorier omfatter minimumskrav i form af kriterier, som skal opfyldes. Herudover kan der indenfor hver kategori opnås point op til de point, der er angivet i tabel 2.3, idet der for hvert kriterie er angivet, hvor mange point, der opnås for de niveauer af krav og dokumentation, som knytter sig hertil.

Afhængig af hvor mange point byggeriet får, kan det certificeres som:

- **Certificeret** 40-49 point
- **Sølv** 50-59 point
- **Guld** 60-79 point
- **Platinium** 80 point eller mere

2.1.2 Fremgangsmåde ved certificering af en bygning

LEED har som den eneste af certificeringsordningerne et online dokumenthåndteringssystem. Dette kaldes LEED-online.

Når en bygherre har besluttet at lade sit projekt LEED-certificere registrerer vedkommende projektet på LEED-online. Efter at registreringshonoraret er betalt, er der via LEED-online adgang til alle de nødvendige værktøjer til at strukturere og gennemføre certificeringen.

Bygherren udpeger en projektadministrator som overordnet ansvarlig for indhentning af dokumentation til certificeringen. På LEED-online kan de enkelte kriterier deles ud til forskellige medlemmer af projektgruppen. Det er dog kun projektadministratoren, som kan foretage den endelige ***upload*** af dokumentationen til Green Building Certification Institute (GBCI). Projektteamet skal vælge hvilke kriterier man vælger at forfølge i certificeringen.

Ofte vælger bygherren at tilknytte en uddannet LEED-konsulent til projektet. Dette er frivilligt, men det kan være en stor hjælp og desuden opnås et bonus point herved.

I LEED kan man vælge om man vil splitte certificeringen op i to skridt. En designfase og en konstruktionsfase. Opsplitningen giver mulighed for at indsende dokumentationen fra designfasen allerede ved afslutningen af denne. Herefter laver GBCI foreløbigt review af denne dokumentation og giver besked om, hvilke kriterier der er opfyldt, måske opfyldt og ikke opfyldt, samt hvilken dokumentation der er godkendt og ikke godkendt. Der medfølger også en teknisk forklaring på de foreløbige afgørelser. Herefter kan projektteamet vælge at acceptere det foreløbige review eller foretage yderligere upload af dokumentation, hvorefter endelig review gennemføres. Har man valgt den opsplittede metode, sker det ovenstående både efter endt designfase og efter færdiggørelse af projektet. Man skal være opmærksom på, at de kriterier man vælger at inkludere i designfase-review afgøres endeligt herved og ikke tages op til revision i review efter færdiggørelse af projektet.

I LEED har man mulighed for at appellere en afgørelse fra GBCI. Det koster ca. 3.000 kr. pr. kriterie at gøre dette. En appel vil medføre et nyt review af dette kriterie på baggrund af evt. ny dokumentation.

Selve reviewet foretages af en LEED-uddannet person, som er godkendt af og udpeges hertil af GBCI. Reviewet har til formål at sikre, at der foreligger behørig dokumentation for de kriterier, som projektteamet mener, at bygningen opnår.

Såfremt det endelige review efter færdiggørelse af projektet resulterer i at alle obligatoriske kriterier i LEED er opfyldt og at projektet derudover har opnået point nok til at blive certificeret, modtager bygherren et certificeringsbevis. Herefter kan han mod betaling bestille bl.a. en metalplade, han kan sætte op på bygningen.

2.2 BREEAM

BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) er en engelsk certificeringsordning udviklet på BRE (Building Research Establishment Ldt.). Udviklingen af BREEAM begyndte i 1988 og BREEAM blev lanceret England i

1990, og ordningen har således været brugt i England i 20 år. BREEAM har været anvendt til certificering af projekter i andre lande end England siden 2005, og i 2008 blev den officielle internationale del af ordningen lanceret. I april 2009 var der i alt 116.000 certificerede bygninger og 714.000 registrerede bygninger til certificering, langt størstedelen dog i England. Bortset fra England er der i andre lande i Europa nu godt 130 færdige eller igangværende certificeringer, heraf 8 i Norden.

BREEAM har udviklet metoder, som kan certificere både nybyggeri eller renovering af eksisterende bygning, brug af eksisterende bygning og planlægning af område/lokalsamfund. Indenfor nybyggeri er der udviklet kriteriedokumenter for forskellige bygningstyper, f.eks. kontor, industri og detailhandel. I de tilfælde hvor en bygningstype ikke er foruddefineret af BREEAM anvendes såkaldt BREEAM Bespoke, dvs. et skræddersyet kriteriedokument for en bestemt bygning.

Der er også udviklet kriteriedokumenter for forskellige områder, f.eks. England, Europa og Golfen. Antallet af foruddefinerede bygningstyper varierer i de forskellige områder, hvor der er flest foruddefinerede bygningstyper for bygninger i England. Når et nyt område introduceres, eller hvis der skal vurderes en bygning, som ikke falder under de foruddefinerede typer anvendes BREEAM International ordningen. Derudover er der lavet nationale initiativer til tilpasning af BREEAM til særlige nationale ordninger. Det er allerede blevet gjort for Holland og er under udvikling for f.eks. Spanien og Frankrig.

BREEAM kriterier tager så vidt muligt afsæt i gældende nationale lovgivninger og standarder indenfor hvert enkelt område. I England er alle krav selvfølgelig i forhold til engelske og europæiske regler og standarder. Når BREEAM anvendes i andre lande anvendes de nationale regler og standarder for området, hvis de findes, og så længe de er ligestillede eller strengere end de krav, som er stillet i BREEAM.

2.2.1 Vurdering af nybyggeri

Under vurdering af nybyggeri certificeres hele nye bygninger, renovering af en eksisterende bygning, tilbygning til eksisterende bygning, en kombination af nybyggeri og renovering af eksisterende bygning og råhus. Vurderingen følger de 10 overordnede BREEAM kategorier som præsenteres i tabel 2.4. Der er 9 grundlæggende kategorier, samt en ekstra kategori om innovation, som belønner eksemplarisk præstation indenfor de 9 øvrige kategorier.

Kategori	Eksempler på kriterier/emner	Antal point	Vægtning
Ledelse	Commissioning Arbejdsmiljø på byggepladsen Totaløkonomi	10	12 %
Sundhed & trivsel	Naturlig ventilation Brugerindstillinger Dagslys og udsigt Akustik	14	15 %
Energi	Reduceret energiforbrug Målinger Vedvarende energi Energirigtige løsninger	21	19 %
Transport	Afstand til kollektiv transport Sikkerhed for bløde trafikanter Forhold for cyklister Afstand til indkøb mv.	10	8 %
Vand	Reduceret vandforbrug Måling af vandforbrug Opdagelse af lækager Anvendelse af regnvand	6	6 %
Materialer	Miljøpåvirkninger af materialer Ansvarlig anskaffelse af materialer Genbrug af materialer Robusthed	12	12,5 %
Affald	Affald på byggegrunden Affald i drift Genanvendelse af materialer	7	7,5 %
Arealforbrug & økologi	Byggegrundens biofaktor Ændringer i biofaktor Tiltag til at forbedre biofaktor	10	10 %
Forurening	Brug af kølemidler NOx emissioner Oversvømmelser og overfladevand Ekstern lysforurening og støj	12	10 %
Innovation	Eksemplarisk præstation BREEAM Accredited Professional	10	10 %

Tabel 2.4: Kategorier i BREEAM til vurdering af nybyggeri og eksempler på kriterier, samt antal point og vægtning af kategorierne ved certificering af BREEAM Europe commercial 2009.

BREEAM's pointsystem er bygget op på nogenlunde samme måde som LEEDs, hvor man opnår et antal point for hvert kriterie eller ikke. Til forskel fra LEED foretager BREEAM også en vægtning af kategorierne og omregner point til procent. Afhængig af hvor mange point byggeriet får, kan det certificeres som:

- **Certificeret** ≥30%
- **God** ≥45%
- **Meget god** ≥55%
- **Excellent** ≥70%
- **Fremragende** ≥85%

I BREEAM er særlige ***minimumskrav*** indarbejdet ved, at ordningen stiller nogle krav til opfyldelse af udvalgte kriterier for at opnå certificering. Kravene stiger med højere klassificering. Fx skal ét bestemt kriterie være opfyldt for at blive klassificeret som ***certificeret***, to bestemte kriterier for at opnå ***god***, fire for at opnå ***meget god*** osv.

2.2.2 Fremgangsmåde ved certificering af en bygning

I BREEAM er det obligatorisk, at man anvender en assessor til at gennemføre certificeringen. Assessoren er uddannet til at foretage certificering iht. BRE's forskrifter.

På BRE's hjemmeside kan bygherren finde en liste over de uddannede assessorer, der er godkendt af BRE til at gennemføre certificeringen. Når en aftale med assessoren er indgået, kan denne hjælpe projektteamet igennem hele certificeringsprocessen. Det er bl.a. assessoren, som sørger for tilmelding af projektet til certificering mv.

Det er op til projektteamet at afgøre, hvor meget hjælp man ønsker fra assessoren, og honoraret til denne vil naturligvis variere alt efter dette. Som minimum skal assessoren dog kontrollere, at alt nødvendigt dokumentation foreligger for at forfølge de valgte kriterier og indsende dette til BRE's BREEAM afdeling. Oftest vil assessoren dog være tilknyttet projektet fra den tidlige designfase. Assessoren kan dermed rådgive bygherren om alle spørgsmål vedr. bæredygtigt byggeri, opstille mål og sikre, at rådgivere og udførende virksomheder indarbejder de aftalte kriterier. Fx kan meget tid spares ved at sørge for, at den korrekte dokumentation indsamles undervejs i projektet.

I BREEAM kan man vælge at få foretaget en foreløbig certificering efter endt designfase. Dette gøres på baggrund af dokumentationen for det foreløbige projekt. Det er assessoren, som indsender dokumentationen i form af en rapport til BRE og i kraft af denne indstiller til BRE, hvor mange point bygningen opnår i de enkelte kriterier. Såfremt BRE kan godkende den indsendte dokumentation gives det foreløbige certifikat med forbehold for, at man opfører projektet som planlagt. Dette adskiller sig fra LEED, hvor man ikke benytter præ-certifikater, men blot kan få nogle af kriterierne bedømt efter endt designfase.

Når projektet er afsluttet, sørger assessoren for at den endelige dokumentation indsendes. Herefter foretager BRE igen en kvalitetssikring af det indsendte. Kan dokumentationen godkendes opnås endelig certificering.

2.3 DGNB

DGNB (German Sustainable Building Certificate) er en tysk certificeringsordning udviklet af DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), som er det tyske council for bæredygtige bygninger. Udviklingen er gået hurtigt. I juni 2007 tog interesserede investorer og virksomheder, bl.a. på baggrund af en voksende brug af udenlandske ordninger, initiativ til etableringen af det tyske council. Bevidst er ordet ***sustainable*** valgt i stedet for green, da der ønskedes en ordning, der signalerede en bredere opfattelse af en bygning. Den første beta version af kriteriedokument til certificering af nybyggeri var færdigudviklet i oktober 2008, og den første bygning var certificeret i Tyskland i januar 2009. Antal certificerede bygninger er nu i alt 85, hvoraf 57 er

certificeret med et præ-certifikat (Et certifikat for bl.a. projektets målsætning) og 28 med et endeligt certifikat (Et certifikat for bygningens endelige præstation).

DGNB har som LEED og BREEAM udviklet metoder for at certificere både nybyggeri og brug af eksisterende bygning, og planlægning af lokalområde er under udvikling. Indenfor nybyggeri er der ligeledes udviklet kriterier for forskellige bygningstyper som fx kontorer, handelsbygninger og skoler.

DGNB er allerede taget i brug i Østrig og er blevet tilpasset østrigske forhold. Endvidere har DGNB samarbejdsaftaler med Bulgarien og Kina.

DGNB tager udgangspunkt i tyske og europæiske lovgivninger og standarder, hvor kommende europæiske standarder for bæredygtigt byggeri har været vigtige byggesten i udviklingen af ordningen. Erfaringer med tilpasning af DGNB er endnu begrænsede, men ordningen er tilpasset østrigske forhold og dermed lovgivning. Desuden arbejder DGNB på at lave en europæisk udgave af ordningen, som skal bevæge ordningen fra relation til de tyske standarder. Den forventes klar i sommeren 2010.

2.3.1 Vurdering af nybyggeri

Der er 49 kriterier fordelt på seks kategorier. For de fleste kriteriers vedkommende er disse delt op i et antal såkaldte tjekliste-point, som tildeles alt efter i hvor høj grad projektet opfylder kriteriet. Disse tjekliste-point omregnes til mere almindelige point (maksimalt 10 pr. kriterie), der så igen vægtes med en faktor fra 1-3. Pointene omregnes til procentvis opfyldelse for det enkelte kriterie og videre til procentvis opfyldelse af den samlede kategori. Endelig vægtes kategorierne til den samlede bedømmelse. Flere steder skal man være opmærksom på, at der ikke er én til én omregning mellem tjekliste-point og point pga. minimumskrav mv.

Bedømmelsen er dels baseret på en bygnings livscyklus, som beregnes over en 50 års periode, og dels af supplerende kriterier. Kvaliteten af lokaliteten præsenteres særskilt i ordningen og indgår således ikke i certificeringen af bygningen. På dette punkt adskiller DGNB sig fra de andre 3 ordninger. Nogle kriterier vurderes kvantitativt. Det gælder eksempelvis for forbruget af energi og vand. Andre vurderes mere kvalitativt i form af tjeklister, f.eks. integreret planlægning og kvaliteten af projektets forberedelse.

Afhængig af hvor mange point byggeriet opnår, kan det certificeres som:

- **Bronze** ≥50%
- **Sølv** ≥65%
- **Guld** ≥80%

DGNB har ikke som LEED og BREEAM særlige minimumkrav, der relaterer sig til bestemte kriterier. I stedet er der indarbejdet særlige minimumskrav på kategoriniveau. For at opnå klassificeringen ***sølv*** skal bygningen, udover at opnå mere end 65 % af pointene, også opnå minimum ***bronze*** i alle kategorier. Tilsvarende må ingen kategorier opnå mindre end sølv, hvis bygningen sigter efter en samlet bedømmelse på ***guld***.

Kategori	Eksempler på kriterier/emner	Antal vægtede point	Vægtning
Miljømæssig kvalitet	Livscyklusvurdering (LCA) - Drivhuseffekt, forsuring mv. - Totalt primært energiforbrug - Forbrug af vedvarende energi Vandforbrug Risiko for nærmiljø	195	22,5 %
Økonomisk kvalitet	Totaløkonomi Værdistabilitet	50	22,5 %
Social og funktionel kvalitet	Termisk komfort Indendørs hygiejne Akustisk komfort Visuel komfort Brugerindflydelse Faciliteter for cyklister Kunst indenfor arkitekturen	280	22,5 %
Teknisk kvalitet	Brandsikkerhed Støjdæmpning Nemhed for rengøring Nemhed for nedbrydning	100	22,5 %
Proceskvalitet	Integreret planlægning Projektets forberedelse Byggepladsen, byggeprocessen Systematisk commissioning	230	10 %
Lokaliseringens kvalitet	Risiko for nærmiljø Områdets image og forhold Tilknytning til offentlig transport	130	-

Tabel 2.5: Kategorier i DGNB til vurdering af nybyggeri og eksempler på kriterier, samt antal point og vægtning af kategorierne.

2.3.2 Fremgangsmåde ved certificering af en bygning

Som for BREEAM er det også i DGNB et krav, at man tilknytter en assessor til sit byggeri – i DGNB kaldes assessoren for en auditør, men for at øge læsbarheden af rapporten anvendes her begrebet assessor.

Bygherren kan på DGNB's hjemmeside finde en liste over uddannede og af DGNB godkendte assessorer. Ønskes projektet certificeret skal bygherren tage kontakt til en assessor og indgå en aftale med denne. Som for BREEAM er det op til projektteamet at afgøre omfanget af bistand, de ønsker fra assessoren, men som minimum skal denne kvalitetssikre dokumentationen og indsende denne til DGNB. Ved indsendelse af dokumentationen indstiller assessoren samtidig til DGNB, hvor mange point bygningen opnår i de enkelte kriterier.

I DGNB kan alle værktøjer til certificeringen i form af software, håndbog mv. mod betaling erhverves på DGNB's hjemmeside, og man kan dermed reelt vælge at følge principperne uden at registrere projektet. Såfremt man ønsker en officiel certificering, skal projektet registreres. Der er typisk assessoren, der registrerer projektet på DGNB's hjemmeside. Man skal være opmærksom på, at det meste af materialet stadig kun findes på tysk.

Som det er tilfældet for BREEAM, kan man også i DGNB vælge, om man vil ansøge om en foreløbig certificering efter endt designfase. Har man besluttet fra start, at man ønsker at få sit projekt certificeret, virker det naturligt at ansøge om præ-certifikatet også. I DGNB er det også muligt alene at ansøge om certificering efter færdiggørelsen af byggeriet, hvilket dog komplicerer fremskaffelsen af dokumentation på flere af kriterierne betydeligt. I den situation er præ-certifikatet naturligvis ikke en mulighed.

Når assessoren har kontrolleret, at alt nødvendig dokumentation foreligger, indsender denne det til DGNB, som kontrollerer materialet og udsteder certifikatet. Kontrollen, før det endelige certifikat kan udstedes, indeholder også en grundig gennemgang af sammenhængen mellem dokumentationen af det, man ved præ-certifikatet forventede at bygge, og det man endte med at bygge.

2.4 HQE

HQE (Haute Qualité Environnementale) er en fransk certificeringsordning. Ordningen blev lanceret i 2005 og administreres af CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) og dets certificeringsorgan Certivéa. HQE har indtil nu været anvendt på omkring 400 bygninger i Frankrig inkl. projekter i Belgien, Luxembourg og Algier.

HQE er praktisk miljøledelse, der efter det orienterende materiale fra HQE, fordeler ansvar og mobiliserer byggeprocessens parter til at opnå såvel egne som fælles mål. Ordningen omfatter såvel kompleksiteten og levetiden af en bygning som skabelsen af synergi mellem parterne. Målet er at vejlede bygherren og byggesagens andre parter om, hvordan miljømæssige forhold kan inddrages og vurderes under gennemførelsen af en byggesag - og ikke blot betragtes som ”et lag af miljø” udover den sædvanlige projektering.

HQE omfatter kriterier for såvel nye bygninger som bygninger i brug, idet der nu eksisterer kriterier for bl.a. kontorer, hoteller, skoler og boliger med flere bygningskategorier på vej.

Det skal tillige nævnes, at det engelske BRE Global, som repræsenterer BREEAM, sammen med CSTB og Certivéa har underskrevet en hensigtserklæring i juni 2009 med det overordnede formål, at indlede et fælles program om tilpasning af certificeringsordninger leveret af de to institutter i de lande, hvor de opererer.

2.4.1 Vurdering af nybyggeri

HQE’s retningslinjer for certificering af nybyggeri omfatter 14 kategorier af kriterier fordelt på 4 hovedgrupper: *Byggegrund & Øko-konstruktion*, *Øko-management*, *Komfort* og *Sundhed*. Se tabel 2.6, som tillige viser eksempler på de grupper af kriterier, som hører til de 14 kategorier.

Hovedgrupper	Kategori	Eksempler på kriterier / emner
Byggegrund og øko-konstruktion	Virkninger på nær-miljø	Offentlig transport Friarealer og biodiversitet
	Materialer og udfø-relse	Tilpasningsdygtighed af bygningen Miljøvaredeklarering af byggevarer
	Byggeledelse	Affaldshåndtering på byggeplads Nabohensyn
Øko-management	Energi	Reduceret forbrug af primær energi Reducerede emissioner af CO_2 og SO_2
	Vand	Reducer vandforbrug Identificer og forbehandl spildevand
	Affald	Optimer affaldshåndtering for genanvendelse Kvalitetssikring af affaldshåndteringen
	Vedligeholdelse	Forbered sikring af alle installationssystemers ydeevne under efterfølgende brug
Komfort	Termisk komfort	Optimer bygningens design til hygrotermisk komfort Skab hygrotermisk komfort sommer og vinter
	Akustisk komfort	Optimer bygningens indretning til at undgå støjgener Skab de rette akustiske forhold for de enkelte rum
	Visuel komfort	Optimer udnyttelsen af dagslys Skab lysmæssig komfort for brugerne
	Oplevet luftkvalitet	Garanter effektiv ventilation Kildekontrol til begrænsning af emissioner
Sundhed	Sunde rum	Undgå eksponering for elektromagnetisk stråling Begræns mulighederne for skimmelsvampe mm
	Sundhedsmæssig luftkvalitet	Garanter effektiv ventilation Kontroller kilder til forurening (VOC mm)
	Vandkvalitet	Beskyt bygningens distributionssystem Kontroller temperaturen af koldt og varmt vand

Tabel 2.6: Temaer og kategorier i HQE til vurdering af nybyggeri og eksempler på kriterier.

For hver kategori indeholder ordningen muligheden for at opnå tre forskellige klassificeringer: ***Basis***, svarende til opfyldelse af gældende regler eller normal praksis samt klassificeringerne ***god*** og ***meget god*** for opfyldelsen af yderligere krav i henhold til ordningens kriterier. I vurderingen af om ***god*** eller ***meget god*** er nået indgår der tillige anvendelsen af point. For kategorien *Energi* indgår dog kun klassificeringerne ***god*** og ***meget god***. Energiforbruget skal altså formindskes i forhold til gældende regler, for at bygningen kan opnå at blive certificeret.

En HQE-certificering kan tildeles ved opfyldelse af en ***minimumprofil*** bestående af klassificeringen ***meget god*** for mindst tre kategorier og klassificeringen ***basis*** for maksimum syv kategorier. Ordningen adskiller sig herved væsentligt fra de andre afprøvede ordninger ved, at ordningen alene indeholder muligheden af at opnå certificering, og ikke umiddelbart indeholder muligheden for niveaudelt klassificering.

Endelig lægger HQE op til, at bygherren tidligt i byggeprocessen fastlægger sine klassificeringsmål for de 14 kategorier af kriterier, og at det efterfølgende skal være vanskelligt at ændre herpå. Det er således forudsat at bygherren involverer sig i byggeprojektet og er med til at sætte mål.

2.4.2 Fremgangsmåde ved certificering af en bygning

I HQE er det nærmest umuligt at gennemføre en certificering efter færdiggørelse af projektet, såfremt man ikke har tænkt bæredygtighed ind i projektet fra start.

HQE certificeringsordningen er i princippet 2 sideløbende systemer. En bedømmelse af bygningens miljøpåvirkning samt en bedømmelse af ledelsen af projektet frem mod et bæredygtigt byggeri. Man skal lave en HQE-profil allerede forud for færdiggørelse af byggeprogram. HQE-profilen skal bl.a. vise hvilket niveau for bedømmelse man stiler efter i de 14 hovedkategorier.

Metoden kaldes "Operations Management System" (SMO), og er baseret på den generelle standard for miljøledelse ISO 14001. Den binder parterne sammen, men skal tilpasses den enkelte sag.

I HQE er det, som for BREEAM og DGNB, obligatorisk, at der tilknyttes en assessor til projektet. Men assessorens rolle afviger markant fra de andre ordninger. HQE stiller krav om, at assessoren skal være tilknyttet projektet allerede fra start, da vedkommende kommer ud og indsamler oplysninger i programfasen. Assessoren er en uddannet og af Certivéa godkendt person. Det er Certivéa, som tildeler en assessor til projektet. Forud for dette har bygherren henvendt sig til Certivéa og meldt projektet til certificering.

Assessorens rolle er ikke at hjælpe designteamet med at opnå den bedst mulige bedømmelse. Vedkommende skal blot kontrollere, at den nødvendige dokumentation foreligger. Assessoren kommer ud og indsamler dokumentation i alt 3 gange i løbet af projektet. Ved afslutning af programfasen, ved udbud og ved ibrugtagning. De to første indsamlinger kan dog i særlige tilfælde slås sammen. Assessoren har typisk kun afsat en enkelt dag til hvert af besøgene og forventer, at det samlede designteam er til stede, og at alt dokumentation er forberedt. Ønsker man hjælp til at komme igennem certificeringen og opnå det bedst mulige resultat, kan man hyre en konsulent til dette.

Det er assessoren, der indstiller projektet til certificering hos Certivéa. Ifølge konsulenten vil de stort set altid følge assessorens vurdering af samlet bedømmelse. Konsulenten lagde ikke skjul på, at HQE var personafhængig. Der kunne godt være forskel på den samlede bedømmelse alt efter hvilken assessor, der blev tilknyttet. Nogle assessorer afviser blankt, at et kriterie er opfyldt, såfremt dokumentationen manglede, mens andre giver en frist på et par dage til at få den fremskaffet.

HQE har ikke på samme måde, som flere af de andre ordninger, et foreløbigt certifikat som tildeles. Man har den udarbejdede HQE-profil som holdepunkt, og assessoren skal reelt blot eftervise at denne overholdes. Såfremt assessoren efter færdiggørelse af projektet er overbevist om, at projektet lever op til HQE-profilen sender denne en endelig indstilling til Certivéa om certificering. Såfremt Certivéa er enige i assessorens bedømmelse af projektet fremsendes endelig HQE-certifikat.

3 CERTIFICERINGSORDNINGERNES BEDØMMELSE AF BYGNINGERNE

I dette kapitel præsenteres hovedkonklusionerne i konsulenternes rapporter såvel hvad angår klassificering som konsulenternes kommentarer om projekternes stærke og svage sider samt hovedårsagerne til, at nogle kriterier ikke var opfyldt.

De samlede resultater for hvor mange point eller procenter bygningerne opnåede i de fire ordninger og deres klassificeringen fremgår af tabel 3.1.

Bygning		LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Company House	Klassificering	Sølv (guld)	Certificeret (god)	Sølv (sølv)	(Bestået)
	Point	57 p (66 p)	35 % (48 %)	69 % (71 %)	2 Meget god 4 God 6 Basis
Horten	Klassificering	Certificeret (guld)	Certificeret (Certificeret)	Bronze (Bronze)	Ikke bestået
	Point	49 p (67 p)	34 % (43 %)	62 % (63 %)	2 Meget god 1 God 7 Basis
Ordningens klassificering		Certificeret ≥40 p Sølv ≥50 p Guld ≥60 p Platinium ≥80 p	Certificeret ≥30% God ≥45% Meget god ≥55% Excellent ≥70% Fremragende ≥85%	Bronze ≥50% Sølv ≥65% Guld ≥80%	Bestået: 3 Meget god 4 God 7 basis

Tabel 3.1. De samlede resultater af bygningernes klassificering i ordningerne. For LEED, BREEAM og DGNB er der i parentes angivet den mulige score såfremt uafklarede kriterier opnås. En sådan betragtning er ikke mulig for HQE.

Det ses af tabellen at der er gennemgående sammenhæng mellem ordningerne LEED, BREEAM, DGNB og HQE, hvor alle ordninger giver Company House en bedre bedømmelse. Det fremgår også, at LEED og DGNB er forholdsvist enige i deres bedømmelse af bygningerne på trods af store forskelle i detaljeringsgrad og ressourceforbrug i ordningerne jf. kapitel 4.

Som det fremgår af tabellen, er det forskelligt, hvor mange point eller procenter bygninger skal opnå for at blive certificeret. Fx skal der 30% til at blive certificeret i BREEAM, 40 point (som svarer til 36%) i LEED og 50% for at opnå bronze i DGNB. Det er ikke det samme at have sølv i LEED og DGNB – i LEED skal bygningen opnå mindst 50 point (som svarer til 45%) men mindst 65% i DGNB. I sammenligningen skal man dog være opmærksom på, at sværhedsgraden i opnåelse af point ikke nødvendigvis er lineær i ordningerne fra det første til det sidste point.

Det bemærkes, at bygningernes præstation i BREEAM og HQE er betydeligt lavere end LEED og DGNB. En del af årsagen er, at BREEAM på nogle punkter har strengere krav, men væsentligt er det også, at der var forskelle i konsulenternes fremgangsmåde ved certificeringen.

3.1 LEED

LEED-konsulenten var John Boecker fra 7group i USA. Han anvendte LEED-NC 2009 Green Building Rating System til vurdering af bygningerne.

Der blev afholdt to workshops af halvanden dags varighed for hver bygning:

- Company House: 18. og 19. januar 2010
- Horten: 20. og 21. januar 2010

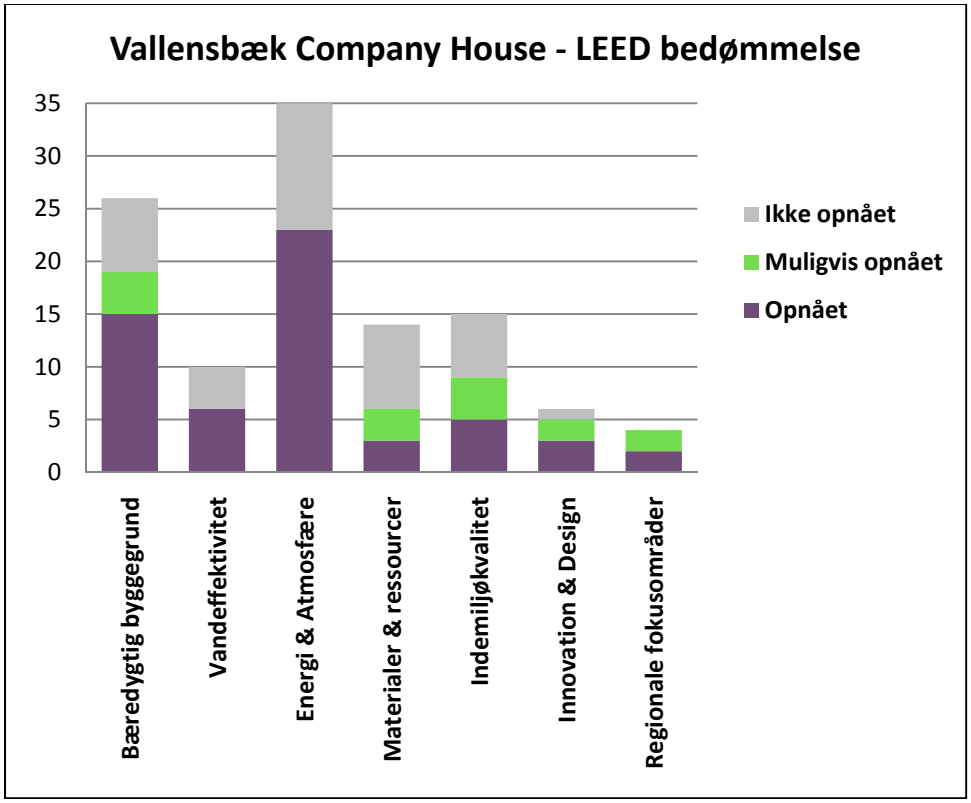
LEED konsulenten var meget belærende omkring integreret design og LEED certificeringsordningen. Dette var meget nyttigt for begge designhold. Ikke mindst fordi dette var første workshop i rækken. Konsulenten var ikke så stringent i hans vurdering af, om kriterier var opfyldt eller ej. I de fleste tilfælde vurderede han kriteriernes opfyldelse ud fra designholdenes udtalelser og projektets generelle indtryk uden at kræve en fuldstændig dokumentation.

3.1.1 Company House

LEED-konsulenten angiver at projektet ***som bygget***, synes at have opfyldt flest af kriterierne i kategorien ***energi & atmosfære*** og færrest i kategorien ***materialer & ressourcer***.

Dette indebærer samlet set, at projektet ***som bygget*** sandsynligvis vil kunne opnå LEED ***Sølv*** certificering med 57 point. Hertil kommer muligheden for at opnå 9 point, der betegnes som uafklarede kriterier, hvormed den endelige bedømmelse af bygningen når op på 66 point, der svarer til ***guld***.

En begrænset ekstra indsats i form af mindre ændringer i projektet ville sandsynligvis resulterer i opnåelsen af yderligere 12 point og dermed opfylde betingelserne for LEED Guld certificering med 78 point i alt. Blot 2 point fra ***platin***.



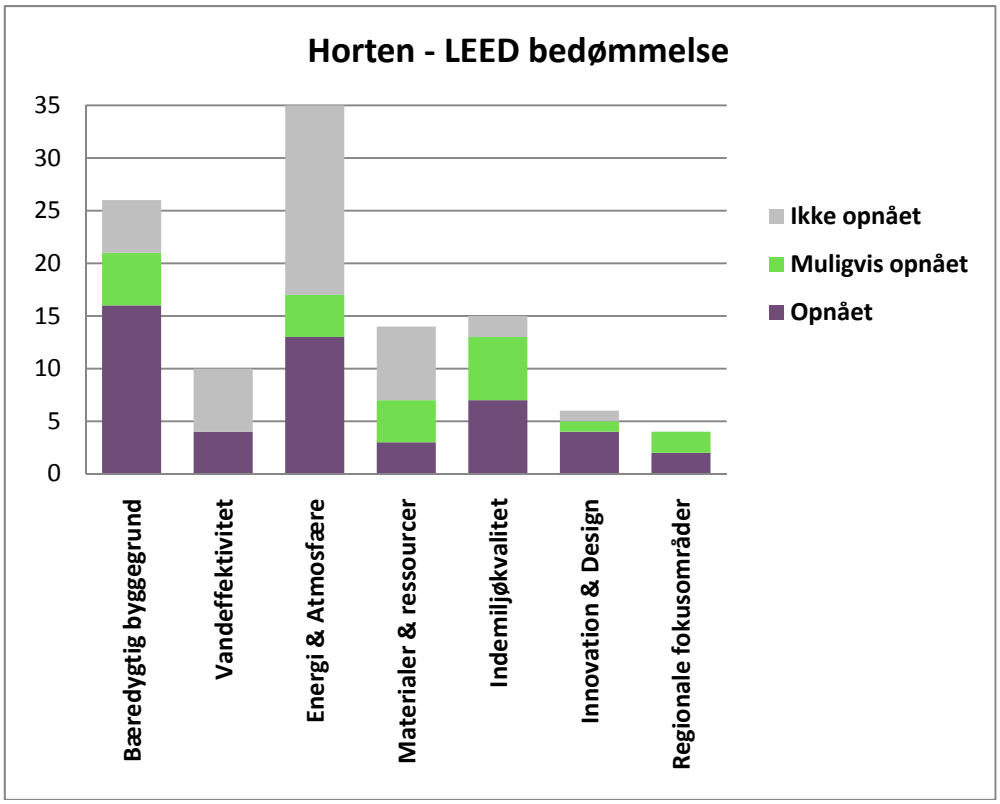
Figur 3.1. Diagram over opnåede og muligvis opnåede point for Company House, set i forhold til kategoriernes samlede antal point.

3.1.2 Horten

LEED-konsulenten angiver at projektet ***som bygget***, synes at have opfyldt flest af kriterierne i kategorien ***bæredygtig byggegrund*** og færrest i kategorien ***materialer & ressourcer***.

Dette indebærer samlet set, at projektet ***som bygget*** sandsynligvis vil kunne opnå bedømmelsen LEED ***Certificeret*** med 49 point - et point mindre end LEED ***sølv***. Hertil kommer muligheden for at opnå 18 point i uafklarede kriterier, hvormed den endelige bedømmelse af bygningen når op på 67 point, der svarer til ***guld***.

En begrænset ekstra indsats i form af mindre ændringer i projektet ville sandsynligvis resultere i opnåelsen af yderligere 10 point og dermed opfylde betingelserne for LEED ***guld*** certificering med 77 point i alt.



Figur 3.2. Diagram over opnåede og muligvis opnåede point for Horten, set i forhold til kategoriernes samlede antal point.

3.1.3 Samlet vurdering af kriterier

LEED-konsulenten konkluderer, at Company House udmærker sig i kategorien **energy & atmosfære,** mens Horten gør det i kategorien ***indemiljøkvalitet***. Dette giver god mening sammenholdt med, at der ved projekteringen af Company House blev sat fokus på energiforbruget, mens der for Horten blev sat fokus på indeklimaet, da bygningen skulle designes til brug for en specifik high-end lejer.

Begge projekter klarede sig ganske godt i kategorien ***bæredygtig byggegrund***. Det skyldes, at de er placeret i relativt tætte byområder med høj grad af adgang til offentlig transport og eksisterende infrastruktur. Modsat klarede ingen af projekterne sig særlig godt i kategorierne ***vandeffektivitet*** og ***mate-***

rialer & ressourcer, primært fordi der ikke har været fokus herpå under projekteringen.

Begge projekter ville let have kunnet opnå gode LEED-klassificeringer. Havde projekterne anvendt LEED fra start ville de med stor sandsynlighed have opnået endnu flere point, da de derved havde mulighed for, at indtænke en række ydeevne- og dokumentationskrav. I projekterne er en række designbeslutninger truffet uden veldefinerede bæredygtighedsmål, hvilket hindrer en topkarakter.

Sluttelig anfører LEED-konsulenten, at anvendelse af LEED's kriterier (hensigten med kriterierne) på ingen måde er i konflikt med dansk praksis. Men da kriterierne i LEED i øjeblikket er baseret på at demonstrere høj ydeevne i forhold til amerikanske standarder, er det nødvendigt med en tilpasning af LEED til den danske kontekst. Se nærmere herom i kapitel 5.

3.2 BREEAM

BREEAM konsulenterne var Jeremy Cruickshank og Elaine Harvie fra Arup, Cardiff, England. BREEAM Europe Commercial (office) 2009 blev anvendt til vurdering af bygningerne.

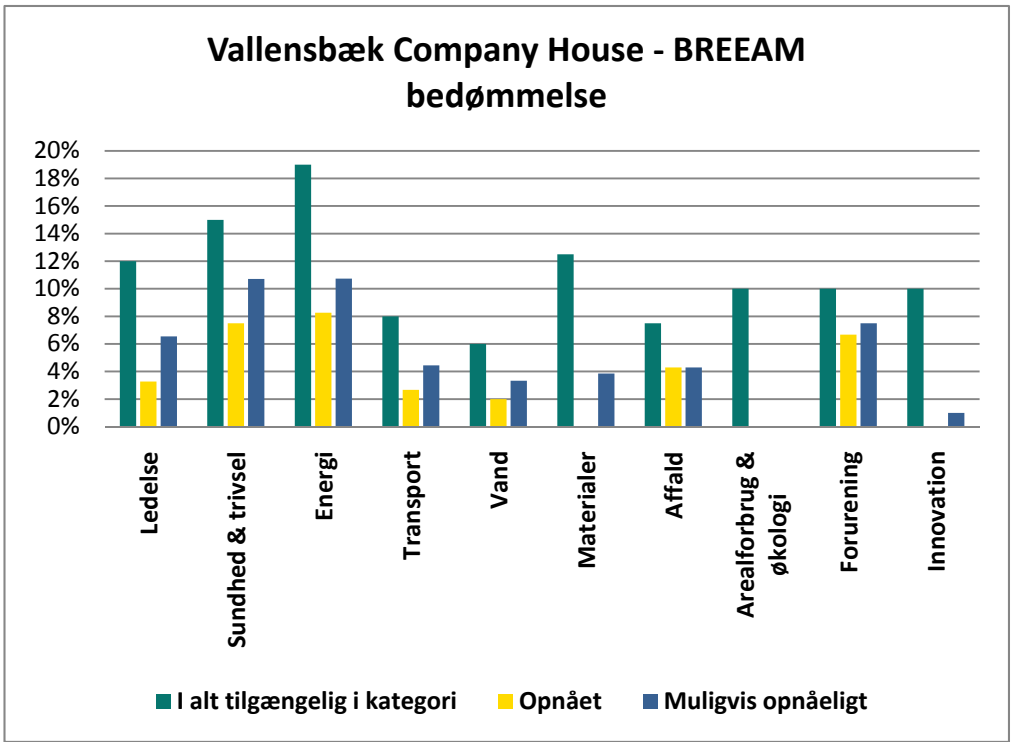
Der blev afholdt en workshop af en dags varighed for hver bygning:

- Company House: 28. januar 2010
- Horten: 29. januar 2010

BREEAM konsulenterne var forholdsvis nøjagtige i deres vurdering af, hvorvidt kriterierne var opfyldt eller ej. Bygningerne blev vurderet ***som bygget***, og kun kriterier, som kunne dokumenteres, blev vurderet som opfyldt. Konsulenterne registrerede også hvilke kriterier, der med en begrænset indsats og øget dokumentation kunne have været opfyldt, hvis certificeringen havde været et kendt mål ved projektets opstart.

3.2.1 Vallensbæk Company House

Vallensbæk Company House blev ***som bygget*** vurderet til at opnå en bedømmelse på **35%**, hvilket svarer til klassificeringen ***certificeret***. For i alt 14 kriterier kunne evt. opfyldelse ikke afgøres under afprøvningen og de står derfor som ***uafklarede kriterier*** Viser nærmere undersøgelser, at bygningen vil kunne opnå point i disse kriterier, ender bedømmelsen på **48 %**, hvilket svarer til ***god***. Dette kræver dog udarbejdelse af en brugerguide til bygningen, hvilket er et ***minimumskrav*** for at opnå bedømmelsen god. Brugerguiden er i afprøvningen fundet at være et "let point", som kan opnås ved mindre ændringer i projektet jf. kapitel 4. Ved en begrænset ekstra indsats i form af mindre ændringer i bygningen vil yderligere 6 point kunne nås og dermed klassificeringen god med 54 %. Tæt på ***meget god***, der i BREEAM starter ved 55 %.

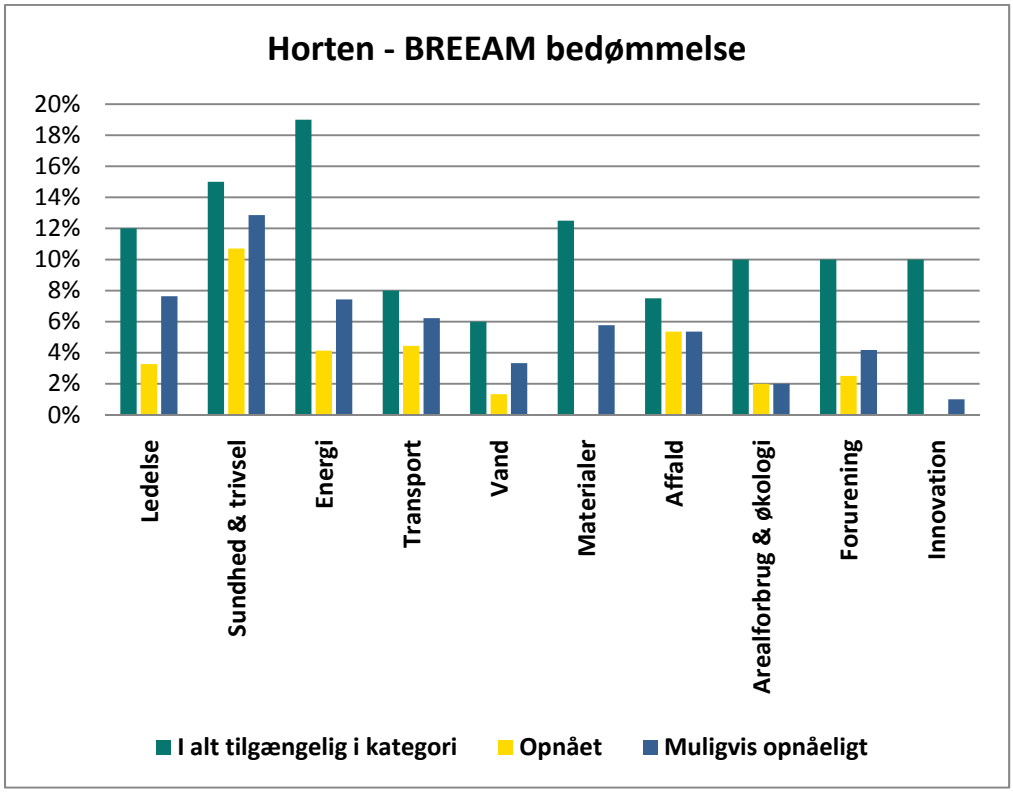


Figur 3.3. Diagram over opnåede og muligvis opnåede point for Company House, set i forhold til kategoriernes samlede antal point.

Bygningen opnår flest point indenfor kategorierne ***energi, sundhed & trivsel*** og ***forurening***. Styrken af bygningen ligger hovedsagelig i bygningens lave energiforbrug, den høje termiske komfort samt adskillige af emnerne indenfor kategorien ***forurening***, som omhandler minimering af risikoen for oversvømmelser, vandforurening og forurening fra kølemidler. Svaghederne i bygningen viser sig især i kategorierne, ***materialer*** og ***arealforbrug & økologi***, hvor ingen kriterier umiddelbart kan vurderes som opfyldt, ud fra de informationer konsulenterne havde til rådighed.

3.2.2 Horten

Bygningen opnåede ***som bygget*** en score på ***34 %***, hvilket svarer til bedømmelsen ***certificeret***. Hertil kommer i alt 10 point, der kan opnås i uafklarede kriterier, hvilket kan bringe bygningen op på ***43 %***, som dog stadig ligger indenfor kategoriseringen ***certificeret.*** Medtages kriterier, hvor det kræver begrænsede ændringer i bygningen at opnå point, vil det bringe bygningen op på en samlet score på ***49 %***, hvilket svarer til bedømmelsen ***god***. I konsulenternes rapport angiver de en mulig score på 56 %, hvormed bedømmelsen ender på ***meget god***. Men flere af de her opnåede point kræver ikke bare små men større ændringer af projektet. Derfor falder de udenfor rammerne for afprøvningen og bør ikke medtages i det samlede resultat.



Figur 3.4. Diagram over opnåede og muligvis opnåede point for Horten, set i forhold til kategoriernes samlede antal point.

Bygningen opnår flest point indenfor kategorien ***sundhed & trivsel***. De andre kategorier bidrager væsentlig lavere til bygningens samlede klassificering. Styrken ligger hovedsagelig i områder indenfor indeklimaet, dvs. lys- og luftkvalitet og god termisk komfort. Svaghederne i bygningen viser sig i flere kategorier, især ***materialer***, ***vandforbrug*** og ***arealforbrug & økologi***.

3.2.3 Samlet vurdering af kriterier

Det faktum at ønsket om certificering ikke var kendt fra start har en betydelig indflydelse på den endelige BREEAM klassificering af bygningerne. Især har det betydning for vurdering af ***arealforbrug & økologi***, hvor der er sat fokus på optimering af byggegrundens biofaktor og metoder, som ikke er almen praksis i Danmark. Ligeledes har det betydning for kategorien ***materialer***, hvor konsulenterne i deres vurdering af bygningerne ikke beregner byggematerialernes miljøbelastning i livscyklusperspektiv, fordi der ikke var dokumentation for materialeforbruget[6]. Ligesådan har det indflydelse på vurdering af kategorien ***ledelse***, idet mange kriterier kræver at en del beslutninger blev taget i designfasen og tilhørende dokumentation herom.

Company House fik flest point indenfor ***energi*** og Horten indenfor emner, der vedrører ***indeklima***, hvilket svarer godt til de oprindelige fokusområder i bygningernes design.

[6] Der var en klar forskel i konsulenternes fremgangsmåde ved afprøvning af ordningerne. Fx har både BREEAM og DGNB kriterier omkring livscyklusvurdering af materialer. DGNB konsulenterne lavede et skøn over materialernes miljøbelastning mens BREEAM konsulenterne undlod at lade materialerne indgå i vurderingen.

Der blev observeret kriterier, som blev opfyldt alene ved at følge dansk lovgivning eller almen praksis i Danmark. Det betyder, at de krav der stilles i de pågældende kriterier bør strammes for at sikre, at en BREEAM certificeret bygning i Danmark bliver bedre end blot lovgivningens minimumkrav eller almen byggepraksis.

Der blev også observeret kriterier, som skal tilpasses danske forhold, hvis de skal virke efter hensigten. Eksempler herpå er, at formålet eller formuleringen af kriteriet er i konflikt med dansk byggeskik, myndighedskrav eller traditioner indenfor emner som f.eks. det danske fjernvarmesystem, dansk affaldspolitik og traditioner indenfor developerens deltagelse i udviklingen af lokalplaner.

3.3 DGNB

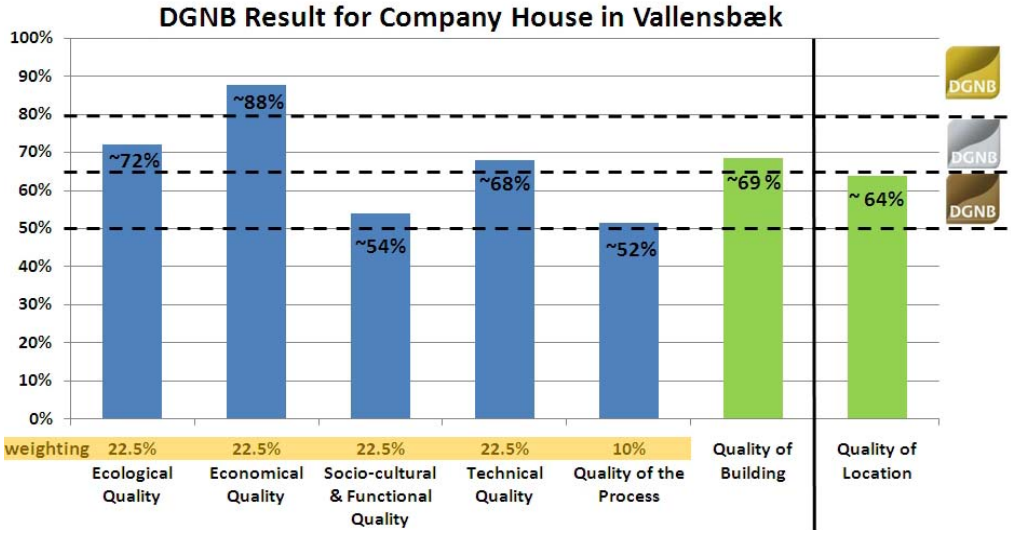
Vurderingen er foretaget af Anna Braune, Maximillian Martin, Larisa Maya Altamira, Georg Schöner og Jan Poulsen hos PE International i Tyskland og PE North West Europe i Danmark. DGNB New Construction of Office and Administration buildings 2009 blev anvendt til vurdering af projekterne.

Der blev afholdt to workshops af en dags varighed for hver bygning:

- Company House: 2. februar og 24. februar 2010
- Horten: 3. februar og 25. februar 2010

Konsulenterne vurderede hvorvidt kriterierne var opfyldt eller ej, men kræve-de sjældent, at designteamet afleverede den nødvendige dokumentation. Konsulenterne udførte også selv livscyklusvurderingen og vurderingen af totaløkonomi og fleksibilitet, som bidrager til en stor del af DGNB kriterierne.

3.3.1 Vallensbæk Company House



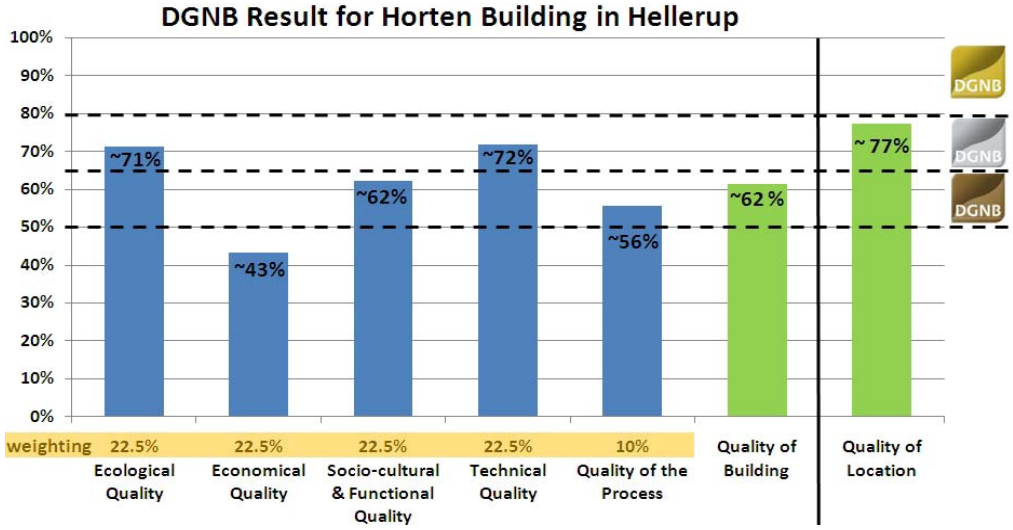
Figur 3.5. Diagram over den opnåede bedømmelse for Company House.

Company House opnår en præstation på **69%** for bygningen og ***64%*** for lokaliseringen, hvilket ville give bygningen et DGNB ***sølv*** certifikat. Konsulenterne gennemførte en meget grundig afprøvning, hvormed der kun efterlades et meget begrænset antal kriterier, hvor der er tvivl om opfyldelse. Såfremt disse point medtages, når projektet en bedømmelse på ***71 %.*** Konsulenterne

vurderer, at såfremt man havde kendt til certificeringen fra start, så havde bygningen kunne opnå en score på mere end 80 % svarende til bedømmelsen ***guld***, hvilket dog helt tydeligt medfører behov for at ændre noget i bygningen.

Bygningen klarer sig bedst i kategorierne ***økonomisk kvalitet*** og ***miljømæssig kvalitet***. Den økonomiske kvalitet vurderes til 88% grundet en god totaløkonomi, høj fleksibilitet og lave driftsomkostninger til energi. Den miljømæssige kvalitet[7] opnår gode resultater, især pga. det lave driftsenergiforbrug, som er 30% lavere end den tyske reference.

3.3.2 Horten



Figur 3.6. Diagram over den opnåede bedømmelse for Horten.

Horten opnår en præstation på **62%** for bygningen og ***77%*** for lokaliseringen, hvilket ville give bygningen et DGNB **bronze** certifikat. Efter afsluttet afprøvning står blot et enkelt uafklaret kriterie tilbage. Medtages dette opnår bygningen ***63 %.*** Konsulenterne vurderer, at såfremt certificering havde været et kendt mål fra start, kunne bygningen have klaret sig mindst 5 % bedre. Bedømmelsen ***sølv*** kan reelt ikke opnås pga. minimumskrav om, at alle kategorier skal opnå mindst bronze for at opnå bedømmelsen ***sølv***. De høje byggeomkostninger medfører at kategorien ***økonomisk kvalitet*** har meget svært ved at opnå bronze.

Bygningen klarer sig bedst indenfor kategorierne ***miljømæssig kvalitet*** og ***teknisk kvalitet,*** hvor bygningen opnår over 70%. Dette skyldes bla. livscyklusvurderingens resultater (især fra energiforbruget), udmærket støjdæmpning og god brandsikkerhed. Grundet høje byggeomkostninger opnår bygningen kun 43% indenfor den ***økonomiske kvalitet***.

3.3.3 Samlet vurdering af kriterier

Konsulenterne konkluderer, at den ***miljømæssige kvalitet*** opfyldes i høj grad i begge bygninger. Begge bygninger udmærker sig indenfor de livscyklus-relaterede kriterier, mens vandforbrug, arealanvendelse, risiko for nærmiljø og andre effekter på det globale miljø opnår moderate resultater. Der

[7] Her spiller DGNB konsulenternes skøn af energiforbrugets og materialernes miljøbelastning i livscyklusperspektiv en stor rolle i projekternes resultater.

blev observeret en stor forskel i bygningernes ***økonomiske kvalitet***, hvor Company House opnåede 88% og Horten kun 43%. Forskellen ligger hovedsagelig i byggeomkostningerne.

Den ***sociale kvalitet*** af bygningerne er sammenlignelig. Begge bygninger udmærker sig indenfor termisk komfort, tilgængelighed og cykelfaciliteter. De svage områder for begge bygninger ligger indenfor indendørs hygiejne, sikkerhed og risiko for fejl, sikkerhed for designets kvalitet og kunst indenfor arkitekturen. Den ***tekniske kvalitet*** af bygningerne er ligeledes sammenlignelig. Styrken lå bla. i god brandsikkerhed og støjdæmpning, mens svaghederne lå indenfor kriterier for rengøring og vedligehold, samt hvor let det er, at separere materialerne til genanvendelse ved bygningsændringer og nedrivning.

For ***proces kvalitet*** var der størst potentiale for forbedringer, hvilket hovedsagelig skyldes, at emnerne ikke er almen praksis, og derfor ikke indgik i designteamets overvejelser.

Generelt konkluderer konsulenterne, at flere kriterier ikke var opnåelige pga. designteamets manglende kendskab til dem fra projektets start. Konsulenterne mener ikke, at der er store forskelle i standarden af tyske og danske bygninger, hvilket skyldes at mange normer er baseret på europæiske standarder. Der er dog identificeret forskelle i danske og tyske standarder og almen praksis indenfor områder som fx energiberegninger, støjdæmpning og genanvendelse af vand.

3.4 HQE

HQE-konsulenten var Arnauld Billard fra Transsolar Energitechnik i Tyskland.

Der blev afholdt en workshop af halvanden dags varighed for hver bygning:

- Company House: 3. og 4. februar 2010
- Horten: 4. og 5. februar 2010

Disse workshops omfattede dels en kort præsentation af HQE-ordningens struktur og indhold, dels en gennemgang af projekterne for at vurdere i hvilket omfang, der var opstillet mål for de indsatsområder, som er omfattet af HQE, og i hvilket omfang projekterne levede op til de stillede klassificeringskrav. Med udgangspunkt i HQE-ordningens fokus på indarbejdelse af målene i projekternes byggeprogram og projekteringsindsats fokuserede gennemgangen i væsentlig grad på en overordnet tilgang til de to projekter, frem for en "kriterie for kriterie" gennemgang, som konsulenten i et vist omfang foretog efterfølgende. Dette indebar en grundlæggende fokusering på de opstillede mål samt de valgte løsninger og vurderinger, som var foretaget i byggeprocessen; men gjorde det sværere for projektgruppen og designteamet at forholde sig til de enkelte kriterier i ordningen.

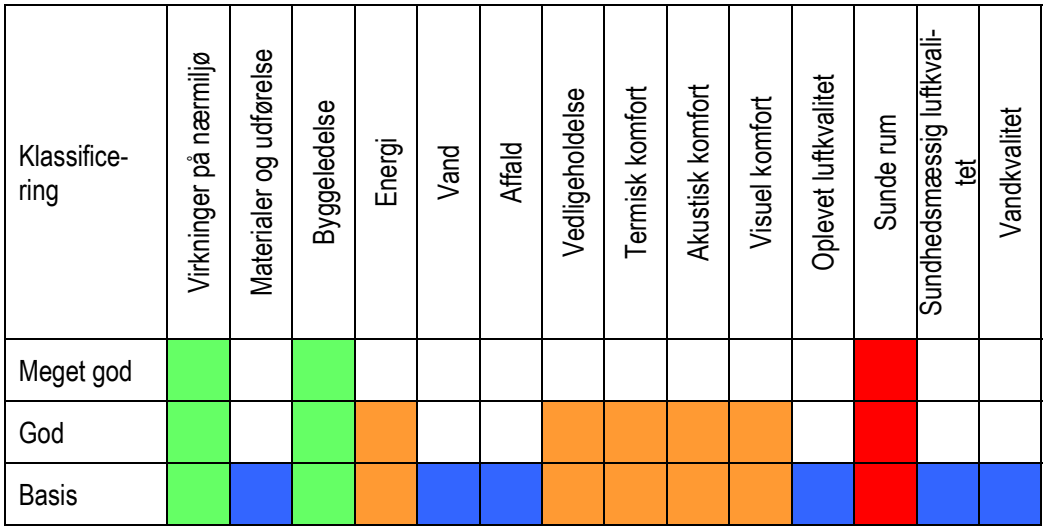
3.4.1 Vallensbæk Company House

HQE-konsulenten angiver, at projektet ***som bygget*** umiddelbart vil kunne opnå klassificeringerne:

- ***Meget god*** for to kategorier
- ***God*** for fem kategorier
- ***Basis*** for 6 kategorier

- Ingen klassificering for en kategori

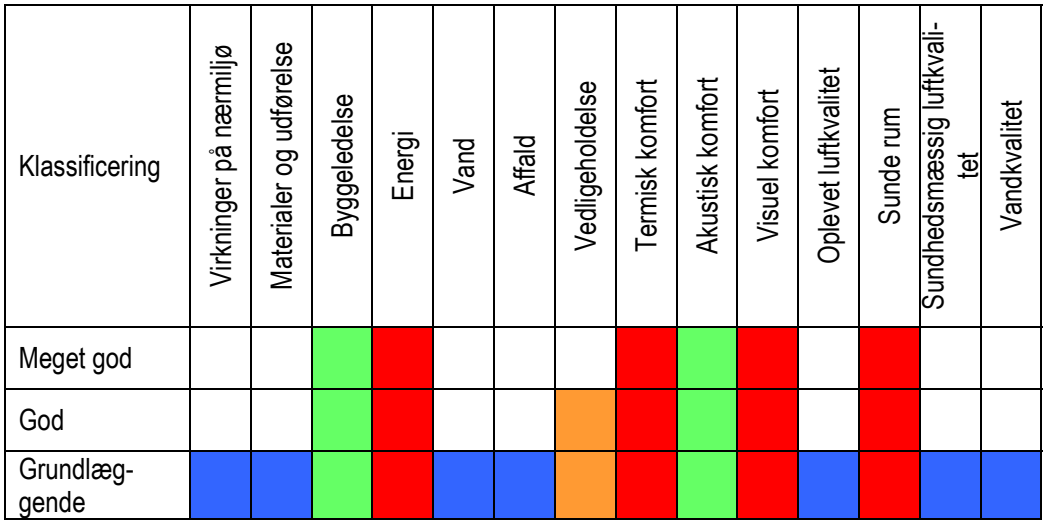
For kategorien ***sunde rum***, synes danske bestemmelser på området ikke at være tilstrækkeligt til at opfylde HQE's krav til klassificeringen ***basis***.



Figur 3.7. Diagram over opnåede klassificeringer for Company House for HQE's 14 kategorier af kriterier. Rød markerer, at klassificering ikke er opnået.

Samlet set vurderer HQE-konsulenten, at det foreliggende projekt vil kunne opfylde HQE's krav til byggeprocessen og vil kunne opnå en ***HQE-certificering*** med en meget begrænset ekstraindsats indenfor kategorien ***energi*** og en mere omfattende indsats indenfor kategorien ***sunde rum***.

3.4.2 Horten



Figur 3.8. Diagram over opnåede klassificeringer for Horten for HQE's 14 kategorier af kriterier. Rød markerer, at klassificering ikke er opnået.

HQE-konsulenten angiver, at projektet ***som bygget*** umiddelbart vil kunne opnå klassificeringerne:

- ***Meget god*** for 2 kategorier
- ***God*** for en kategori
- ***Basis*** for 7 kategorier

- Ingen klassificering af 4 kategorier

Samlet set vurderer HQE-konsulenten, at det foreliggende projekt ikke vil kunne opfylde HQE's krav til byggeprocessen og ***ikke*** vil kunne opnå en ***HQE-certificering***, fordi der ikke er opnået det tilstrækkelige antal klassificeringer ***meget god*** og **g*od***. Det tilskrives i væsentlig grad, at projektet ikke har løst de energi- og indeklimaproblemer, der knytter sig til den sydvendte glasfacade. Konsulenten vurderer, at manglende solafskærmning har en stor negativ indflydelse på kategorierne ***energi***, ***termisk komfort*** og ***visuel komfort***. Dette skyldes hhv. stort energiforbrug til køling, store problemer med opretholdelse af komfort i og omkring atriummet og blændgener. Det må derfor konkluderes, at installation af udvendig solafskærmning vil kunne øge bedømmelsen af bygningen betydeligt.

3.4.3 Samlet vurdering af kriterier

HQE-konsulenten angiver, at både Company House og Horten udmærker sig i kategorierne ***virkninger på nærmiljø*** og ***byggeledelse***. Horten udmærker sig tillige i kategorien ***akustisk komfort***. Ledelsen af bygningernes opførelse synes således at have en høj standard sammenlignet med franske forhold, veldokumenteret for Company House, indirekte dokumenteret for Horten, hvor byggeledelsen ikke var repræsenteret på workshoppen.

Begge projekter klarede sig godt i kategorien ***vedligeholdelse*** og Company House tillige i kategorierne ***energi***, ***termisk komfort***, ***akustisk komfort*** og ***visuel komfort***. Modsat klarede ingen af projekterne klassificeringskravet til ***sunde rum***, ligesom Horten heller ikke gjorde det til kategorierne ***energi, termisk komfort*** og ***visuel komfort***. For Horten skyldes det dels, at det ikke har været et mål at reducere energiforbruget væsentligt i forhold til gældende regler, dels at konsulenten vurderede, at den store sydvendte glasfacade indebar væsentlige problemer, som ikke var dokumenteret løst godt nok.

Kategorierne: ***materialer & udførelse***, ***vand***, ***affald***, ***oplevet luftkvalitet***, ***sundhedsmæssig luftkvalitet*** og ***vandkvalitet*** er alle bedømt som værende ***basis*** for begge bygninger. Dette afspejler dels, at ingen af projekterne har fokuseret særskilt herpå, dels at overholdelse af gældende danske regler og praksis på disse områder synes at være på niveau med tilsvarende franske forhold.

Ingen af projekterne synes umiddelbart at kunne opnå en HQE-certificering. Company House vurderes dog at kunne opfylde ***minimumskravene*** ved en begrænset ekstra indsats. For Horten kræves der en betydelig ekstra indsats for at nå op på minimumskravene, og konsulenten vurderer, at en ændret udformning af bygningens sydvendte glasfacade er nødvendig. Afprøvningen viste, at forhåndskendskab til ordningen og en målrettet indsats ved fastlæggelse af bæredygtighedsmål i programfasen er nødvendige, for at opnå en HQE-certificering.

4 RESSOURCEFORBRUG OG OMKOSTNINGER VED CERTIFICERING

I dette kapitel vil fokus være på det ressourceforbrug, som estimeres at være nødvendigt for at indsamle den krævede dokumentation, for at opnå en certificering indenfor de enkelte ordninger. Mere præcist en certificering med det niveau, som det er vurderet, at bygningen opnår i afprøvningerne. Det er vigtigt at påpege, at tidsestimaterne er ***ekstra*** tid udover den tid som designteamet normalt ville bruge på at udarbejde dokumentation mv. under de forskellige faser af projektet. For hver af de fire certificeringsordninger beregnes der en samlet pris for certificeringen.

For hver certificeringsordning vil relevante kriterier blive gennemgået, således, at man opnår en viden om, hvilke områder af de enkelte ordninger, som vurderes særligt tidskrævende mht. indsamling af dokumentation.

Estimaterne af tidsforbruget til indsamling af dokumentation er primært foretaget ud fra observationer gjort på de afholdte workshops. Hvilke dokumenter fandtes allerede i projektet, og hvad er estimeret tidsforbrug til at genfinde disse? Hvis den efterspurgte dokumentation ikke fandtes, hvad er så estimeret tidsforbrug til at udarbejde den? Et eksempel på det sidste kunne være en bestemt computersimulering, som ikke er foretaget. I den forbindelse vurderes det, om simuleringen kan foretages ud fra allerede eksisterende modeller af bygningen, eller om en ny model skal bygges op specifikt til formålet. I flere tilfælde har det været nødvendigt efterfølgende at supplere observationerne med en mere uddybende gennemgang af ordningernes dokumentationskrav for de enkelte kriterier.

Som tidligere beskrevet er det vigtigt at påpege, at det tidsforbrug som estimeres, er tidsforbruget til at opnå en certificering med den bedømmelse (fx guld, sølv eller bronze) som konsulenten har vurderet, at bygningen kan opnå, præcis som den er bygget jf. kapitel 3. Tidsforbruget til dokumentation af kriterier, som måske viser sig at være opfyldt ved nærmere undersøgelse af dokumentationen, er medtaget. Tidsforbrug til kriterier som ikke opfyldes medtages ikke.

Havde målet om certificering været kendt fra start, ville tidsforbruget med stor sandsynlighed være lavere og formentlig kunne en højere bedømmelse være opnået. Ligeledes må det forventes, at tidsforbruget for designteamet vil falde i takt med, at de opnår erfaring med den pågældende certificeringsordning. Disse aspekter beskrives også i dette kapitel.

Til omregning fra timeforbrug til pris anvendes generelt en timeomkostning på 1.000 kr. for timer til designteams og 1.500 kr. for eksterne konsulenttimer.

Der er i projektet afgrænset fra tidsforbruget til eventuelle oversættelser af dokumentationen til engelsk, tysk eller fransk.

4.1 LEED

Som omtalt i afsnit 2.1.2 håndteres dokumentationen i LEED digitalt via LEED-online, og der anvendes ikke en assessor som i de andre certificeringsordninger. Dertil kommer at LEED's pointsystem er forholdsvist simpelt. Man bestemmer selv, hvilke kriterier man ønsker at søge at opfylde. I mange tilfælde kan et kriterie opfyldes på flere måder, som man frit kan vælge imel-

lem. LEED giver endda også mulighed for at forfølge et kriterie på en helt anden måde end beskrevet, såfremt man kan bevise, at det man har gjort i projektet lever op til hensigten med det enkelte kriterie. Disse ting har en væsentlig betydning for det ekstra tidsforbrug, som designteamet vurderes at skulle bruge på certificeringen.

De fleste kriterier er ikke så besværlige at dokumentere, og langt hen af vejen vil det være et spørgsmål om at genfinde dokumenter, som allerede eksisterer. Dette kan fx være situationsplaner, byggepladstegninger, kortmateriale eller sammenstykninger af diverse referater mv. For de relativt simple kriterier benytter LEED-online sig typisk af erklæringer. Man erklærer, at man har opfyldt de gældende krav, og kun såfremt auditøren anmoder om yderligere dokumentation, skal den indsendes. Det letter i mange tilfælde dokumentationsbyrden.

Enkelte af kriterierne bliver lidt mere ressourcekrævende, fordi LEED anvender basis- eller referencemodeller, som man nødvendigvis må opbygge og modellere på, for at kunne sammenligne sin bygning med disse. Dette er bl.a. tilfældet for beregningen af den opnåede energibesparelse.

4.1.1 Vallensbæk Company House

Bygningen opnåede som udgangspunkt 57 point i LEED, hvilket svarer til bedømmelsen ***sølv***. Hertil kan muligvis lægges 9 point, der er klassificeret som ***uafklarede kriterier***. Bygningen vil altså i bedste fald ***som bygget*** kunne opnå bedømmelsen ***guld*** med i alt 66 point. Estimatet på det nødvendige ***ressourceforbrug*** for designteamet tager udgangspunkt heri.

De uafklarede kriterier omhandler en nærmere undersøgelse af følgende:

- Udendørsbelysningen
- Kan affaldsforbrænding til produktion af fjernvarme medregnes som genbrug af materialer
- Andelen af genbrugsmaterialer i bygningens delkomponenter
- Afdampningen fra maling og andre overfladebehandlinger
- Kviksølvindhold
- Brug af rengøringsmaterialer og rengøringsfilosofi generelt
- Afklaring med de regionale myndigheder omkring fokus områder

Udover de 9 uafklarede kriterier er der i afprøvningen registreret 12 ”lette” point, som ville kunne opnås ved mindre ændringer i projektet. Dermed kan bygningen med få ændringer i bedste fald opnå bedømmelsen ***guld*** med 78 point kun 2 point fra bedømmelsen ***platin***.

De mest oplagte lette point kan opnås ved at foretage følgende ændringer:

- Opsætte skilte der reserverer 7 parkeringspladser til biler med lavt brændstofforbrug.
- Nedsætte antallet af parkeringspladser med en tredjedel og skilte med reserverede pladser til samkørsel (Dog imod lejeres ønske)
- Udskifte armaturer til særligt vandbesparende typer
- Købe ”grøn strøm” hos elselskabet
- Opsætte dørpumper på døre til printer- og rengøringsrum samt forlænge dørmåtterne i entréen.
- Give mulighed for at variere den kunstige belysning i mødelokalerne.

Det estimeres at designteamet i alt skal bruge ca. 160 timer på at udarbejde og indhente dokumentation til at opnå de mulige 66 point. Det vurderes, at der til hjælp med gennemførslen af certificeringen skal anvendes ca. 50 timers konsulentbistand fra en LEED-uddannet person. Hertil kommer udgifter til registrering på LEED-online samt selve certificeringen, som foretages af GBCI. Den samlede pris er udspecificeret i tabel 4.1.

Udgiftspost	Antal	Beløb
Timeforbrug - designteam	160 timer	160.000 kr.
Timeforbrug - konsulent	50 timer	75.000 kr.
Registrering*		7.000 kr.
Certificering*		47.500 kr.
I alt		289.500 kr.
I alt pr. m^2		48 kr.

Tabel 4.1: De samlede estimerede omkostninger for at LEED-certificere Company House. *) Oplysninger hentet fra www.gbci.org. Dollarkurs 6,00.

Såfremt designteamet havde kendt til ønsket om certificering allerede fra start, havde meget af dokumentationen kunne indsamles i umiddelbar samhørighed med de normale arbejdsopgaver, ligesom modelleringer og simuleringer kunne være foretaget efter LEED-standarder fra start. En forsigtig vurdering af designteamets tidsforbrug i denne situation er, at tidsforbruget nedsættes til ca. det halve lig med 80 timer. For at opnå denne besparelse forudsættes en vis erfaring med certificeringsordningen. Det er vigtigt at pointere, at det udelukkende er designteamets tidsforbrug, der vurderes at kunne halveres. Udgifterne til konsulent, certificering mv. vil ikke mindskes, og den samlede pris vil derfor langt fra halveres.

På Company House er der i projekteringsfasen foretaget en række modelleringer og simuleringer. I de fleste tilfælde fordi loven i Danmark kræver det. I mange tilfælde vil der skulle foretages en oversættelse fra det europæiske enhedssystem til det amerikanske.

Kriterierne listet i tabel 4.2 vurderes hver især at tage mere end 8 timer at dokumentere.

Kategori	Kriterie omhandler	Tidsestimat til dokumentation	Årsag
Energi & atmosfære	Commissioning	16-24 timer	Der skal udarbejdes en samlet rapport for emnet. Ekstern 3. part skal tilknyttes projekt gennem hele forløbet og foretage grundige tilsyn med projektering, installering og test af tekniske installationer
Energi & atmosfære	Energiforbrug	24-37 timer	Der skal opbygges en særlig basismodel og foretages modellering på denne og egen bygning.
Energi & atmosfære	Ekstra Commissioning	8-16 timer	Der skal udarbejdes samlet rapport. Foretages midtvejs review osv.
Materialer & ressourcer	Andel af genbrug i materialer	8-16 timer	Der skal indhentes specifikke oplysninger om indholdet af genbrugsprodukter i de anvendte materialer samt foretages beregning
Indemiljøkvalitet	Tilfredshedsundersøgelse om komfort	8-24 timer	Brugerne skal spørges om deres tilfredshed og der skal gøres tiltag såfremt resultaterne viser behov for det.
Regional prioritering	Regional prioritering	8-16 timer	Myndighederne skal inddrages i dokumentationen

Tabel 4.2: De mest tidskrævende kriterier i LEED for Company House.

4.1.2 Horten

Bygningen opnåede som udgangspunkt 49 point i LEED, hvilket svarer til bedømmelsen ***bronze***. Hertil kommer muligvis 18 point, der er klassificeret som uafklarede kriterier, og bygningen vil dermed ***som bygget*** i bedste fald kunne opnå bedømmelsen **guld** med i alt 67 point.

Flere af kriterierne markeret som uafklarede, går igen fra Company House, se afsnit 4.1.1. Mere specifikt er dette udendørsbelysning, affaldsforbrænding, genbrugsmaterialer og afklaring med regionale myndigheder. Derudover er der følgende punkter som skal undersøges nærmere:

- De anvendte kølemidler
- Andelen af "grøn strøm", som lejeren evt. anvender
- Andelen af certificeret træ
- Er der foretaget udluftning af bygning eller måling af luftkvalitet før indflytning?
- Afdampningen fra en lang række materialer
- Filtertype i ventilationsanlæg
- Mulighed for rundvisninger

Udover de 18 uafklarede kriterier, er der i afprøvningen registreret 10 "lette" point, som ville kunne opnås ved mindre ændringer i projektet. Dermed kan bygningen med få ændringer i bedste fald opnå bedømmelsen ***guld*** med 77 point. De mest oplagte ændringer af projektet er allerede nævnt i afsnit 4.1.1 og læseren henvises hertil.

Det er estimeret, at designteamet på Horten skal bruge lidt længere tid på at udarbejde og indsamle dokumentation end designteamet på Company House. I alt estimeres et tidsforbrug på ca. 200 timer. Årsagen til de ekstra timer i forhold til den anden bygning er primært, at der er væsentlig flere uaf-

klarede kriterier, der skal bruges tid på at fremskaffe dokumentation til. Behovet for konsulentbistand vurderes at være ens for de to bygninger. Den samlede pris er udspecificeret i tabel 4.3.

Udgiftspost	Antal	Beløb
Timeforbrug - designteam	200 timer	200.000 kr.
Timeforbrug - konsulent	50 timer	75.000 kr.
Registrering*		7.000 kr.
Certificering*		55.500 kr.
I alt		337.500 kr.
I alt pr. m^2		38 kr.

Tabel 4.3: De samlede estimerede omkostninger for at LEED-certificere Horten. *) Oplysninger hentet fra www.gbci.org. Anvendt Dollarkurs 6,00.

En forsigtig vurdering af designteamets tidsforbrug, såfremt målet om certificering havde været kendt fra start og erfaring i ordningen var opnået, resulterer i en reduktion på mere end 50 % til ca. 90 timer.

De tidskrævende kriterier for Horten er alle sammenfaldende med de tabel 4.2 i nævnte for Company House.

4.1.3 Samlet vurdering af afprøvningens resultat

Afprøvningen af LEED gav indtrykket af et forholdsvist enkelt system, hvor de fleste kriterier efter konsulentens vurdering kunne dokumenteres med allerede eksisterende dokumenter i sagen. Flere steder vil der dog være behov for at bevise overensstemmelse mellem danske/europæiske og amerikanske standarder. LEED giver mulighed for alternativ dokumentation for opfyldelse af kriterierne.

LEED-certificeringen vurderes i afprøvningen til at være blandt de ordninger med den laveste pris for gennemførslen af certificeringen. Dette skyldes især det begrænsede behov for konsulentbistand i kraft af bl.a. anvendelsen af LEED-online.

Commissioning er et begreb, som ikke er udbredt i Danmark. I LEED er det et krav, at commissioning er udført, ellers kan bygningen ikke certificeres. Konsulenten vurderede, at commissioning allerede udføres i Danmark, men bare ikke er sat i system på samme måde, som krævet i LEED. Derfor vil der være et væsentligt arbejde i at dokumentere dette krav.

Energiberegningen er også forholdsvist ressourcekrævende, da LEED har regler om anvendelsen af en særlig basismodel, som designteamet nødvendigvis skulle opbygge for at kunne beregne og bevise den opnåede besparelse på energiområdet.

4.2 BREEAM

BREEAM giver til en vis grad metodefrihed til at dokumentere, at man opfylder kravene i de enkelte kriterier. Der er for de enkelte kriterier flere mulige optioner, og der stilles sjældent særlige krav til valg af modelleringsværktøj eller andet software.

Konsulenterne har i deres afprøvning i flere tilfælde været lidt hårdere end konsulenten fra LEED. Der er flere tilfælde af kriterier, som ikke er opnået i BREEAM, fordi den krævede dokumentation ikke forelå, mens konsulenten fra LEED gav et point eller vurderede det som uafklaret, fordi han skønnede, at dokumentationen ville kunne udarbejdes efterfølgende.

I BREEAM er der forholdsvis stor ***metodefrihed*** til at dokumentere opfyldelsen af kriterierne. Det gør det i mange tilfælde lettere at udarbejde og indsamle den krævede dokumentation. BREEAM giver også lov til at det i mange tilfælde er det enkelte lands egne ***standarder***, der er udgangspunktet for pointgivningen, blot disse er strengere eller ligestillede med kravene i BREEAM. Det har fx stor betydning for kriteriet omkring reduktionen i energiforbruget, hvor den danske energiberegning kan bruges som dokumentation helt uden yderligere beregninger.

Det er vigtigt at tage med i betragtning, at der for BREEAM ligesom for LEED kan være kriterier, som bygningerne ikke opnår point i, og derfor ikke behøver at adressere. Tidsforbruget til sådanne kriterier er sat til nul. Dette er væsentligt for BREEAM, da nogle af de ressourcetunge kriterier ikke bliver medregnet pga. dette. I kategorien ***Ledelse*** indgår et kriterie om ***livstids økonomiske analyser (LCC)***, hvor ingen af bygningerne opnår point, fordi en sådan analyse ikke er lavet. Såfremt projektet skulle opnå point her, vurderes det at designteamet skulle bruge mere end 30 timer på at indsamle oplysninger og beregne de nødvendige værdier.

På samme måde udgår en ***økologi-rapport***, som er et krav i flere af kriterierne i kategorien ***arealforbrug og økologi***, og må betegnes som ressourcetung.

4.2.1 Vallensbæk Company House

Bygningen opnåede som udgangspunkt en score på ***35 %,*** hvilket svarer til bedømmelsen ***certificeret***, og kan med tillæg for de uafklarede kriterier komme op på en samlet score på ***48 %*** svarende til ***god***.

De uafklarede kriterier omhandler en nærmere undersøgelse af:

- Gennemførsel af re-commissioning 12 måneder efter ibrugtagning. (fremtidig beslutning)
- Modellering af dagslys
- Beregning af udsigt til udenfor
- Kan tilstrækkelig naturlig ventilation opnås?
- Afdampning fra materialer
- Udendørsbelysning
- Buslinjers ruter og køreplaner mv.
- Materialernes bedømmelse i ”green guide”
- Specifikationer på udendørs belægning
- Er isoleringsmaterialerne bæredygtigt fremstillet?
- Dokumentation for holdbarheden af de dele af bygningen, som belastes hårdest af brugerne (døre, elevatorer mv.)
- Ingeniørberegninger på risiko for oversvømmelse

Udover de 14 uafklarede point er der for bygningen registreret 6 ”lette” point, som kan opnås ved mindre ændringer i projektet. Medtages disse vil det

bringe bygningen op på en samlet score på ***54 %,*** hvilket svarer til bedømmelsen ***god***, men meget tæt på ***meget god***, der starter ved 55 %.

De mest oplagte lette point kan opnås ved at foretage følgende ændringer i projektet:

- Udarbejde en brugerguide til bygningen
- Anvende LZC-teknologier (Low or Zero Carbon)
- Anvende energibesparende elevatorer
- Opsætte skabe og tørrefaciliteter i omklædningsrum
- Installere alarm til advarsel mod lækage på vandrør
- Udvikle system til samkørsel

Det estimeres at designteamet i alt skal bruge ca. 100 timer på at udarbejde og indhente dokumentation til at opnå den mulige score på 48 % svarende til ***god***. Hertil kommer udgifter til den obligatoriske assessor. Udgiften hertil varierer alt efter hvor meget, man ønsker at inddrage denne i projektet. Arup tager efter egne oplysninger ca. 180.000 kr. for en standard certificering, hvor de er med helt fra start i processen og ansvarlige for rådgivning, indsamling af dokumentation osv. Men i situationen, som i afprøvningen med en certificering efter færdiggørelse af bygningen, vurderes denne at være ca. 150.000 kr. Tidshorisonten for dette arbejde er væsentlig kortere end i en normal situation, men til gengæld er det mere vanskeligt at fremskaffe dokumentationen. Endelig er der en omkostning til BRE for registrering og selve certificeringen. Den samlede pris er udspecificeret i tabel 4.4.

Udgiftspost	Antal	Beløb
Timeforbrug - designteam	100 timer	100.000 kr.
Timeforbrug - konsulent	100 timer	150.000 kr.
Registrering*		8.000 kr.
Certificering*		24.000 kr.
I alt		282.000 kr.
I alt pr. m^2		47 kr.

Tabel 4.4: De samlede estimerede omkostninger for at BREEAM-certificere Company House. *) Oplysninger hentet fra www.breeam.org samt konsulenterne. Anvendt kurs på engelske pund: 9,00.

En forsigtig vurdering af designteamets tidsforbrug, såfremt målet om certificering havde været kendt fra start, resulterer i en reduktion på mere end 50 % til ca. 40 timer. Dette forudsætter at designteamet har erfaring med certificeringsordningen.

Som tidligere nævnt, er der flere ressourcekrævende kriterier, som bygningen ikke opnår point i, hvormed tidsforbruget til dokumentation af disse kriterier sættes til nul. Udover de tidligere nævnte opnår Company House ikke point i kriteriet om bæredygtig fremstilling af anvendte materialer, som vurderes at være resourcekrævende for designteamet i situationen, hvor dette skulle indsamles efter færdiggørelsen af projektet.

Kun et enkelt af de opnåede kriterier vurderes at tage mere end 8 timer at dokumentere. Se tabel 4.5.

Kategori	Kriterie omhandler	Tidsestimat til dokumentation	Årsag
Ledelse	Commissioning	16-24 timer	Der skal udarbejdes en samlet rapport for emnet. Dokumentation af at ekstern 3. part har været tilknyttet projektet og foretage grundige tilsyn med projektering, installering og test af tekniske installationer.

Tabel 4.5: De mest tidskrævende kriterier i BREEAM for Company House.

4.2.2 Horten

Bygningen opnåede som udgangspunkt en score på ***34 %***, hvilket svarer til bedømmelsen ***certificeret***. Hertil kommer i alt 10 point, der skal afklares nærmere. Medtages disse vil bygningen kunne nå en samlet score på ***43 %***, som dog stadig svarer til ***certificeret***.

Flere af de uafklarede point fra Company House går igen. Disse er afdampningen, bedømmelse i "Green guide", udendørsbelægningen og isoleringsmaterialerne. Hertil kommer følgende emner som skal undersøges nærmere:

- Akustiske målinger
- Elevatorernes energiforbrug
- Er materialerne bæredygtigt fremstillet?
- Støj fra bygningen

Udover de uafklarede point er der for bygningen registreret 7 "lette" point, som kan opnås ved mindre ændringer i projektet. Medtages disse vil det bringe bygningen op på en samlet score på ***49 %***, hvilket svarer til bedømmelsen ***god***.

Flere af de lette point går igen fra Company House. Disse er brugerguiden, LZC-teknologier og lækagealarm på vandsystemet. Hertil kommer følgende små ændringer, som ville resultere i en højere bedømmelse af bygningen:

- Opsætte flere vandmålere (bygningen forberedt hertil)
- Implementere foranstaltninger for at øge holdbarheden af de dele af bygningen, som belastes hårdest af brugerne (døre, elevatorer mv.)
- Installere automatisk nedlukning af køleanlæg ved lækage

Det estimeres, at designteamet i alt skal bruge ca. 120 timer på at udarbejde og indhente dokumentation til at opnå den mulige score på ***43 %*** svarende til ***certificeret***. Udgiften til den obligatoriske assessor, vurderes at være den samme, som for Company House. Den samlede pris er udspecificeret i tabel 4.6.

Udgiftspost	Antal	Beløb
Timeforbrug - designteam	120 timer	120.000 kr.
Timeforbrug - konsulent	100 timer	150.000 kr.
Registrering*		8.000 kr.
Certificering*		24.000 kr.
I alt		302.000 kr.
I alt pr. m^2		34 kr.

Tabel 4.6: De samlede estimerede omkostninger for at BREEAM-certificere Horten. *) Oplysninger hentet fra www.breeam.org samt konsulenterne. Anvendt kurs på engelske pund: 9,00.

En forsigtig vurdering af designteamets tidsforbrug, såfremt målet om certificering havde været kendt fra start, og teamet har opnået mere erfaring, resulterer i en reduktion på 50 % til ca. 60 timer. De øvrige priser forventes at være nogenlunde tilsvarende i en sådan situation.

Udover kriteriet omhandlende commissioning vurderes følgende kriterier, at tage mere end 8 timer at dokumentere. Se tabel 4.7.

Kategori	Kriterie omhandler	Tidsestimat til dokumentation	Årsag
Ledelse	Hensynsfuld byggeplads	16-24 timer	En omfattende tjekliste om forholdende på byggepladsen skal gennemgås og dokumentation fremskaffes i stort omfang. Svært at gøre efter afslutning af projektet.
Materialer	Bæredygtig fremstilling af materialer	8-16 timer	Der skal indsamles specifikationer på materialerne og gennemføres beregning

Tabel 4.7: De mest tidskrævende kriterier i BREEAM for Horten.

4.2.3 Samlet vurdering af afprøvningens resultat

Afprøvningen gav indtrykket af et system, som er forholdsvis enkelt at anvende. Dog gør brugen af den procentvise vægtning, det lidt sværere at gennemskue, hvilken indflydelse opnåelsen af et eller flere point vil have på bedømmelsen, end det er tilfældet i LEED.

BREEAM giver i en vis udstrækning brugerne metodefrihed til at foretage de krævede modelleringer og beregninger. Fx kan reduktionen i energiforbruget tage udgangspunkt i den modellering og beregning, som allerede er et lovkrav i Danmark. Dermed skal der stort set ikke anvendes ekstra tid på at dokumentere dette kriterie, i forhold til hvad der bruges på en bygning, som ikke certificeres.

BREEAM-certificeringen vurderes i afprøvningen til ligesom LEED-certificeringen at være blandt de ordninger med den laveste pris for gennemførslen af certificeringen. En årsag hertil er metodefriheden til at dokumentere, at man overholder kriteriernes krav. Det medfører et mindre ressourceforbrug for designteamet. Behovet for konsulentbistand er lidt større end for LEED, da det bl.a. er et krav at assessoren håndterer papirgangen med BRE.

BREEAM anvender også begrebet commissioning, som formentlig vil kræve ændringer i måden, vi gør tingene på i Danmark, såfremt det skulle dokumenteres 100 % stringent. Til forskel fra LEED, hvor commissioning altid er et ufravigeligt krav, er det i BREEAM først et krav, hvis bygningen stiler efter bedømmelsen "Excellent".

4.3 DGNB

Afprøvningen af DGNB adskilte sig fra afprøvningen af de andre certificeringsordninger ved, at der for hver bygning blev afholdt to workshops med ca. 3 ugers mellemrum. De 3 uger brugte konsulenterne til selv at indhente information om fx området, og at foretage mange af de nødvendige beregninger for bl.a. **LCA** og **LCC.** Konsulenterne gav det indtryk, at dette var normalt i DGNB. Assessoren udfører mere end blot at kommunikere dokumentationen videre til DNGB, de deltager også selv i arbejdet med at fremskaffe denne dokumentation. Da assessoren hyres fra uafhængige virksomheder, og ikke er en person fra DGNB, kan fordelingen af opgaverne dog aftales nærmere fra projekt til projekt.

I modsætning til både LEED og BREEAM er der i DGNB ikke umiddelbart lagt op til, at der er kriterier man undlader at være en del af certificeringen. Man bliver bedømt på alle kriterier, og det har stor betydning for det estimerede tidsforbrug for både konsulenterne og designteamet.

Pga. konsulenternes meget grundige afprøvning er der stort set ikke nogen uafklarede kriterier. Det lidt indviklede point og vægtningssystem gør det vanskeligt, på samme måde som for LEED og BREEAM, at definere "lette point". Men det er dog muligt at beskrive hvilke områder, der skal forbedres for at opnå en højere bedømmelse, og ud fra disse vurdere hvilke, der ville kunne opnås med mindre ændringer i projektet.

4.3.1 Vallensbæk Company House

Projektet opnåede en score på **69 %** for bygningen, svarende til bedømmelsen ***sølv,*** og en score på **64 %** for lokaliseringskvaliteten. Konsulenterne vurderer, at såfremt certificeringen havde været et kendt mål fra start, så havde bygningen kunne opnå en score på mere end 80 % svarende til bedømmelsen ***guld***.

Såfremt målet om certificering havde været kendt fra start, ville man med fordel kunne have ændret på følgende områder i projektet:

- Anvendt certificeret træ
- Foretage indsamling af data om VOC i de anvendte materialer og målinger af VOC i bygningen.
- Foretaget akustiske målinger (Muligt "let point")
- Give brugerne større mulighed for at justere temperaturen lokalt
- I højere grad indskrevet krav om bæredygtighed ved køb af materialer og entreprenørydelser
- Afholdt en arkitektkonkurrence
- Installeret kunst i bygningen
- Udarbejdet et genbrugskoncept (Muligt "let point")
- I højere grad taget hensyn til omverdenen under byggeprocessen

De fleste af ovenstående punkter vedrører ting, som skulle være gjort allerede før eller under selve byggeprocessen. Dermed kan de ikke laves om i den nuværende situation efter færdiggørelse af byggeriet. Derfor er det reelt kun de to punkter markeret med (muligt "let point"), som kan betegnes som kriterier, hvor projektet med mindre ændringer kunne opnå en højere bedømmelse. Såfremt det maksimale antal tjekliste-point opnås for de to underkriterier, vil bygningen kunne nå en score på ***70,5 %***. Skal der for alvor rykkes ved bedømmelsen, skal ønsket om certificering altså kendes fra start.

Det estimeres at designteamet i alt skal bruge ca. 110 timer på at udarbejde og indhente dokumentation til at opnå den mulige score på ***69 %*** svarende til **sølv**. Hertil kommer et stort arbejde, som i afprøvningssituationen må forventes at skulle ligge hos den tilknyttede assessor. Det estimeres, at assessoren skal bruge ca. 250 timer på at foretage de nødvendige beregninger og kontrollere dokumentationen mv. Hertil kommer udgifter til DGNB for selve certificeringen. Den samlede pris er udspecificeret i tabel 4.8.

Udgiftspost	Antal	Beløb
Timeforbrug - designteam	110 timer	110.000 kr.
Timeforbrug - konsulent	250 timer	375.000 kr.
Registrering*		0 kr.
Certificering*		57.000 kr.
I alt		542.000 kr.
I alt pr. m^2		90 kr.

Tabel 4.8: De samlede estimerede omkostninger for at DGNB-certificere Company House. *) Oplysninger hentet fra www.dgnb.de samt konsulenterne. Anvendt kurs på euro: 7,55.

En forsigtig vurdering af tidsforbruget for designteamet, såfremt målet om certificering havde været kendt fra start, resulterer i en reduktion på knap 50 % til ca. 60 timer. Det er af konsulenterne vurderet, at en tilsvarende reduktion for deres vedkommende ikke vil kunne opnås, da beregningerne mv. vil være de samme i en normal situation.

De kriterier, som vurderes at være tidskrævende at dokumentere, er vist i tabel 4.9

Kategori	Kriterie omhandler	Tidsestimat til dokumentation	Årsag
Miljømæssig kvalitet	LCA-beregning	4-8 timer for designteam. 80-104 timer for assessor.	En meget omfattende beregning som vurderes at skulle udføres af konsulent. Stort set alle materialer medtages i beregningen, og man skal kende mængder, CO_2 udledning til fremstilling osv. for alle disse.
Miljømæsig kvalitet	Materialernes påvirkning af miljøet	24 timer for assessor	Der skal indsamles udførlige specifikationer på materialerne og gennemføres beregninger for at fastslå i hvilken af fire kategorier bygningen er. Arbejdet vurderes at skulle udføres af konsulent.
Økonomisk kvalitet	LCC-beregning	12-20 timer for designteam 32 timer for assessor	Kræver mange informationer om materialerne i bygningen og bygningens opbygning således at totaløkonomien over en levetid på 50 år kan beregnes.
Social- og funktionel kvalitet	Termisk komfort sommer og vinter	8-12 timer for designteam 8 timer for assessor	De foretagede simuleringer skal suppleres og der skal beregnes "operationel temperatur" der medtager overfladetemperaturer.
Teknisk kvalitet	Facadens tæthed	8-16 timer for designteam 12 timer for assessor	Checkliste skal gennemgås og mange informationer fremskaffes. Der skal foretages ekstra beregninger af bl.a. kondensering på facaden.
Proceskvalitet	Commissioning	16-24 timer for designteam 12 timer for assessor	Der skal fremskaffes udførlig dokumentation omkring tilsyn, aftestning og overdragelse af de tekniske installationer. Ikke nødvendig med samlet rapport, men assessor skal bedømme i hvor høj grad commissioning er udført.

Tabel 4.9: De mest tidskrævende kriterier i DGNB for Company House.

Som det ses i tabellen, er commissioning også en del af DGNB. Men commissioning vægter kun ca. 13 % af kategorien proceskvalitet, som igen vægtes med 10 % i den samlede bedømmelse. Så alt i alt har commissioning kun betydning for omkring 1 % af den samlede bedømmelse.

4.3.2 Horten

Projektet opnår en samlet score på **62 %** for bygningen, hvilket svarer til bedømmelsen ***Bronze*** og 77 % for lokaliseringskvaliteten.

Havde certificering været et kendt mål fra start, ville man med fordel kunne have gjort nogle ting anderledes. Flere af disse områder går igen fra Company House. Dette er bestemmelse af VOC, krav om bæredygtighed ved køb af materialer og entreprenørydelser, arkitektkonkurrence, kunst i byggeriet og genbrugskonceptet.

Hertil kommer at det i DGNB vurderes som dårligt, at bygningen er helt lukket for offentligheden. Derfor kunne bygningen opnå en højere score ved at åbne

mere op for offentligheden. Men formentlig vil de nuværende lejere ikke være interesserede i dette.

Kun udarbejdelsen af et genbrugskoncept kan her betegnes som et muligt let point. Såfremt det fulde antal tjekliste-point opnås for dette underkriterie, vil den samlede score kunne nå op på ***63 %***. Dermed gælder også for Horten som for Company House, at det er i design og opførelsesfasen, at noget skulle have været gjort anderledes for at rykke væsentligt ved bedømmelsen.

Det estimeres at designteamet i alt skal bruge ca. 110 timer på at udarbejde og indhente dokumentation til at opnå den mulige score på ***62 %*** svarende til **bronze**. Som for Company House skal meget arbejde udføres af konsulent og dette estimeres til ca. 250 timer. Den samlede pris er udspecificeret i tabel 4.10.

Udgiftspost	Antal	Beløb
Timeforbrug - designteam	110 timer	110.000 kr.
Timeforbrug - konsulent	250 timer	375.000 kr.
Registrering*		0 kr.
Certificering*		72.500 kr.
I alt		557.500 kr.
I alt pr. m^2		63 kr.

Tabel 4.10: De samlede estimerede omkostninger for at DGNB-certificere Horten. *) Oplysninger hentet fra www.dgnb.de samt konsulenterne. Anvendt kurs på euro: 7,55.

En forsigtig vurdering af tidsforbruget for designteamet, såfremt certificering havde været et kendt mål fra start, resulterer i en reduktion på knap 50 % til ca. 60 timer. Som for Company House gælder det også her, at konsulentens arbejde ikke vurderes at blive væsentligt mindre i en virkelig situation.

De kriterier, som vurderes at tage særlig lang tid at dokumentere, er præcis de samme som vist i tabel 4.9 for Company House. Derfor henvises blot hertil.

4.3.3 Samlet vurdering af afprøvningens resultat

Afprøvningen af DGNB certificeringsordningen på de to bygninger gav indtrykket af et ret svært gennemskueligt system, der indeholder mange underkriterier og vægtninger over flere niveauer. I DGNB er det meget svært at sige, hvordan en indsats på et enkelt underkriterie vil påvirke den samlede bedømmelse.

Den samlede pris for en DGNB certificering vurderes at være en del højere end prisen for LEED og BREEAM. Dette skyldes primært at konsulenter vurderes at skulle udføre en stor del af arbejdet med at dokumentere opfyldelsen af de enkelte kriterier. Bl.a. er LCA og LCC beregningerne meget tidskrævende. En væsentlig faktor er også, at man ikke som i LEED og BREEAM tidligt kan afgøre, hvilke kriterier man vil satse på, og så kun forfølge dem. Det medfører et større ressourceforbrug for designteamet.

Når det kommer til niveauet for kravene i de enkelte kriterier og dokumentationen af disse er det samlede indtryk, at de fleste standarder mv. passer godt

til danske forhold. Mange af kriterierne er bygget omkring EU-standarder, som også er kendt i Danmark. Dette letter arbejdet med en evt. tilpasning til danske forhold betydeligt. DGNB anvender flere steder ganske omfattende tjeklister, som fx kan indeholde punkter, der kræver visuel inspektion på byggepladsen. Det gør ordningen mindre egnet til certificering af bygninger, som først tilmeldes ordningen efter de er færdiggjort. Men det er dog muligt at gøre dette.

På trods af, at ordningens kriterier langt hen af vejen kan anvendes direkte i Danmark, så vurderes en certificering efter DGNB stadig at være tidskrævende på de afprøvede bygninger. Årsagen er, at ordningen er meget grundig. Flere af kriterierne, som udadtil virker meget simple, indeholder en lang række underpunkter, der hver især skal dokumenteres.

I DGNB er det vurderet, at den estimerede tid som designteamet og konsulenten skal bruge på at indsamle, bearbejde og udarbejde dokumentation vil være tæt på ens i de to bygninger. Bygningerne er ikke så forskellige og opført efter de samme standarder. Dertil kommer igen, at DGNB ikke som LEED og BREEAM giver mulighed for at undlade at forfølge nogle af kriterierne.

Commissioning er også en del af DGNB, ligesom det var tilfældet med LEED og BREEAM. Men commissioning har kun en meget lille indflydelse i DGNB, og det er ikke strengt nødvendigt at bruge mange ressourcer herpå for at opnå en god samlet bedømmelse.

4.4 HQE

Som nævnt i afsnit 1.2 afveg fremgangsmåden for de afholdte HQE-workshops fra de øvrige ved, at der ikke blev foretaget en gennemgang af ordningen kriterie for kriterie. Det gjorde det til tider svært for projektteamet at afgøre, om de enkelte kriterier blev bedømt som opfyldt, og dermed også vanskeligt at foretage registreringer om nødvendig dokumentation og forventet tidsforbrug mv.

Konsulenten brugte meget tid på at spørge ind til konceptet for bygningerne. Hvorfor har man valgt at gøre, som man har gjort, og hvilke overvejelser har man gjort sig i forbindelse med valg af løsning, materialer osv.? Det var vigtigt, at projekterne havde flere områder, hvor de havde gjort en indsats for at være meget bedre end standard.

Under afprøvningerne var det indtrykket, at HQE ikke stiller særlige specifikke krav til typer af dokumentation, så længe at assessoren og CSTB mener, at der er afleveret tilstrækkelig dokumentation. Konsulenten gav indtrykket af ”jo mere desto bedre”. Men det er svært at vurdere, hvor lidt man kan aflevere og alligevel blive certificeret. Tidsestimaterne er derfor foretaget ud fra vurderinger af tidsforbruget til indsamling af den dokumentation, som blev omtalt under afprøvningerne, og som er nævnt i konsulentens rapport. Dog er det værd at bemærke, at der kun er medtaget tidsforbrug for at opnå den vurderede opnåelige bedømmelse i situationen ***som bygget***.

Konsulenten har i afprøvningen ikke kunne foretage en certificering tæt på virkeligheden. Dertil var den dokumentation, han kunne få udleveret fra de to designteams, for mangelfuld. Men han har kunnet lave nogle vurderinger ud fra hhv. udsagn fra de to designteams, egne vurderinger af danske standar-

der i forhold til franske samt egne oplevelser i forbindelse med ophold i bygningerne. Der er i konsulentens rapport ikke direkte omtalt uafklarede kriterier, og det er på baggrund af de gennemførte afprøvninger ikke umiddelbart muligt at identificere "lette point". Konsulenten har ikke givet projektdeltagerne det nødvendige indblik i hvilke underkriterier, der blev vurderet som opfyldt, og hvilke der ikke gjorde.

4.4.1 Vallensbæk Company House

Bygningen opnår bedømmelsen ***certificeret***, men reelt kun fordi der ses bort fra kategorien ***sunde rum***, som ikke når op på bedømmelsen ***basis***.

Havde certificering været et kendt mål fra start, havde det ikke været noget problem at opnå certificeringen, fordi man så ville have udarbejdet bl.a. det krævede HQE-koncept. Dermed ville projektet også have veldefinerede mål, som man kunne koncentrere sig om at forfølge.

Det er som tidligere nævnt svært at identificere lette point i afprøvningen af HQE på bygningen. I konsulentens rapport er han kommet med mange eksempler på, hvad der mangler for at opnå en højere score, og læseren henvises generelt hertil. Konsulentrapporten findes i bilagsrapporten. Her i rapporten nævnes kun nogle af disse eksempler. Dette er:

- Skyggesimuleringer
- Udførlige materialeoplysninger for ALLE materialer
- Akustiske målinger og beregninger
- Mere effektiv udvendig solafskærmning
- Nemmere adgang til udvendig vedligeholdelse
- Nemmere adgang til vedligeholdelse af de tekniske installationer (helst uden at forstyrre brugerne af bygningen)
- Opgradering af BMS-systemet med alarmfunktioner mv.
- Simuleringer og analyser af indeklima i langt højere grad end udført.
- Simuleringer af dagslysfaktor
- Større fokus på både elektromagnetisk stråling og radiobølger.

Det estimeres at designteamet i alt skal bruge ca. 260 timer på at udarbejde og indhente dokumentation til at opnå den mulige samlede bedømmelse på ***certificeret*** med den i figur 3.7 viste HQE-profil. I en normal certificering efter HQE ville man højst sandsynligt hyre en konsulent til at bistå med certificeringen. Ifølge konsulenten er dette en bekostelig affære, som for et projekt som dette kan variere fra 450.000 kr. til mere end 1,5 mio. kr. Disse beløb er med udgangspunkt i situationen, hvor konsulenten er med helt fra starten af projektet og indtager en aktiv rolle i designet af bygningen. I dette tilfælde vil der kun være behov for en konsulent, som kan bistå i mindre omfang til at sikre, at den korrekte dokumentation forefindes før assessorens besøg. Denne ydelse estimeres til 150 timer. Dette er noget højere end fx i LEED og BREEAM, men skyldes at ordningen virker mere kompleks. Der skal også betales et honorar for selve certificeringen og assessorens arbejde. Den samlede pris er udspecificeret i tabel 4.11.

Udgiftspost	Antal	Beløb
Timeforbrug - designteam	250 timer	250.000 kr.
Timeforbrug - konsulent	150 timer	225.000 kr.
Registrering*		14.000 kr.
Certificering inkl. assessor*		100.000 kr.
I alt		589.000 kr.
I alt pr. m^2		98 kr.

Tabel 4.11: De samlede estimerede omkostninger for at HQE-certificere Company House. *) Oplysninger fra Arnaud Billard. Anvendt kurs på euro: 7,55.

En forsigtig vurdering af tidsforbruget for designteamet, såfremt målet om certificering havde været kendt fra start, resulterer i en reduktion på godt 50 % til ca. 120 timer. Timeforbruget til konsulent vurderes ikke at blive reduceret. Tværtimod vil det nok blive større jf. oplysningerne om normalt honorar til konsulenter, oplyst af konsulenten selv.

De kriterier, som vurderes at tage mere end 8 timer at dokumentere, er listet i tabel 4.12.

Kategori	Kriterie omhandler	Tidsestimat til dokumentation	Årsag
Virkninger på nærmiljø	Bæredygtig byudvikling	8-24 timer	Der skal bl.a. indsamles dokumentation fra tiden helt tilbage i idéfasen. Hvad er der overvejet og hvorfor har man besluttet hvad? Også samarbejde med myndigheder skal dokumenteres.
Virkninger på nærmiljø	Kvalitet af udendørs arealer	8-16 timer	Det skal bl.a. dokumenteres, hvilke drøftelser der gik forud for endelig lokalplan. Der skal foretages analyser af vindforhold, skygge osv.
Materialer og udførelse	Valg af materialer	16-37 timer	HQE lægger meget vægt på at udførlige specifikationer på materialerne skal dokumenteres. Nogle af specifikationerne skal dokumenteres med laboratorietest.
Termisk komfort	Arkitektonisk optimeret indeklima	8-24 timer	Der skal foretages ekstra simuleringer af flere alternative facadeløsningers indflydelse på indeklimaet.
Akustisk komfort	Rumtilpasset akustik	8-24 timer	Der skal laves målinger og forudgående modelleringer af akustik i samtlige typer af rum.
Visuel komfort	Optimering af lysindfald	8-16 timer	Der skal foretages en simulering af dagslys i hele bygningen over et helt år.
Sunde rum	Begrænsning af elektromagnetisk stråling	8-16 timer	Der skal indhentes specifikationer på nærliggende antenner, telefoniske anlæg, IT-udstyr mv. og foretages beregninger

Tabel 4.12: De mest tidskrævende kriterier i HQE for Company House.

4.4.2 Horten

Bygningen vil ifølge konsulenten ***ikke*** opnå bedømmelsen ***certificeret***, da 4 af de 14 kategorier kan ikke opnå bedømmelsen ***basis***.

En del af årsagen hertil er manglende information om projektet fra designteamet. I en virkelig certificering havde konsulenten krævet deltagelse af et langt mere bredt repræsenteret designteam. Desuden slår konsulenten ned på, at man i projektet ikke har indtænkt bæredygtighed på nogen af de 14 områder helt tilbage fra idéfasen. I hvert tilfælde ikke bæredygtighed som HQE definerer det.

Havde certificering været et kendt mål fra start, ville bygningen uden tvivl have klaret sig bedre, alene fordi man dermed havde været tvunget til at adressere bæredygtighed allerede med udarbejdelsen af ***HQE-profilen***. Men konsulenten vurderer stadig, at projektet skulle være opført på en anden måde for at kunne certificeres.

Mange af de forbedringsmuligheder, som blev nævnt under Company House, gør sig også gældende for Horten. Men hertil kommer nogle yderligere muligheder så som:

- Strategi for regnvandet som jf. HQE burde ledes i den tilstødende kanal.
- Mere information om de tekniske anlæg

Det estimeres at designteamet i alt skal bruge ca. 290 timer på at udarbejde og indhente dokumentation til at opnå tilstrækkelig dokumentation af områderne, som krævet af HQE. Estimatet er som for de andre certificeringsordninger foretaget med udgangspunkt i situationen ***som bygget***. Dermed vil timeforbruget stadig ***ikke*** medføre en klassificering som **certificeret**, da det vil kræve ændringer i projektet. Yderligere estimeres det, at den nødvendige konsulentydelse er større end på Company House, pga. mindre tilgængelig information hos designteamet. Konsulentydelsen estimeres derfor til 175 timer. Den samlede pris er udspecificeret i tabel 4.13.

Udgiftspost	Antal	Beløb
Timeforbrug - designteam	290 timer	290.000 kr.
Timeforbrug - konsulent	175 timer	262.500 kr.
Registrering*		14.000 kr.
Certificering inkl. assessor*		114.000 kr.
I alt		680.500 kr.
I alt pr. m^2		77 kr.

Tabel 4.13: De samlede estimerede omkostninger for at HQE-certificere Horten. *) Oplysninger fra Arnaud Billard. Anvendt kurs på euro: 7,55.

En forsigtig vurdering af tidsforbruget for designteamet, såfremt målet om certificering havde været kendt fra start, resulterer i en reduktion til ca. 120 timer. Dermed vurderes det, at bygningen ikke vil være sværere at certificere end Company House, såfremt man kendte til kravene i ordningen, før man byggede. Behovet for konsulentbistand forventes ikke at blive reduceret jf. afsnit 4.4.1.

De kriterier, som vurderes at tage mere end 8 timer, er sammenfaldende med de allerede viste kriterier for Company House i tabel 4.12. Dog er der enkelte af disse kriterier, som vurderes at tage lidt længere tid for Horten end for Company House, pga. den mindre mængde tilgængelige information hos designteamet.

4.4.3 Samlet vurdering af afprøvningens resultat

HQE adskiller sig meget fra de andre ordninger ved at lægge stor vægt på, at bæredygtighed har været indtænkt fra start i de enkelte kategorier. Man er tvunget til at lave en HQE-profil allerede i forbindelse med programfasen. Dermed er ordningen ikke rigtig egnet til certificering af allerede ibrugtaget nybyggeri. Dette afspejler sig også i bedømmelsen af de to bygninger, hvor Company House kun med en smule ***dispensation*** kan ***certificeres,*** mens Horten slet ikke har mulighed for at blive certificeret.

Såfremt afprøvningen var sket i en virkelig situation og indtænkt allerede fra programfasen, vurderes systemet at være forholdsvist enkelt at bruge med et nogenlunde simpelt pointsystem. Men i afprøvningssituationen virkede HQE svært tilgængeligt. Primært fordi det er markant anderledes end de andre systemer, ved at have så stor fokus på ledelsens strategier og målsætninger for bæredygtighed. Men også fordi det ikke rigtig egner sig til certificering efter ibrugtagning. Den manglende nuancering af klassificeringen i HQE er også markant anderledes end de andre systemer, der anvender mere niveau-opdelte bedømmelser.

Prisen for at gennemføre en HQE certificering vurderes at være den højeste af de testede ordninger. Dette skyldes bl.a., at HQE stiller ret store krav til mængden af dokumentation, der også skal omhandle de valg, man har truffet frem mod den endelige løsning og begrundelsen for disse. Dermed vurderes det, at det enkelte designteam skal bruge meget tid på at fremskaffe dokumentation. I HQE vurderes det også nødvendigt, at anvende konsulentbistand i et moderat til stort omfang udover det arbejde, som assessoren udfører.

Det har været svært for projektdeltagerne at få et tilstrækkeligt godt kendskab til, hvad der præcist kræves af dokumentation i HQE. Under afprøvningen blev forskelle mellem franske og danske standarder dog ofte drøftet. Derfor må det formodes, at en del tilpasninger vil være nødvendige, såfremt ordningen skulle vinde indpas under danske forhold. På den anden side gav konsulenten også det indtryk, at man i mange tilfælde frit kunne vælge, hvordan man ville bevise, at man levede op til kravene i de enkelte kriterier. Jo mere dokumentation man kunne levere desto bedre.

4.5 Delkonklusion

Afprøvningen af de 4 certificeringsordninger på de to bygninger har givet en betydelig information om ordningernes opbygning, krav til dokumentation og de indeholdte kriteriers relevans i en dansk sammenhæng.

Afprøvningen og de efterfølgende vurderinger af tidsforbrug mv. viser, at priserne for gennemførelse varierer fra ca. 40 kr. pr. m^2 til ca. 100 kr. pr. m^2. Se tabel 4.14. **LEED** og **BREEAM** lægger sig i den billige ende, mens **DGNB** og **HQE** er i den dyre ende. Prisen pr. m^2 for at certificere Horten bliver lavere end Company House, fordi den har et væsentlig større antal kvadratmeter,

og i mange tilfælde vil forskellen i tidsforbrug og konsulentbistand ikke være væsentlig for de to bygninger.

		LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Company House	Pris for certificering	48 kr. pr. m^2	47 kr. pr. m^2	90 kr. pr. m^2	98 kr. pr. m^2
	Timeforbrug designteam	160 timer	100 timer	110 timer	250 timer
Horten	Pris for certificering	38 kr. pr. m^2	34 kr. pr. m^2	63 kr. pr. m^2	77 kr. pr. m^2
	Timeforbrug designteam	200 timer	120 timer	110 timer	290 timer
Brug af konsulent		Frivillig Begrænset behov	Obligatorisk Moderat behov	Obligatorisk Stort behov	Frivilligt Moderat til stort behov

Tabel 4.14: Oversigt over det estimerede ressourceforbrug for certificering gennem de enkelte certificeringsordninger. Estimaterne bygger på certificeringer af bygningerne *som bygget* og medtager tidsforbrug til dokumentation af uafklarede forhold.

Set i forhold til byggeomkostningerne udgør certificeringsomkostningerne ca. 0,1 % til 0,5 %. Tallet varierer naturligvis pga. både forskellen i prisen til certificering og forskellen i byggeomkostninger for de to bygninger. Det må forventes, at timeforbruget til designteamet ville falde i takt med at erfaringerne med en certificeringsordning steg. Pga. andre faste omkostninger vil den samlede pris til certificering dog ikke falde i samme takt. Procentsatserne medtager ikke eventuelle ekstra byggeomkostninger for at opnå en højere bedømmelse i certificeringen.

Sammenholdt med, at der i kapitel 6 er beskrevet analyser, der viser, at certificerede bygninger har en øget handels- eller lejeværdi på op til 10 %, indikerer dette projekt, at der er en økonomisk gevinst forbundet med at gennemføre en certificering. Yderligere vil der jf. kapitel 6 være en væsentlig produktivitetsgevinst hos brugerne af de certificerede bygninger og endelig en besparelse på driftsomkostningerne gennem hele bygningens levetid, som en bæredygtighedscertificeret bygningen må forventes at opnå.

Fordelene og ulemperne ved de enkelte systemer afdækket under afprøvningen mht. ressourceforbrug og omkostninger til certificering er opstillet i tabel 4.15. I den forbindelse er det besluttet, at en lav pris betegnes som en fordel. Det er dog vigtigt at gøre opmærksom på, at forskellen i prisen i meget høj grad afspejler forskellen i grundigheden af systemerne. Ligeledes er det valgt at et enkelt system er en fordel og obligatorisk assessor en ulempe. Tabellen er dermed opstillet ud fra et brugermæssigt synspunkt.

Såfremt tabellen opstilles ud fra et fagligt synspunkt, er det sandsynligt at betragtningerne ville se anderledes ud. DGNB's og HQE's grundighed og dermed høje pris afspejler til dels en høj faglighed, hvor der stilles store krav til omfanget af dokumentation.

	Fordele	Ulemper
LEED	• Lav pris • LEED-online • Enkelt system til bedømmelse • Ingen obligatorisk assessor • Få ressourcetunge registreringer • Fleksibelt i kraft af mange optioner i kriterierne	• Udstrakt brug af amerikanske standarder • Commissioning er et ufravigeligt krav
BREEAM	• Lav pris • Enkelt system til bedømmelse • Metodefrihed i dokumentationen • Ikke krav om bestemte standarder	• Obligatorisk assessor • Intet online dokumenthåndteringssystem
DGNB	• Grundig bedømmelse • I høj grad baseret på kendte EU-standarder • Tysk byggebranche ligner den danske	• Høj pris • Komplekst system til bedømmelse • Mange underkriterier • Stort behov for konsulentbistand (obligatorisk assessor) • Intet online dokumenthåndteringssystem • Det meste materiale er på tysk
HQE	• Stor fokus på ledelsesdelen	• Høj pris • Bedømmelse ikke niveau delt • Moderat/stort behov fo konsulentbistand • Mange underkriterier • Obligatorisk assessor • Baseret på franske standarder • Intet online dokumenthåndteringssystem • Det meste materiale er på fransk

Tabel 4.15: Fordele og ulemper ved de fire certificeringsordninger set ud fra et brugermæssigt synspunkt.

4.6 Perspektiver om implementering

I forbindelse med afprøvningen har Byggeriets Evaluerings Center kunnet drage mange paralleller til det nøgletalssystem for byggeprocessen, som centret driver. Det er centrets erfaring, at flere faktorer kan medvirke til at fremme implementeringen af et 'nyt' system blandt byggeriets aktører. I og med at dette projekts resultater forventes at indgå i overvejelserne omkring en dansk standard for måling af bæredygtighed, vil Byggeriets Evaluerings Center videregive disse erfaringer.

Først og fremmest bør formålet med systemet kommunikeres klart og tydeligt. Der bør lægges vægt på, at systemet er let tilgængeligt og at indberetningsbyrden står i et rimeligt forhold til udbyttet.

På denne baggrund, vurderer Byggeriets Evaluerings Center, at der er størst mulighed for at opnå succes med et system til certificering af bæredygtigt byggeri i Danmark, hvis man udbyder et system, der ikke er for komplekst. Det vil minimere barrieren for byggeriets aktører for at komme i gang med at bruge systemet. Det er muligt, at markedet hen af vejen stiller krav om udbygning af systemet med flere kriterier osv.

For at opnå accept af systemet, er det nødvendigt med store mængder at informationer til interessenterne helt fra de første overvejelser frem til implementering og videre gennem driften af systemet. Byggeriets aktører bør også inddrages i udformningen af systemet, for at der via denne indflydelse skabes det fornødne engagement, der gør at systemet bliver udbredt og finder anvendelse.

Endelig bør det grundigt overvejes, om man fra statens side vil anbefale eller stille krav om certificering af statsligt byggeri, sådan som det fx er tilfældet i Storbritannien. Et sådant krav vil på den ene side have indvirkning på, at der hurtigt kan skabes en 'kritisk masse' af certificerede bygninger. På den anden side skal man være yderst opmærksom på, at krav kan have en negativ effekt på motivationen for at anvende systemet, hvilket BREEAM konsulenterne fra ARUP bekræftede.

5 TVÆRGÅENDE OPSUMMERING AF CERTIFICERINGSORDNINGERNE

I dette kapitel vil der være fokus på en faglig sammenligning af ordningerne indhold, som dels angår emnerne for certificeringsordningernes kriterier, dels angår de opnåede point for de to bygninger. Det er her valgt at opstille 9 fælles temaer, som dækker langt hovedparten af kriterierne i ordningerne. Dette vurderes at give bedre mulighed for sammenligning, da certificeringsordningerne er meget forskellige i deres valg af kategorisering af kriterierne, som beskrevet i kapitel 3. Der vil være et begrænset antal kriterier, som ikke er med i opsummeringen, fordi de falder udenfor de valgte temaer; det gælder fx DGNB's kriterie for tilgængelighed.

Tabel 5.1viser en oversigt over sammenhængen mellem ordningernes kategorier og de 9 temaer. Det er dog sådan, at der for flere temaer må refereres til kriterier i flere kategorier i de enkelte ordninger.

<table>
<tr><th>Temaer</th><th>LEED</th><th>BREEAM</th><th>DGNB</th><th>HQE</th></tr>
<tr><td>Energi</td><td>• Energi & atmosfære</td><td>• Energi</td><td rowspan="3">• Miljømæssig kvalitet</td><td>• Energi</td></tr>
<tr><td>Vand</td><td>• Vand-effektivitet</td><td>• Vand</td><td>• Vand
• Vandkvalitet</td></tr>
<tr><td>Materialer</td><td rowspan="2">• Materialer & ressourcer</td><td>• Materialer</td><td>• Materialer & udførelse</td></tr>
<tr><td>Affald</td><td>• Affald</td><td>• Affald</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nærmiljø</td><td rowspan="3">• Bæredygtig byggegrund</td><td rowspan="2">• Arealforbrug & økologi
• Forurening</td><td rowspan="2">• Lokaliserings-kvalitet</td><td rowspan="3">• Virkninger på nærmiljø</td></tr>
<tr><td>Transport</td></tr>
<tr><td>Indeklima</td><td>• Indemiljø-kvalitet</td><td>• Sundhed & trivsel</td><td>• Social kvalitet</td><td>• Termisk komfort
• Oplevet luftkvalitet
• Sundheds-mæssig luftkvalitet
• Visuel komfort
• Akustisk komfort
• Sunde rum</td></tr>
<tr><td>Bygge-proces</td><td>-</td><td rowspan="2">• Ledelse</td><td>• Proces-kvalitet</td><td>• Byggeledelse</td></tr>
<tr><td>Økonomi</td><td>-</td><td>• Økonomisk kvalitet</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Andre</td><td>• Innovation
• Regional prioritering</td><td>• Innovation</td><td>• Funktionel kvalitet
• Teknisk kvalitet</td><td>-</td></tr>
</table>

Tabel 5.1: Oversigt over sammenhængen mellem ordningernes kategorier og de valgte temaer for tværgående opsummering.

For hvert af de 9 temaer vil der blive præsenteret en tabel med de vigtigste emner indenfor temaet og en illustration af, hvilke emner der indgår i de fire ordninger. Et kryds i tabellen betyder, at ordningen har et eller flere kriterier der vedrører emnet, men der tages ikke højde for de enkelte emners vægtning i ordningerne. Her er det nødvendigt at studere bruttolisterne over kriterierne i ordningerne, se bilagsrapporten.

I tabellerne fremgår endvidere, i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne indenfor de enkelte temaer. For LEED, BREEAM og DGNB viser tabellerne ligeledes, i hvilken grad[8] bygningerne opfyldte de pointgivende kriterier indenfor de enkelte temaer. I beregningerne tages der højde for DGNBs vægtning af de enkelte kriterier, men der tages ikke højde for BREEAM's og DGNB's vægtning af kategorier. HQE har en meget anderledes opbygning, og derfor kan resultaterne i HQE ikke angives i procenter. Det er derfor valgt at angive et gennemsnit af den klassificering, som HQE anvender for de kategorier, som indgår i temaet.

Under hvert tema er der tillige to underafsnit, som uddyber håndteringen af temaet i de enkelte ordninger, og som overordnet udtaler sig om behovet for tilpasning af kriterierne til danske forhold.

5.1 Energi

Temaet *energi* omfatter kriterier, der vedrører bygningens energiforbrug, energiforbrugets miljøpåvirkninger samt valg, der er truffet i designfasen med henblik på at optimere energiforbruget i bygningen.

Tabel 5.2 giver en oversigt over de vigtigste emner under temaet ***energi*** i de afprøvede ordninger.

Energi	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Emner				
Optimering af bygningens energiforbrug	x	x	x	x
Reduktion af emissioner fra energi (fx CO_2, SO_2)	x	x	x	x
Energikoncepter i designfasen			x	x
Energibesparende installationer		x		x
Vedvarende energi on-site	x	x	x	x
Fokus på U-værdier, kuldebroer, lufttæthed mv.		x	x	x
Tilslutning til grønnere energi-net	x		x	x
Målinger af driftsenergiforbrug	x	x		
Fremtidssikring, fleksibilitet			x	
Afprøvningens resultater	Andel opfyldte kriterier			
Company House	61%	43%	88%	God
Horten	35%	22%	78%[9]	(Basis)

Tabel 5.2*:* Oversigt over de vigtigste emner under temaet *energi* i ordningerne, samt i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne heri.

[8] LEED har nogle minimumkrav som ikke er pointgivende. Disse er ikke medtaget i beregningen af den procentvise opfyldelse af kriterier.

[9] I DGNB laves en livscyklusvurdering af bygningen over 50 år, der både omfatter produktion af bygningsmaterialer, vedligeholdelse af bygningen og driftsenergi. I resultaterne skelnes ikke mellem materialernes og drift energiforbrugets bidrag. Her er antaget at 60% kan tilskrives energi.

Som det fremgår af tabellen, klarer Company House sig altid bedre end Horten. Dette var ikke overraskende, idet Company House har lagt stor vægt på optimering af energiforbrug.

Men der er også observeret stor forskel mellem ordningernes bedømmelse. Det skyldes dels konsulenternes forskellige fremgangsmåder i afprøvningen, dels at kravene simpelthen er forskellige. Afprøvningen viser fx en stor forskel mellem **LEED** og **BREEAM**. Her er hovedårsagen at kravene på energiområdet er strengere i BREEAM end i LEED. I begge ordninger fik bygningerne flest point indenfor optimering af energiforbrug. Energiforbruget i bygningerne er hhv. omkring 28% og 9% lavere end de nationale krav. I LEED opnår Company House den højest mulige klassificering indenfor optimering af energiforbruget. Til sammenligning opnår Company House kun 53 % af pointene for sin præstation i BREEAMs kriterier for optimering af energiforbruget.

I **DGNB** klarede begge bygninger sig generelt meget godt indenfor vurdering af energi, både hvad angår energiforbrugets andel i livscyklusvurderingens resultater, men også når der i DGNB er set på energi i et bredere perspektiv, fx omkring fremtidssikring af elinstallationernes kapacitet, integrering af energikoncepter i designfasen og lokaliseringens betydning.

I **HQE** klassificerede konsulenten Company House som ***god*** i kategorien ***energi*** – dog meget tæt på ***meget god***. Horten blev ikke klassificeret, fordi HQE kræver en markant reduktion af forbruget af primær energi i forhold til de gældende energibestemmelser for bygninger. Horten kan således kun opnå klassificeringen ***basis***, for kategorien ***energi***, hvilket ikke er tilstrækkeligt til at bestå ***minimumskravene*** i HQE.

5.1.1 Hvordan indgår energi i ordningerne

I **LEED** får kriterier omkring optimering af energiforbruget størst vægtning. Optimeringen beregnes efter ASHRAE standarder som økonomiske besparelser frem for besparelser af det aktuelle forbrug. Der er minimumskrav om 5% reduktion i forhold til en amerikansk reference, og derefter gives point for 12-48% reduktion. Der indgår kriterier, som skal fremme brug af vedvarende energikilder on-site og om minimum 2 års kontrakter omkring valg af grønnere elforsyning (grønne certifikater). Desuden er der kriterier omkring måling og registrering af energiforbrug.

I **BREEAM** lægges der ligeledes størst vægt på optimering af energiforbruget i bygningen, her i forhold til de nationale krav. Fremgangsmåden kræver modellering af bygningens energiforbrug. Det er valgfrit, om kriteriet beregnes som reduktion af energiforbruget eller som reduktion af udledningen af CO_2, som følge af reduktion i energiforbruget. Hvis modelleringer ikke udføres, er det muligt at vurdere bygningens præstation vha. en checkliste, som bl.a. ser på konstruktionens U-værdier og bygningens lufttæthed. Udover det er der lagt vægt på at energiforbruget skal kunne måles i bygningen, opdelt på type og lejemål. Der indgår kriterier omkring valg af energirigtige løsninger i bygningen – fx valg af elevatorer til bygningen og styring af udendørs belysning. Endelig er der kriterier omkring valg af vedvarende energikilder, der installeres on-site.

I **DGNB** indgår vurdering af energi i et bredere perspektiv end i LEED og BREEAM, og energirelaterede emner indgår i så godt som alle kategorier. Energiens andel i den miljømæssige kvalitet vægter dog mest. Der laves en

livscyklusvurdering af bygningen beregnet over en 50 års periode, der både omfatter produktion af bygningsmaterialer, vedligeholdelse af bygningen og driftsenergi. Det totale energiforbrug i forbindelse med bygningens livscyklus beregnes som primær energi, vedvarende energi og ikke-vedvarende energi over 50 år. Derudover indgår energiforbruget i vurderingen af bygningens miljøbelastning, som f.eks. drivhuseffekten. DGNB går så videre end de øvrige ordninger med at inddrage energirelaterede emner i fx vurdering af bygningens fremtidssikring, vurdering af energi- og fugtmæssige kvaliteter (bl.a. konstruktionens U-værdier, kuldebroer og lufttæthed), vurdering af lokaliseringens kvalitet og inddragelse af energikoncepter i projekteringsfasen.

I **HQE** omfatter vurdering af energi kriterier vedrørende alle de nævnte emner på nær målinger af driftsenergiforbruget og fremtidssikring. Kriterierne om optimering af driftsenergiforbruget skal både sikre et optimalt design af bygningen, og at en simulering af bygningens forbrug af primær energi er mindst mulig, ligesom der er fokus på en minimering af emissioner af CO_2 og SO_2, samt på reduktion af mængden af radioaktivt affald. Kriterierne om brug af vedvarende energi omfatter såvel anvendelse af bygningsintegrerede anlæg som tilslutning til lokale anlæg. Endelig sigter kriterier om energirigtige løsninger mod at vælge energibesparende løsninger for de energiforbrug, som ikke er omfattet af kravene til energiberegningen.

5.1.2 Behov for tilpasning til danske forhold

De relativt høje vurderinger for dette tema, som vist i tabel 5.2, passer godt sammen med, at de danske energibestemmelser er relativt skrappe, at der er stort fokus på lavenergibyggeri, og at varmeforsyningen er baseret på miljøvenlig fjernvarme. Der foreligger derfor et godt grundlag for tilpasning af ordningerne til danske forhold.

LEED's kriterier omkring optimering af energiforbruget har nogle paralleller med den eksisterende energimærkningsordning i Danmark, men har dog den forskel, at i LEED er pointsystemet baseret på økonomisk besparelse i stedet for at se på reduktion i energiforbruget. I LEED er refereret til energiforbruget i en referencebygning, som er forskellig fra de danske standarder, og kravene er svagere end kravene i Danmark.

BREEAM kriteriet omkring optimering af energiforbruget passer godt med den eksisterende energimærkningsordning i Danmark, især hvis den måles i energibesparelser frem for udledning af CO_2. Kravene om energirigtige løsninger til f.eks. elevator og udendørsbelysning omfatter potentielt energiforbrug i bygninger, som ikke er omfattet af energimærkningsordningen, og kan derfor medvirke til supplerende energibesparelser.

DGNB kriterierne og anvendte referenceværdier er beregnet ud fra tyske retningslinjer, og der er derfor behov for tilpasning til danske data. Nogle krav skal strammes, da det i nogle tilfælde blev observeret, at danske krav er strengere end tyske krav, hvormed bygningerne opfyldte DGNBs krav alene ved at overholde det danske bygningsreglement. Nogle af de emner, DGNB tager op, tilføjer flere energirelaterede emner til designprocessen, end hvad der kan siges at være almen praksis i Danmark.

I **HQE** stemmer de energirelaterede kriterier godt sammen med dansk praksis og danske regler på området, idet der dog også fokuseres på en dokumentation af, at der er foretaget en optimal orientering og udformning af byg-

ningen, og at der kræves en beregning af emissionen af CO_2, SO_2 mm. Der er således primært brug for at referere til danske energiberegninger og at tilpasse pointskalaen til danske forhold.

5.2 Vand

Temaet *vand* omfatter kriterier, der vedrører vandforbrug i og ved bygningen samt bortskaffelse og rensning af spilde- og overfladevand fra bygningen og dens areal.

Tabel 5.3 giver en oversigt over de vigtigste emner under temaet ***vand*** i de afprøvede ordninger.

Vand	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Emner				
Minimere vandforbrug	x	x	x	x
Måling af vandforbrug		x		
Overvågning af lækage og sensorer		x		x
Opsamling og genanvendelse af vand		x	x	x
Vanding af grønne arealer	x	x		x
Spildevandsrensning on-site	x	x		x
Vandinstallationernes fleksibilitet			x	
Krav om energikoncepter i designfasen			x	
Vandkvalitet				x
Afprøvningens resultater	Andel opfyldte kriterier			
Company House	60%	33%	53%	Basis
Horten	40%	22%	52%	Basis

Tabel 5.3. Oversigt over de vigtigste emner under temaet *vand* i ordningerne, samt i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne heri.

Som det ses af tabellen, er der her, som det også var tilfældet for de energirelaterede kriterier, en forskel mellem bygningerne, hvor Company House opfylder flere kriterier end Horten. Her er der også observeret en forskel mellem ordningerne, som dog er mindre for vand end for de energirelaterede kriterier.

I **LEED** udgør minimering af vandforbruget til grønne arealer en ret stor del af de vand-relaterede kriterier. Alene ved at opfylde dem opnår bygningerne således 40 % af de vand-relaterede kriterier. Ved brug af dobbeltskylds toiletter opfyldte begge bygninger minimumkravet omkring 20 % reduktion i bygningens vandforbrug. Company House fik tillige et ekstra point for minimering af vandforbruget.

I **BREEAM** opnåede bygningerne point indenfor kriterierne minimering af vandforbrug, minimering af vandforbrug til grønne arealer og for måling af vandforbrug.

I **DGNB** vurderede konsulenterne, at begge bygningers vandforbrug var middel for kontorbygninger. Kriteriet om minimering af vandforbruget vægter højest i de vand-relaterede kriterier i DGNB, men bygningernes præstation indenfor fremtidssikring af vandinstallationerne, integrering af vandkoncepter i designfasen og lokaliseringens kvalitet også har indflydelse på det samlede resultat.

I **HQE** vurderede konsulenten, at begge bygninger kunne klassificeres som ***basis*** for begge de kategorier, som alene fokuserer på vand. Hvad angår vedligeholdelsen af vandsystemet, blev den ene bygning kritiseret for ikke at have et system for kontrol af vandforbruget, og den anden for manglende information herom.

5.2.1 Hvordan indgår vand i ordningerne

I **LEED** lægges størst vægt på reduktion af vandforbruget ved at vælge vandbesparende toiletter og armaturer på toilet og køkken, samt minimering af vandforbruget til vanding af grønne arealer. Udover det, lægges der vægt på innovative løsninger for on-site spildevandsrensning.

I **BREEAM** lægges også størst vægt på minimering af vandforbruget ved at vælge vandbesparende toiletter og armaturer på toilet og køkken samt på bæredygtig spildevandsrensning on-site. Andre kriterier går ud på måling af vandforbrug, overvågning af lækager, sensorer på vandtilkoblingen på toiletter, samt vanding af grønne arealer.

Som i LEED og BREEAM lægges i **DGNB** ligeledes størst vægt på minimering af drikkevandforbruget ved at vælge vandbesparende toiletter og armaturer på toilet og køkken og minimering af vand til spildevandsrensning. Udover det, indgår vand i et bredere perspektiv ved fx vurdering af vandinstallationens fremtidssikring og fleksibilitet, tidlig inddragelse af vandbesparende koncepter i designfasen og lokaliseringens kvalitet.

I **HQE** indgår vand i tre kategorier, som fokuserer på vandforbrug og spildevandshåndtering, på vedligehold af vandsystemet i sammenhæng med vedligehold af andre tekniske systemer samt særskilt på vandkvaliteten. Der fokuseres således også på valget af materialer til vandsystemet og på kontrol af vandtemperaturen for at undgå legionella.

5.2.2 Behov for tilpasning til danske forhold

De relativt lave vurderinger for dette tema, se tabel 5.3, kan godt overraske i betragtning af, at der også i Danmark er fokus på vandbesparelser, vandkvalitet, god fælles spildevandsrensning samt separering og nedsivning af spildevand. Der bør derfor ses nærmere på, om der ved tilpasning af kriterier til danske forhold skal tilskyndes til en styrkelse af den bygningsmæssige indsats.

I alle ordninger anvendes checklister for toiletter og armaturers vandforbrug. Det er vigtigt at tilpasse disse checklister i alle ordninger, fx i tilfælde hvor alene anvendelse af dobbeltskylds toiletter, som er almen praksis i Danmark, opfylder ordningernes krav indenfor vandbesparelser i bygninger.

Fokus på vanding af grønne arealer indgår både i **LEED, BREEAM** og **HQE** og får forholdsvis stor vægt i **LEED** og **HQE**. I nogle af ordningerne opfordres til on-site spildevandsrensning, og det bør undersøges hvorvidt dette vil forbedre effekten af den fælles spildevandsbehandling i Danmark. Ordningerne opfordrer også til opsamling og genanvendelse af regnvand, som også anvendes i Danmark. Endelig skal der ved en tilpasning af **HQE** ses på danske krav vedrørende forebyggelse af legionella.

5.3 Materialer

Temaet *Materialer* omfatter her de kriterier, som vedrører valget og forbruget af materialer. Materialevalgets indflydelse på indeklimaet behandles under temaet ***indeklima*** i afsnit 5.7 og bortskaffelse af byggeaffald og andet affald under temaet ***affald*** i afsnit 5.4.

Materialers miljøbelastning knytter sig især til deres fremstilling og bortskaffelse, hvorfor genanvendelse og materialernes levetid i bygningen tillige har væsentlig betydning.

Tabel 5.4 giver en oversigt over de vigtigste emner under temaet ***materialer*** i de afprøvede ordninger.

Materialer	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Emner				
Miljøvurdering af materialer	(delvis)	x	x	x
Farlige stoffer			x	(sundhed)
Certificeret træ	x	x	x	x
Genanvendelse	x	x	x	x
Levetid		x	x	x
Afprøvningens resultater	Andel opfyldte kriterier			
Company House	25%	0%	60%	Basis
Horten	25%	0%	65%[10]	Basis

Tabel 5.4: Oversigt over de vigtigste emner under temaet *materialer* i ordningerne, samt i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne heri.

Som det fremgår af tabellen er der indenfor hver ordning ingen mærkbar forskel mellem bygningerne, men der er ingen sammenhæng mellem de forskellige ordningers bedømmelse. Det skyldes både ordningernes forskellige måder at håndtere temaet ***materialer*** på (jf afsnit 5.3.1) og konsulenternes forskellige måder at gennemføre afprøvningen på.

I **LEED** opnår bygningerne deres point gennem indhold af genanvendte materialer og brug af regionale materialer. Der kunne være opnået flere point, hvis der havde foreligget yderligere information om de anvendte materialer.

I **BREEAM** gav konsulenterne begge bygninger 0 point grundet manglende dokumentation for materialeforbruget, deres egenskaber og oprindelse. Konsulenterne foretog i afprøvningen ikke et skøn af materialernes miljøbelastning, som det var tilfældet for DGNB.

I **DGNB** gav konsulenterne de to bygninger henholdsvis 60% og 65% af de vægtede point for materialer. Konsulenterne fremhæver Horten for udstrakt anvendelse af certificeret træ. Til ugunst anføres, dels at dokumentationen af, at de anvendte materialer ikke indeholder farlige stoffer, er beskeden, dels fraværet af en politik om, at bygningerne skal være lette at adskille ved ombygninger og nedrivning.

[10] I DGNB laves en livscyklusvurdering af bygningen over 50 år, der både omfatter produktion af bygningsmaterialer, vedligeholdelse af bygningen og driftsenergi. I resultaterne skelnes ikke mellem materialernes og drift energiforbrugets bidrag. Her er antaget at 40% kan tilskrives materialer.

I **HQE** klassificerede konsulenten begge bygninger som ***basis*** svarene til normal praksis, hvor gældende regler er overholdt. Konsulenten fremhævede Company House for dets fleksibilitet, og Horten for dens innovative facade. Horten blev kritiseret for, at grundlaget for valg af materialer mere var æstetisk end præget af bæredygtighed.

5.3.1 Hvordan indgår materialer i ordningerne

I **LEED** indgår vurderingen af teamet materialer i kategorien ***materialer & ressourcer***, som også omfatter kriterier om affald. Kriterierne fokuserer især på genanvendelse og omfatter således ikke en egentlig miljøvurdering af materialer og forbruget heraf. De indeholder alene en vurdering af genanvendelsen af eksisterende bygningsdele samt omfanget af genanvendte materialer i bygningen. Dog indgår der tillige et kriterie om brug af regionale materialer, hvorved transportens påvirkning af miljøet inkluderes. Energiforbruget til fremstilling af materialerne adresseres ikke. Endelig indgår der kriterier om anvendelse af fornyelige materialer, herunder om anvendelse af certificeret træ. LEED indeholder ikke kriterier om materialernes indhold af miljøfarlige stoffer eller om forhold, som vedrører materialernes levetid i bygningen.

I **BREEAM** omfatter vurderingen af temaet materialer alle kriterier i kategorien ***materialer*** med særlig vægt på miljøvurderingen af materialevalg og materialeforbrug til såvel bygning som friarealer. Der lægges derfor stor vægt på, at et anerkendt LCA-værktøj eller "The Green Guide to Specification" har været anvendt til støtte for valget af materialer til de vigtigste bygningsdele, herunder en særskilt vurdering af de valgte isoleringsmaterialer. Der anvendes ligeledes kriterier for genanvendelse af materialer og eksisterende bygningsdele. Herudover lægges der stor vægt på, at materialerne og deres oprindelse er veldokumenteret, herunder om træ er certificeret. Endelig gives der point for robusthed af udsatte bygningsdele. BREEAM indeholder ikke kriterier om materialernes indhold af miljøfarlige og/eller sundhedsskadelige stoffer.

I **DGNB** indgår vurderingen af temaet materialer i kategorien ***miljømæssig kvalitet***, hvor hovedvægten ligger på en samlet livscyklusvurdering (LCA) af bygningens materialeforbrug og driftsenergiforbrug. Vurderingen af materialeforbruget fremgår således ikke særskilt, medmindre der under LCA'en er lagt vægt på at kunne gøre dette. Genanvendelse indgår indirekte, fordi det begrænser det samlede forbrug af nye materialer. Herudover indgår tillige en vurdering af bygningens indhold af farlige stoffer samt af, om det anvendte træ er certificeret. Endelig omfatter kategorien ***teknisk kvalitet*** et kriterie om rengøring og vedligehold til sikring af lang levetid, samt et kriterie om, hvor let det er at separere materialerne ved bygningsændringer og nedrivning.

I **HQE** indgår vurderingen af temaet materialer i kategorien ***materialer & udførelse***, hvor hovedvægten ligger på miljøvurderingen af materialeforbruget og på sikringen af lang levetid for bygningen. Vurderingen omfatter livscyklusvurderinger af de anvendte byggevarer, et område som ifølge HQE-konsulenten kræver en betydelig indsats. Sikringen af lang levetid indebærer krav til bygningens tilpasningsdygtighed og krav om let adgang til vedligehold af bygningen. Herudover stilles der af hensyn til genanvendeligheden krav om, at det skal være let at adskille bygningen ved ombygninger og nedrivning. Endelig er der også et kriterie om anvendelse af certificeret træ. HQE indeholder kriterier om indholdet af sundhedsfarlige stoffer, ikke af miljøfarlige stoffer.

5.3.2 Behov for tilpasning til danske forhold

De relativt lave vurderinger for dette tema, som vist i tabel 5.4, passer godt sammen med, at der kun i meget begrænset omfang eksisterer en dansk praksis for indhentning af miljødata for byggevarer og for en kvalificeret samlet vurdering af bygningers materialeforbrug. Hertil kommer, at det eksisterende værktøj hertil kræver opdatering eller nyudvikling. Der er derfor såvel brug for at etablere en styrket dansk praksis på området, samt for at tilvejebringe de nødvendige værktøjer og data til en smidig håndtering heraf.

I **LEED** er der primært behov for at se kriterierne om genanvendelse i sammenhæng med den danske affaldssituation. Mere end 90% af alt bygningsaffald i Danmark bliver genanvendt, og genanvendelsen foregår ikke nødvendigvis bedst ved at genanvende materialerne til nye bygninger. Fx bliver knust beton primært anvendt til vejbygning, hvortil det er et meget velegnet materiale. Der vil derfor være behov for at tilpasse kriterierne til danske genanvendelsesforhold.

I **BREEAM** er der primært behov for etableringen af danske data og værktøjer til miljøvurdering af materialer. Dette kan i relation til BREEAM enten ske ved, at der udarbejdes en tilpasset dansk udgave af "The Green Guide to Specification", eller at der som i Holland (og Tyskland) etableres en national miljødatabase for byggematerialer samt brugervenlige værktøjer til udnyttelse heraf, ligesom der tillige bør arbejdes med miljøvaredeklarering af byggevarer. Det eksisterende danske LCA-værktøj BEAT (Building Environmental Assessment Tool) trænger til opdatering og nyudvikling under hensyn til de nye standarder fra CEN/TC 350. Herudover skal det overvejes, om der ønskes udviklet en praksis for bedre dokumentation af materialernes oprindelse, herunder på anvendelsen af certificeret træ.

I **DGNB** er der som i BREEAM behov for danske data og værktøjer til miljøvurdering af materialer. Herudover er der brug for en styrket praksis om dokumentation af de anvendte materialers indhold af farlige stoffer, og om i stærkere grad at sikre, at bygningerne er lette at adskille.

Også i **HQE** er der som for BREEAM og DGNB behov for danske data og værktøjer. Herudover er der primært behov for en stærkere praksis med hensyn til at sikre stor fleksibilitet og let adgang til vedligehold samt at sikre, at materialerne kan separeres ved ombygning og nedrivning.

5.4 Affald

Temaet *affald* omfatter kriterier der vedrører affaldshåndtering under byggeprocessen og i driftsfasen af bygningen. Temaet har tilknytning til temaet ***materialer,*** hvor der bla. ses på brug af genanvendte materialer. Idet ordningerne ikke har samme struktur kan det i nogle tilfælde være svært at afgøre om kriterierne bør behandles under ***affald*** eller ***materialer***.

Tabel 5.5 giver en oversigt over de vigtigste emner under temaet ***affald*** i de afprøvede ordninger.

Affald	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Emner				
Affald på byggepladsen	x	x	x	x
Genanvendelse	x	x		x
Kompostering		x		
Affaldskoncepter i projekteringsfasen			x	x
Afprøvningens resultater	Andel opfyldte kriterier			
Company House	0%	57%	50%	God/Basis
Horten	0%	71%	100%	God/Basis

Tabel 5.5: Oversigt over de vigtigste emner under temaet *affald* i ordningerne, samt i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne heri.

Tabellen viser, at der er en forskel mellem både bygninger og ordninger. I **LEED** opfylder begge bygninger minimumkravet omkring faciliteter for genanvendelse af affald i driften, men ikke umiddelbart nogen af de pointgivende kriterier.

I forhold til LEED er der i **BREEAM** flere pointgivende kriterier og bygningerne opfylder også flere kriterier. Bygningerne opfylder kriterier for affaldsmanagement på byggepladsen, faciliteter for genanvendelse af affald, der opstår i driften, og brugerens medvirken i valg af gulvmaterialer[11].

I **DGNB** er der få kriterier, som falder under temaet ***affald*** i denne tværgående vurdering. Nogle kriterier er i en gråzone mellem temaet ***affald*** og ***materialer***, men vurderet til at høre til under ***materialer***. Her opfylder begge bygninger nogen af kravene indenfor fokus på affaldskoncepter i projekteringsfasen og reduktion af affaldsmængder i byggeprocessen.

I **HQE** klassificerede konsulenten begge bygninger som ***god,*** hvad angår håndteringen af byggeaffald under udførelsen, hvor begge bygninger får ros. Klassificeringen ***basis*** opnås for håndteringen af affald under brugen af bygningen.

5.4.1 Hvordan indgår affald i ordningerne

I **LEED** lægges størst vægt på at undgå bortskaffelse og øge genanvendelse af affald som dannes i byggeprocessen. Derudover er der minimumskrav om faciliteter for genanvendelse i driften.

I **BREEAM** lægges størst vægt på affaldsmanagement på byggepladsen. Andre kriterier omhandler optimering af forhold for genanvendelse i driften, sortering af affald til kompostering, brug af genanvendt grusmateriale på byggepladsen og afslutningsvist brugerens medvirken i valg af gulvmaterialer (for at undgå unødvendige forandringer af indretning efter færdiggørelse af bygningen).

I **DGNB** indgår en vurdering af, om affaldskoncepter er inddraget i projekteringsfasen, som et led i at fremme udvalgte bæredygtighedskoncepter i projektet, og krav om affaldsreduktion i byggeprocessen. Derudover er det vurderet, hvor let det er at separere de valgte byggematerialer ved bygningsæn-

[11] Brugerens medvirken i valg af gulvmaterialer er et krav i BREEAM under kategorien *affald* og er derfor inkluderet her i temaet *affald,* men er i en gråzone og skulle evt. betragtes under temaet *materialer*.

dringer eller nedrivning, men dette emne er omhandlet under temaet ***materialer*** i afsnit 5.3.

I **HQE** forventes det, at bæredygtighedsmålene medtages i byggeprogrammet, og at koncepter for opnåelse heraf, herunder affaldshåndtering, indtænkes i det efterfølgende projekteringsforløb. Hvad angår vurderingen, fokuserer HQE på håndteringen af affald såvel under udførelsen som under brug af bygningen inklusiv størst mulig genanvendelse.

5.4.2 Behov for tilpasning til danske forhold

De relativt høje vurderinger (se tabel 5.5), som bygningerne opnåede for dette tema, på nær i LEED, passer godt sammen med, at det danske affaldssystem er relativt godt og velfungerende med høj grad af genanvendelse og høj grad af udnyttelse af brændværdien i brændbart affald. Der foreligger derfor et godt grundlag for tilpasning af ordningerne til danske forhold, hvorunder der også skal ses på, om der bygningsmæssigt kan gøres mere, end der gør i dag.

I Danmark genanvendes mere end 90% af byggeaffald, og ifølge den danske affaldspolitik prioriteres genanvendelse normalt forud for forbrænding med energiudnyttelse og deponering som sidste prioritet.

LEED konsulenten konkluderer, at den danske affaldsforbrænding med energiudnyttelse kan betragtes som miljømæssigt lige så god som genanvendelse, hvis det kan påvises, at bortskaffelse af de pågældende affaldsfraktioner via affaldsforbrænding er miljømæssigt lige så godt, som genanvendelse ved brug af allerede etablerede systemer herfor.

I **BREEAM** indgår kriterier, som fremhæver kompostering frem for forbrænding. Her er det vigtigt at sikre, at kravene stemmer overens med den danske affaldspolitik.

I **DGNB** er der ikke observeret behov for tilpasning, andet end at det skal sikres, at kriterier stemmer overens med den danske affaldspolitik.

I **HQE** er der behov for at tjekke kriteriernes overensstemmelse med dansk best practice og danske retningslinjer på affaldsområdet.

5.5 Nærmiljø

Temaet *nærmiljø* omfatter her alle de miljømæssige og sociale kriterier, som vedrører nærmiljøet, idet der primært fokuseres på miljømæssige forhold.

Nærmiljøets miljømæssige og sociale betydning knytter sig dels til lokaliseringen af bygningen, dels til bygningens samspil med de nære omgivelser og dermed til udformningen, udførelsen og brugen af bygninger og friarealer.

Tabel 5.6 giver en oversigt over de vigtigste emner under temaet *nærmiljø* i de afprøvede ordninger.

Nærmiljø	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Emner				
Miljøforhold før nybyggeri	x	x	x	x
Friarealer og biodiversitet	x	x	x	x
Miljøpåvirkninger ved opførelse og brug	x	x	x	x
Udemiljø og nabogener under brug af bygningen	x	x	x	x
Oversvømmelsesrisiko	x	x	x	
Afprøvningens resultater	Andel opfyldte kriterier			
Company House	29%	26%	50%	Meget god
Horten	43%	21%	61%	Basis

Tabel 5.6. Oversigt over de vigtigste emner under temaet *nærmiljø* i ordningerne, samt i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne heri.

Som det fremgår af tabellen, er alle ordninger repræsenteret i næsten alle emner for dette tema, men der er nogen forskel mellem ordningernes vurderinger, ligesom den indbyrdes rangering af bygningerne varierer fra ordningen til ordning. Årsagerne er både ordningernes forskellige kriterier for temaet ***nærmiljø***, men også konsulenternes forskellige måder at gennemføre afprøvningen på.

I **LEED** blev pointene opnået for valget af byggegrund og for tilvejebringelse af tilstrækkeligt store friarealer. De manglende point skyldes primært en manglende indsats for at bevare biodiversiteten og begrænse "Heat Island"-effekten[12].

I **BREEAM** blev pointene primært givet for indsatsen for at reducere miljøbelastningen under udførelsen og reducere støjbelastningen under brug. De manglende point skyldes primært, at der ikke foreligger rapporter om grundens økologiske forhold på kort og langt sigt.

I **DGNB** blev bygningerne belønnet for valg af sikker beliggenhed samt udnyttelse af tag og udearealer. De laveste point blev givet for gener knyttet til bymiljø og trafik samt begrænset indsats for at beskytte byggegrunden under bygningens opførelse.

I **HQE** klassificerede konsulenten Company House som ***meget god***. Han fremhæver begrænsningen af miljøbelastningen under opførelsen og for det forudgående samspil med kommunen om lokalplanen. Horten blev klassificeret som ***basis***, fordi der savnes grønne områder, vurderinger af udemiljøet samt information om samspillet med kommunen.

5.5.1 Hvordan indgår nærmiljø i ordningerne

I **LEED** indgår vurderingen af temaet nærmiljø i kategorien ***bæredygtig byggegrund***. Kriterier om miljøforhold før nybyggeri skal sikre, at der ikke vælges arealer af stor miljø- eller dyrkningsmæssig betydning, og at genanvendelsen af forladte industrigrunde understøttes. Kriterier om friarealer og biodiversitet skal sikre høj biodiversitet og store åbne arealer. Kriterier om miljø-

[12] Heat Island er en betegnelse for materialernes manglende evne til at reflektere solens stråler, hvormed en høj temperatur vil forekomme på og umiddelbart over deres overflade i solskinsvejr.

påvirkninger ved opførelse og brug sigter alene mod at begrænse miljøbelastningen under opførelsen af bygninger og bearbejdningen af friarealerne. Kriterier om udemiljø og nabogener under brug sigter mod at begrænse lysforurening og "Heat Island" effekten. Med hensyn til oversvømmelsesrisiko fokuserer LEED alene på at reducere virkningen af voldsomme regnskyl.

I **BREEAM** indgår vurderingen af temaet nærmiljø i kategorierne ***arealforbrug & økologi*** samt ***ledelse*** og ***forurening***. Kriterier om miljøforhold før nybyggeri skal sikre, at der ikke vælges arealer af stor miljø- eller dyrkningsmæssig betydning, og at genanvendelsen af forladte og forurenede grunde understøttes. Kriterier om friarealer og biodiversitet skal sikre høj biodiversitet ved at involvere fagfolk og indgå langsigtede aftaler om at gøre en indsats for biodiversiteten. Kriterier om miljøpåvirkninger ved opførelse og brug sigter alene mod at begrænse miljøbelastningen under opførelsen af bygninger og bearbejdningen af friarealerne. Kriterier om udemiljø og nabogener under brug sigter mod at begrænse lys- og støjforurening af nærmiljøet. Og kriterier om oversvømmelsesrisiko fokuserer i BREEAM på, at reducere denne ved at vælge en lokalisering med begrænset risiko for oversvømmelse.

I **DGNB** indgår vurderingen af temaet nærmiljø i kategorierne ***lokaliseringskvalitet***, ***miljømæssig kvalitet***, ***social kvalitet*** og ***proceskvalitet***. Kriterier om friarealer og biodiversitet fokuserer på at vurdere konsekvenserne af den ændrede anvendelse af arealet. Kriterier om miljøpåvirkninger ved opførelse og brug sigter alene mod at begrænse miljøbelastningen under opførelsen af bygninger og bearbejdningen af friarealerne. Kriterier om udemiljø og nabogener under brug sigter i DGNB mod at undgå udemiljøgener inklusiv kriminalitet mm. ved valget af lokalisering, samt mod at tilvejebringe et godt og sikkert udemiljø såvel for bygningens brugere som for andre. Kriterier om oversvømmelsesrisiko fokuserer i DGNB på at reducere denne ved valget af lokalisering.

I **HQE** indgår vurderingen af temaet nærmiljø i kategorierne ***virkninger på nærmiljø*** og ***byggeledelse***. Kriterier om miljøforhold før nybyggeri skal begrænse arealforbruget og sikre, at byarealer genanvendes. Kriterier om friarealer og biodiversitet skal sikre høj biodiversitet og god sammenhæng med omgivende arealer. Kriterier om miljøpåvirkninger ved opførelse og brug sigter mod at begrænse miljøbelastningen under opførelsen af bygninger og bearbejdningen af friarealerne, hvad angår støj, trafik, støv og forurening. Og kriterier om udemiljø og nabogener under brug sigter i HQE såvel mod at skabe gode udearealer for brugere og nabobebyggelser samt at begrænse nabogener i form af skygge, støj, lysforurening og begrænsning af udsyn.

5.5.2 Behov for tilpasning til danske forhold

De relativt lave vurderinger for dette tema, som fremgik af tabel 5.6, kan synes overraskende, taget i betragtning, at vi normalt anser den danske indsats om temaet *nærmiljø* for kvalificeret. Sagen er måske, at denne indsats i væsentlig grad finder sted i forbindelse med og i god dialog med lokalplanlægningen og ikke med projekteringen og udførelsen af nybyggeri. Der knytter sig normalt ikke detaljerede økologiske vurderinger til håndteringen af friarealer under projekteringen. Der er derfor behov for at se nærmere på samspillet med og kvaliteten af lokalplanlægningen, samt på behovet for yderligere vurderinger og planer for friarealernes biodiversitet mm.

I alle ordninger er der behov for at se kriterierne i sammenhæng med de danske krav og rammer for lokalplaner, samt med de danske krav til regulering af miljøbelastningen under udførelse af bygge- og anlægsarbejder. Lokalplanerne i forbindelse med såvel Company House som Horten blev til i en dialog mellem developer og kommune, som er ansvarlig for flere af de undersøgelser og krav, som flere af ordningerne fokuserer på. Det må derfor overvejes, om projekterne også bør vurderes på de udførte analyser og opnåede kvaliteter i lokalplanen, eller om vurderingen alene skal omfatte de beslutninger, som knytter sig til den efterfølgende projektering. Ideelt set, burde tilpasningen af kriterier om nærmiljø for certificering af bygninger ske sideløbende med tilpasning af kriterier for certificering af lokalplaner.

5.6 Transport

Temaet *transport* omfatter her alle de kriterier, som vedrører transporten til og fra bygningen, herunder også nærhed til bymæssige faciliteter. Transport har en væsentlig miljømæssig betydning, som er i fokus her, men har også stor social og økonomisk betydning. Kriterierne for transport knytter sig især til valget af lokalisering og til de bygningsmæssige faciliteter, som kan understøtte valget af miljøvenlige transportmidler.

Tabel 5.7 giver en oversigt over de vigtigste emner under temaet *transport* i de afprøvede ordninger.

Transport	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Emner				
Nærhed til offentlig transport	x	x	x	x
Nærhed til bymæssige faciliteter	x	x	x	x
Fremme af cykling	x	x	x	x
Fremme af alternativ transport	x	x		x
Begrænsning af P-pladser	x	x		
Afprøvningens resultater	Andel opfyldte kriterier			
Company House	71%	33%	71%	meget god
Horten	71%	56%	86%	meget god

Tabel 5.7. Oversigt over de vigtigste emner under temaet *transport* i ordningerne, samt i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne heri.

Som det fremgår af tabellen, er der nogen forskel mellem BREEAM's og de andre ordningers vurdering, selv om kriterierne er relativt ensartede. Forskellighederne skyldes primært manglende opfyldelse af BREEAM's prioriterede krav om begrænsning af P-pladser.

I **LEED** og **BREEAM** skyldes de manglende point antallet af P-pladser og manglende fordele for alternative transportformer som delebiler og elbiler. Hertil kommer at BREEAM også giver point for udarbejdelsen af en rejseplan til brug for brugerne. I **DGNB** skyldes de manglende point bl.a. at afstanden til hovedfærdselsårer som Københavns Hovedbanegård er relativ lang.

I **HQE** klassificerede konsulenten Company House som ***meget god*** for kategorien ***virkninger på nærmiljø***, som omfatter kriterierne for transport. Horten blev i kategorien klassificeret som ***basis***, men konsulenten fremhæver gode egenskaber for transportkriterierne i kategorien, hvorfor de her gives klassificeringen ***meget god***. Konsulenten fremhævede for begge projekter adgangen til offentlig transport.

5.6.1 Hvordan indgår transport i ordningerne

Fordi ordningerne i høj grad fokuserer på de samme transportmæssige forhold, er disse kort beskrevet særskilt, hvorefter det kort er nævnt, hvad det er for kategorier temaet *transport* indgår i, i de enkelte ordninger.

Kriterier om nærhed til offentlig transport skal bidrage til anvendelsen heraf, idet der fokuseres på afstande hertil og på karakter og frekvens af den offentlige transport. Kriterier om nærhed til bymæssige faciliteter skal mindske transportbehovet, men har også en social og økonomisk betydning.

Kriterier om fremme af cykling fokuserer dels på adgangen til sikre og gode cykelruter, dels på bygnings faciliteter til cykelparkering og omklædning. Kriterier til fremme af andre alternative transportmidler fokuser især på at give dem særlige fordele, som reserverede P-pladser til delebiler, og at servicere dem, fx med ladestationer til el-biler. Kriterier om begrænsning af P-pladser har selvsagt til formål, at påvirke brugerne til at anvende andre transportmidler end personbilen

I **LEED** indgår vurderingen af temaet transport i kategorien ***bæredygtig byggegrund***, i **BREEAM** i kategorien ***transport***, i **DGNB** i kategorierne ***lokaliseringskvalitet*** og ***social kvalitet***, og i **HQE** i kategorien ***virkninger på nærmiljø***.

5.6.2 Behov for tilpasning til danske forhold

De høje vurderinger for dette tema vist i tabel 5.7 hænger godt sammen med dansk fokusering på lokalisering af arbejdspladser tæt på offentlig transport og byfaciliteter samt med udbredt brug af cykler. Begrænsningerne knytter sig til begrænset vilje til at reducere antallet af P-pladser og reservation heraf til fx delebiler og elbiler. Der er derfor et godt udgangspunkt for tilpasningen til danske forhold.

Kriterier om nærhed til offentlig transport og bymæssige faciliteter samt fremme af cykling kan umiddelbart tilpasses til danske standarder på området. Derimod synes der at ligge en større udfordring i at sætte rammer for reduktionen af antallet af P-pladser, og i om det også i en dansk sammenhæng kan være vigtigt at reservere P-pladser til delebiler, elbiler og andre miljøvenligere transportløsninger.

5.7 Indeklima

Indeklima er et stort emne der dækker over forskellige delområder for hvorledes det opleves at opholde sig i en bygning. Her er valgt at fokusere på følgende fire delområder:

- Termisk kvalitet
- Luftkvalitet
- Visuel kvalitet
- Akustisk kvalitet

Tabel 5.8 giver en oversigt over de vigtigste emner under temaet *indeklima* i de afprøvede ordninger.

Indeklima	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Emner				
Brugerindstillinger for varme, luft og lys	x	x	x	x
Modellering af termiske forhold	x	x	x	x
Luftkvalitet før ibrugtagning	x		x	
Luftkvalitet ved brug	x	x		x
Afdampning fra materialer	x	x	x	x
Dagslys	x	x	x	x
Kunstlys	x	x	x	x
Ventilation	x	x	x	x
Akustik		x	x	x
Afprøvningens resultater	Andel opfyldte kriterier			
Company House	33%	50%	67%	God/Basis
Horten	47%	71%	84%	God/Basis/0

Tabel 5.8. Oversigt over de vigtigste emner under temaet *indeklima* i ordningerne, samt i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne heri.

Som det fremgår af tabellen, har alle ordninger på nær HQE bedømt indeklimaet bedre i Horten end i Company House, hvilket ikke er overraskende, da der var lagt særlig vægt på at optimere indeklimaforhold i Horten. For HQE har de indeklimamæssige udfordringer knyttet til den sydvendte glasfacade medført en lavere klassificering af nogle af indeklimaemnerne.

LEED har i alt 17 kriterier indenfor indeklima med 2 minimumkrav og 15 mulige point. Det var konsulentens konklusion, at begge bygninger klarede sig godt indenfor komfort. De ***termiske forhold*** er opfyldt til fulde i begge bygninger ligesom de 2 minimumskrav, der er til ***luftkvalitet***. Horten fik tillige point indenfor luftkvalitet i byggeprocessen. Det blev vurderet, at begge bygninger kunne have opnået flere point indenfor luftkvalitet, hvis certificering havde været et kendt mål ved projektets opstart. Især krav til materialer med lav flygtighed af organiske stoffer kunne let forbedres. Bygningerne klarede sig godt indenfor ***visuel kvalitet***. Begge bygninger opfyldte krav indenfor dagslys, og Horten fik tillige et point for brugerindstillinger på belysning.

I **BREEAM** opfyldte begge bygninger kravene indenfor ***termisk komfort*** med deres modelleringer i BSim. Udover det opfyldte Company House kriteriet omkring termisk opdeling af rum, ved at have gode muligheder for brugerindstillinger. Begge bygninger opfyldte halvdelen af kriterierne om ***luftkvalitet,*** alene at overholde krav i det danske bygningsreglement. Kriterierne omhandler henholdsvist intern luftkvalitet og mikrobiologiske forhold. Her manglede fokus på krav til flygtige organiske stoffer i indretningsmaterialer i bygningerne og potentiale for naturlig ventilation. Bygningernes præstation indenfor ***visuel kvalitet*** var forskellig, Company House opfyldte 33% af kriterierne mens Horten opfyldte 100%. Selvom krav til ***akustisk kvalitet*** i BREEAM ikke vurderes at være strenge ud fra dansk synsvinkel, opfyldte ingen af bygningerne kriteriet om akustik, idet særskilte beregninger omkring akustik ikke var lavet for bygningerne. Konsulenterne mente, at Horten dog kunne have opfyldt kravene, hvis modelleringer havde været udført.

I **DGNB** indgår de fleste kriterier for temaet indeklima i kategorien ***social kvalitet***, men DGNB går videre og inkluderer indeklimabetragtninger i ***proces kvalitet*** og ***lokaliseringens kvalitet***. Konsulenterne fremhæver bygningerne for deres ***termiske kvalitet***, især indenfor minimering af overophedninger om sommeren og kulde om vinteren. I Company House kunne man med fordel

forbedre brugernes muligheder for at selv at regulere temperaturen på de enkelte arbejdsområder, i stedet for kun i rummet som helhed. ***Luftkvaliteten*** er et af de svageste emner for begge bygninger. Størst indflydelse har det faktum, at ingen af bygningerne stiller krav overfor flygtige organiske stoffer i materialer, som bruges til indvendig færdiggørelse og indretning af bygningerne, ligesom målinger af luftkvalitet ikke er udført inden ibrugtagning. Den ydre luftkvalitet har også negativ indflydelse på begge bygningers præstation, især på Company House pga. den nærliggende motorvej. Ligesom i BREEAM vurderingen opfylder Horten flere kriterier end Company House indenfor ***visuel kvalitet***. Dagslys, udsigt og optimeret kunstig belysning vurderes bla. at være af god kvalitet i begge bygninger mens Company House mangler solafskærmning og brugernes muligheder for at have indflydelse på afskærmningen. Indenfor ***akustisk kvalitet*** er bygningernes præstation ligeledes forskellig, hvor Horten opfylder 90% af de point, som er mulige indenfor akustik, og Company House 50%. Konsulenterne vurderer akustisk komfort, som en af styrkerne i Horten, og støjdæmpningen er god i begge bygninger. Company House opnår ingen point indenfor akustisk komfort, bl.a. fordi nærhed til motorvej vurderes at have negativ indflydelse.

I **HQE** fokuserer 6 kategorier på særskilte indeklimamæssige forhold, som klassificeres hver for sig, hvorfor der ikke kan gives én samlet HQE-vurdering af bygningernes indeklima. Hvad angår ***termisk komfort*** klassificeres Company House som ***god*** og roses for den termiske simulering, solafskærmning og BMS-regulering. Men det påpeges også, at der savnes yderligere undersøgelser for helt at leve op til denne klassificering. For Horten angiver konsulenten mangel på solafskærmning, termisk simulering og manglende muligheder for at åbne vinduer blandt årsagerne til, at projektet ikke opnår klassificering. Med hensyn til ***luftkvalitet*** opnår begge bygninger klassificeringen ***basis,*** hvad angår oplevet og sundhedsmæssig luftkvalitet. Dog opnår ingen af bygningerne klassificering, hvad angår HQE-kategorien ***sunde rum***, fordi de ikke har kendt de særlige krav hertil. For ***visuel kvalitet*** opnår Company House klassificeringen ***god***, fordi kvaliteten af kunstlys er god med hensyn til lysniveau, farvetemperatur, ensartethed og styring. Horten roses for vinduesorientering og farvetemperatur, men konsulenten vurderer, at ***basis*** ikke er opnået pga. blændingsproblemer knyttet til den sydvendte glasfacade. For ***akustisk kvalitet*** opnår Company House klassificeringen ***god*** og roses for tre-lags vinduer. Horten får klassificeringen ***meget god*** og roses meget for den store indsats, der er gjort for at sikre høj akustisk komfort i de to atrier, som også anvendes som arbejdsplads for et større antal personer.

5.7.1 Hvordan er indeklima håndteret i ordningerne

Fordi indeklima dækker flere adskilte aspekter, er der i det efterfølgende sondret mellem termisk komfort, luftkvalitet, visuel kvalitet og akustik.

LEED har 3 kriterier, der omhandler ***termisk komfort***, bl.a. omkring brugerindstillinger for tilpasning af temperaturen i rummet og undersøgelse og verificering af de oplevede termiske forhold i bygningen efter, at bygningen er taget i brug.

Størst vægt lægges der på ***luftkvaliteten*** med 11 enkeltkriterier, der omhandler ventilation, luftkvalitet under byggeprocessen, monitering af luftkvalitet ved brug af bygningen med CO_2-sensorer, testning af luftkvalitet inden overdragelse af bygningen til bruger, flygtigheden af forskellige materialer (f.eks. lim, maling, gulvmateriale og træ), samt krav omkring rygning. Der

stilles ikke decideret krav til, at der skal være naturlig ventilation, men der er særlige krav til naturligt ventilerede rum og særlige krav til mekanisk ventilerede rum.

Der er 3 kriterier om ***visuel kvalitet,*** som omhandler muligheden for at brugerne kan tilpasse belysningsforhold i rummet til egne behov, dagslysbetragtninger via simulering eller beregning og muligheden for direkte dagslys og udsigt i rum.

LEED har ingen kriterier om ***akustisk kvalitet***.

BREEAM har 2 kriterier, der omhandler ***termisk kvalitet***, dels modellering af de termiske forhold i bygningen, dels muligheden for brugerne til at tilpasse temperaturen i rummet til deres behov, også i åbne områder som kontorfællesskaber.

Der er 4 kriterier, der omhandler ***luftkvalitet***. BREEAM har ikke krav om, at der skal være naturlig ventilation i bygningen, men der stilles enten krav til mængden af cirkulationsluft i en naturligt ventileret bygning, eller at en mekanisk ventileret bygning er designet således, at den i fremtiden kan ændres til naturligt ventileret system. Der er også krav til afstanden mellem indtags- og udluftningskanaler og brug af CO_2-sensorer i rum med uregelmæssige opholdsmønstre. Der er krav til flygtige organiske stoffer fra indretningsmaterialer som f.eks. træpaneler, trægulve, gulvmaterialer, lim og materialer til afdækning af vægge, f.eks. tapeter. Endvidere er der krav om mikrobiologisk forurening som fokuserer på legionella.

Visuel kvalitet har størst vægt indenfor indeklima, idet der er i alt 6 kriterier, som omhandler emnet. Der stilles krav til dagslys, hvor dagslysberegninger skal udføres for at opfylde kriteriet. Der er krav om, at arbejdspladser har udsigt til og igennem vinduer, og at der er mulighed for afskærmning for at undgå blændgener. Der lægges vægt på brug af højfrekvens ballasts for belysning for at undgå flimren, at højne kvaliteten af belysningen ved krav om indendørs- og udendørs belysningsstyrke (lux) og igen muligheden for brugere til at tilpasse belysningen i rummet til deres behov.

Der er et enkelt kriterie om ***akustisk kvalitet***. Derudover er der et kriterie i BREEAM, som omhandler støjdæmpning, men formålet er at forhindre, at bygningen medfører støj overfor nærliggende bygninger. Derfor er kriteriet i stedet medtaget under temaet ***nærmiljø*** i afsnit 5.5.

I **DGNB** behandles de fleste af indeklimakriterierne under kategorien ***social kvalitet***. Derudover er der kriterier i andre kategorier, som kommer ind på fremtidssikring, teknik og proces. Der er to kriterier omkring ***termisk komfort,*** som gælder hhv. sommer og vinter. Kriterierne kommer ind på temperaturforhold, træk og relativ luftfugtighed.

For ***luftkvalitet*** stilles krav til flygtige organiske stoffer, oplevet luftkvalitet og mikrobiologiske forhold inkl. fugt. I den forbindelse indgår både krav til anvendte materialer og testning af luftkvalitet 4 uger efter færdiggørelse af bygningen.

Vurderingen af ***visuel kvalitet*** omhandler dagslys i bygningen som helhed, dagslys på arbejdspladser, udsigt til ydre miljø, farvevalgets indflydelse på lys i rum mv. Under den procesmæssige kvalitet vurderes, hvorledes forskellige

koncepter til fremme af bæredygtighed, er medtaget tidligt i projekteringsfasen, bl.a. om der har været lagt særlig vægt på dagslyskoncepter.

Med hensyn til ***akustisk kvalitet*** indgår der både en vurdering af akustik og støjbeskyttelse. De akustiske krav går på små og store kontorer, møderum og større kantiner. Støjbeskyttelse kommer ind på udefrakommende støj, støj fra opadliggende rum, fodtrinsstøj og støj fra tekniske installationer.

Fremtidssikring og fleksibilitet måles ved vurdering af muligheden for at ændre bygningens anvendelse til andre formål, herunder om ventilations og opvarmningsinstallationer kan håndtere forandringer i anvendelse af bygningen. For brugerindflydelsen er der fokus på indflydelse på ventilation, solafskærmning, blændgener, dagslys, belysning og temperaturforhold sommer og vinter. Ved vurdering af lokalitetens kvalitet er der også emner, som kan have indflydelse på indeklima, eksempelvis områdets luftkvalitet, radon og støjbelastning.

I **HQE** fokuserer halvdelen af ordningens 14 kategorier på sundhed og komfort, heraf de 6 på særskilte indeklimamæssige forhold: Termisk komfort, akustisk komfort, visuel komfort, oplevet luftkvalitet, sunde rum og sundhedsmæssig luftkvalitet.

Kategorien ***termisk komfort*** omfatter såvel en optimering af bygningens lokalisering, orientering og indretning, som en dokumentation ved simulering af, at den termiske komfort er god både sommer og vinter, inklusiv kriterier om brugerkontrol og beskyttelse mod direkte sollys.

Med hensyn til ***luftkvalitet*** omfatter HQE to kategorier herom: *Oplevet luftkvalitet* og *sundhedsmæssig luftkvalitet*. Her fokuseres der primært på sikring af effektiv ventilation, kildekontrol af byggevarer vedrørende lugtafgivelse og emission af fibre, VOC'er m.m. samt kontrol af udefra kommende forureninger. Hertil kommer, at der i kategorien ***sunde rum*** indgår kriterier om begrænsning af elektromagnetisk stråling og foranstaltninger til begrænsning af skimmelsvampevækst mm.

Visuel kvalitet vurderes i kategorien **v*isuel komfort***, som fokuserer på optimal udnyttelse af dagslys og dokumentation ved modellering af høj komfort ved brug af kunstlys. Hertil kommer kriterier om blænding, brugerkontrol og udsyn.

For ***akustisk kvalitet***, i HQE kaldet ***akustisk komfort,*** omfatter vurderingen såvel en optimering af bygningens lokalisering, orientering og indretning, som en dokumentation af tilstrækkelig lydisolering og af den akustiske komfort af bygningens forskellige rum.

5.7.2 Behov for tilpasning til danske forhold

De relativt høje vurderinger vist i tabel 5.8 om temaet indeklima, burde måske have været endnu højere under hensyn til, at der i Danmark er meget fokus på indeklimaet, og at vi har ekspertisen og værktøjerne til en sådan indsats. Indeklimaet vurderes især at være godt for termiske, akustiske og visuelle forhold. Der savnes derimod en fokusering på luftkvaliteten, hvad angår kildekontrol af emission af flygtige organiske stoffer, ligesom dokumentationen kunne være mere omfattende. Der foreligger derfor på de fleste områder et

godt grundlag for tilpasning af ordningerne til danske forhold og for en styrkelse af praksis på området.

Generelt gælder det for alle ordningerne, at det er behov for at tilpasse kriterierne til de krav, som allerede stilles igennem bygningsreglementet og gældende danske standarder (bl.a. dansk indeklimastandard). Det skal sikres, at certificeringsordningernes kriterier anvender tilsvarende fremgangsmåder og er strengere end disse. Desuden skal der være fokus på, at etablere eller sikre kvalitet af danske databaser, som kan levere nødvendige oplysninger, f.eks. Dansk Kemidatabase eller lignende værktøj, som støtte ved valg af materialer, der lever op til krav omkring flygtige organiske stoffer. Derudover er der behov for en styrkelse af den danske indsats for at vurdere alternative løsninger, og at dokumentere de opnåede kvaliteter og valg af løsning via undersøgelser og simuleringer.

I **LEED** er der udover det ovenstående generelt behov for at vurdere, hvorledes danske standarder kan anvendes i stedet for amerikanske standarder. Et vigtigt aspekt er at LEED ikke omhandler emnet akustik, som er et vigtigt område indenfor indeklimaet i en dansk sammenhæng.

I **BREEAM** er der kriterier, der opfyldes alene ved at følge bygningsreglementet. Det gælder f.eks. kriteriet om mikrobiologisk forurening (legionella) samt indendørs og udendørs belysningsforhold. Endvidere er der kriterier, hvor fremgangsmåden ønskes ændret. Fx kriteriet omkring solafskærmning, hvor der kun gives point, hvis solafskærmning er til stede i bygningen, men ikke hvis bygningen er designet således, at solafskærmning ikke er nødvendig. Et andet eksempel er indenfor akustik, hvor der både ønskes skærpede grænseværdier og flere kriterier, som f.eks. trinlyd og efterklangstid.

I **DGNB** og **HQE** er der generelt behov for at få afklaret, hvorledes danske standarder kan anvendes i ordningerne i stedet for tyske og franske standarder (idet disse ordninger ikke anvender direkte nationale standarder som BREEAM gør). Der er også, som for BREEAM, behov for at etablere eller sikre kvalitet af danske oplysninger og databaser, især for valg af materialer.

5.8 Byggeproces

Temaet *Byggeproces* omfatter her en række indsatser i byggeprocessen, som de betragtede ordninger har valgt at inkludere særskilte kriterier for. Der fokuseres på indsatser, som forventes at have en særskilt betydning for bygningernes bæredygtighed udover de øvrige mere produktorienterede kriterier, som er medtaget under de øvrige temaer.

Byggeprocessens betydning knytter sig især til vigtigheden af at inkludere bæredygtighedsmål fra starten af plan– og byggeprocessen, af involveringen af de rette aktører i processen, af kvalitetssikringen af bygningen og dens installationer før ibrugtagning, samt af at vejlede forvaltere og brugere om den fremtidige brug af bygningen. Sådanne indsatser indgår i alle ordninger i varierende omfang, som vil blive søgt illustreret i det følgende.

Tabel 5.9 giver en oversigt over de vigtigste emner under temaet *Byggeproces* i de afprøvede ordninger. De procesmæssige kriterier varierer meget fra ordning til ordning, og der vil derfor ikke blive fremlagt en sammenlignende vurdering af de enkelte ordningers bedømmelser heraf, men alene en kort opsummering af de kriterier, som umiddelbart kan henføres til temaet.

Byggeproces	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Emner				
Lokalplanlægning				x
Byggeprogram og projektering	x		x	x
Udførelse	x	x	x	x
Commissioning	x	x	x	x
Brug	x	x	x	x
Afprøvningens resultater	Andel opfyldte kriterier			
Company House	67 %	10 %	49 %	(ved ikke)
Horten	67 %	20 %	56 %	(ved ikke)

Tabel 5.9. Oversigt over de vigtigste emner under temaet *byggeproces* der indgår i ordningerne, samt i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne heri.

Der er i tabellen ikke angivet nogen klassificering for HQE, fordi det her er svært at sammenfatte vurderingen på tværs af de relevante kategorier i ordningen. Som det fremgår af tabellen, er der store forskelle mellem ordningernes vurderinger, hvilket primært skyldes, at emnet byggeproces behandles meget forskelligt i ordningerne.

5.8.1 Hvordan indgår byggeprocessen i ordningerne

I **LEED** indgår vurderingen af byggeprocessen i kategorierne ***energi & atmosfære*** samt ***innovation*** og omfatter hele byggeprocessen, men ikke den foregående planproces. Kriterierne fokuserer dels på, at der tilknyttes en LEED-akrediteret person til projektet, dels at der tidligt i projekteringen tilknyttes en uafhængig instans til at reviewe byggeprocessen til og med en periode på 10 måneder efter bygningens færdiggørelse og dens virkemåde er verificeret.

I **BREEAM** indgår vurderingen af byggeprocessen i kategorien ***ledelse*** og omfatter kriterier vedrørende udførelse, commissioning og brug. Kriterier om udførelse skal sikre, at der gives point for byggepladser, der håndteres på en miljømæssigt og socialt ansvarlig måde. Kriterier om commissioning skal sikre en samordnet idriftsættelse af bygningens installationer under hensyn til best practice og til den efterfølgende brug af bygningen. Kriterier om brug fokuserer på udarbejdelsen af en simpel brugervejledning rettet mod bygningens forvalter og brugere.

I **DGNB** indgår vurderingen af byggeprocessen i kategorien ***proceskvalitet*** og omfatter kriterier vedrørende hele byggeprocessen, men ikke den foregående planproces. Kriterier om byggeprogram og projektering skal sikre, at der indgår en nøje vurdering af behov og af brugens indflydelse på energiforbruget, at der formuleres kvalitetsmål og afholdes en arkitektkonkurrence, at der arbejdes med integrated design rettet mod bæredygtigt byggeri og vurdering af alternative koncepter for bygningen. Kriterier om udførelse skal sikre, at der ved udbuddet opstilles operationelle bæredygtighedskrav til anvendte produkter, og at bæredygtighedsaspekter indgår ved valget af de udførende, hvis kompetence og kvalitet skal beskrives, samt at de opnåede kvaliteter skal beskrives og dokumenteres. Kriterier om commissioning skal sikre den langsigtede kvalitet og funktion af bygningens tekniske udstyr, som derfor skal kalibreres ved idriftsættelsen og igen efter 10 til 14 måneders drift. Kriterier om brug skal i DGNB sikre, at der tilvejebringes omfattende vejledninger i forvaltningen og brugen af bygningen,

I **HQE** lægger ordningen i sig selv op til, at bæredygtighedsmålene identificeres og integreres fra projektets start, idet første audit i HQE-processen finder sted i sammenhæng med fastlæggelsen af byggeprogrammet, som skal indeholde en prioritering af de 14 HQE-kategorier under hensyn til bygherrens prioriteringer heraf. Kriterier om lokalplanlægning under kategorien ***virkninger på nærmiljø*** skal sikre, at byggeprojektet afspejler lokale udviklingsplaner herfor. Kriterier for udførelsen under kategorien ***byggeledelse*** skal sikre optimal affaldshåndtering og begrænsning af forurening og gener fra byggepladsen. Emner som her er medtaget under temaerne affald og nærmiljø. Kriterier om efterprøvning af de tekniske installationer under kategorien ***vedligeholdelse*** skal sikre systemernes ydeevne under brug.

5.8.2 Behov for tilpasning til danske forhold

Der er, uanset ordningernes vurderinger vist i tabel 5.9, et stort behov for at tilpasse kriterierne til dansk praksis og danske retningslinjer, herunder skal det bl.a. tydeliggøres, om dansk praksis lever op til de krav, som nogle af ordningerne henfører til kriterier om commissioning.

Behovet for at se kriterierne i sammenhæng med dansk praksis på området afspejles især i, at de fire afprøvede ordninger refererer til retningslinjer og best practice i hhv. USA, England, Tyskland og Frankrig. Dette viste sig under afprøvningen især i drøftelsen af omfanget og kvaliteten af den commissioning-indsats, der blev ydet i det samlede projektforløb, i form af den uafhængige kvalitetskontrol, der skal sikre sammenhængen og kvaliteten af alle ydelser i byggeprocessen. En indsats, som i nogle af ordningerne, omfattede hele processen fra lokalplan og byggeprogram over projektering og udførelse til den efterfølgende drift og brug af bygningen, inklusiv en opfølgende indsats i op til et år efter bygningens opførelse. Her skal der under tilpasningen til danske forhold ses såvel på uafhængigheden af de involverede kontrolpersoner, som på omfanget og kvaliteten af de enkelte indsatser med særlig fokus på overgangene mellem de enkelte faser i plan- og byggeprocessen.

Et yderligere eksempel på behovet for nærmere undersøgelser af sammenhængen med dansk praksis, er dialogen om lokalplanlægningen mellem kommune og byggeprojekt. En dialog som ofte finder sted i Danmark, hvilket også var tilfældet i begge de afprøvede bygninger; se omtalen af temaet nærmiljø i afsnit 5.5.

5.9 Økonomi

I denne vurdering indgår kun kriterier, der direkte omhandler beregninger af totaløkonomi og kriterier om værdistabilitet.Temaet økonomi er mere uddybende beskrevet i kapitel 6.

Tabel 5.10 giver en oversigt over de vigtigste emner under temaet *økonomi* i de afprøvede ordninger.

Økonomi	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Emner				
Totaløkonomi, LCC		x	x	
Værdistabilitet			x	
Afprøvningens resultater	Andel opfyldte kriterier			
Company House	-	0 %	88 %	-
Horten	-	0 %	43 %	-

Tabel 5.10: Oversigt over de vigtigste emner under temaet *økonomi* i ordningerne, samt i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne heri.

I **BREEAM** opnåede ingen af bygningerne ingen point for de økonomiske kriterier, idet der ikke forud for afprøvningen var totaløkonomiske beregninger på bygningerne.

I **DGNB** udførte konsulenterne selv de totaløkonomiske beregninger for bygningerne og vurderede værdistabiliteten. Company House klarede sig ganske godt og opnåede 88 % pga. god totaløkonomi med lave bygge- og driftsomkostninger og en høj værdistabilitet i kraft af fleksibel rumopdeling. Det lave energiforbrug har positiv indflydelse på vurderingen af totaløkonomi. Horten klarede sig mindre godt indenfor økonomi og opnåede kun 43 % pga. høje byggeomkostninger, og selvom rumopdelingen byder på nogle muligheder for forandring i anvendelsen af rummene, var de ikke specifikt planlagt, hvilket resulterer i en lavere præstation for værdistabilitet. Konsulenterne konkluderer således, at forskellen i byggeomkostningerne resulterer i en stor forskel på den økonomiske præstation af bygningerne.

I **LEED** og **HQE** indgår ikke kriterier, der direkte omhandler beregninger af totaløkonomi og kriterier om værdistabilitet.

5.9.1 Hvordan indgår økonomi i ordningerne

I **BREEAM** indeholder kategorien ***ledelse*** et kriterie om totaløkonomi, hvor der gives point for at foretage totaløkonomiske beregninger (LCC), samt yderligere et point, hvis der tages hensyn til LCC resultaterne i en revurdering af bygningens design under projekteringen.

I **DGNB** indeholder kategorien ***økonomisk kvalitet*** to kriterier, et kriterie om totaløkonomi (LCC), hvor totaløkonomi beregnes over en 50 års periode og et andet kriterie om bygningens værdistabilitet, hvor bygningens arealeffektivitet og fleksibilitet overfor fremtidige anvendelsesændringer vurderes.

I **LEED** og **HQE** indgår ikke betragtninger om totaløkonomi og værdistabilitet.

5.9.2 Behov for tilpasning til danske forhold

Der har især tidligere været fokus på brug af totaløkonomiberegninger i Danmark, så der foreligger et godt grundlag for en tilpasning af kriterier herfor og til at styrke den danske indsats på området.

I **BREEAM** skal totaløkonomiske beregninger følge en ISO standard for totaløkonomi, og resultaterne anvendes til forbedringer af designkonceptet. Der er ikke fastsat rammer for, hvordan beregningerne udføres. Der er således ikke umiddelbart noget, der hindrer at kriterierne tages direkte i anvendelse i

Danmark, men sammenlignet med DGNB kunne der ønskes fastere rammer for beregningen.

I **DGNB** er beregningen af totaløkonomi bundet til en specifik beregningsmodel til anvendelse i Tyskland. Fremgangsmåden for beregning af totaløkonomi følger faste rammer, som er ens for alle bygninger. Rent metodemæssigt kan fremgangsmåden for både totaløkonomi og værdistabilitet anvendes i Danmark, og dens anvendelse tidligt i projekteringen ville kunne medføre øget bevidsthed om designerens indflydelse på de fremtidige omkostninger. Beregningsmodellen indeholder antagelser om bl.a. driftsomkostninger, levetider og renter, som er nødvendigt at konvertere til danske værdier.

5.10 Delkonklusion

Afprøvningen af de 4 certificeringsordninger har givet en god indsigt i de faglige områder som ordningerne dækker, og i de fremgangsmåder de hver især benytter sig af. Desuden har afprøvningen givet vigtige indikationer af, hvor der kan være behov for at styrke den danske indsats, og hvor der er behov for at tilpasse kriterierne til dansk praksis, danske retningslinjer og andre danske forhold. Men det er vigtigt at huske på, at denne analyse primært baserer sig på en afprøvning af ordningen på bare to bygningseksempler. En afprøvning på flere bygninger ville måske ændre det billede, der tegnes her.

I dette kapitel er der fokuseret på en tværgående fagligt orienteret gennemgang af ordningernes kriterier og afprøvningens resultater. Gennemgangen er oversigtlig, og der præsenteres således ikke en detaljeret gennemgang af alle kriterier og de dertilhørende vurderinger. Detaljeringsgraden fremgår tydeligere af kapitel 5 og af bilagsrapporten, som indeholder oversigter over alle de kriterier, der er indeholdt i de enkelte ordninger.

De 4 ordninger er, som beskrevet i kapitel 3, meget forskellige i deres kategorisering af kriterierne. Derfor er det valgt at fastlægge 9 overordnede temaer, hvori ordningernes kriterier herefter fordeles.

Tabel 5.11 giver et samlet overblik over, i hvilken grad bygningerne opfyldte kriterierne indenfor de 9 temaer. Her skal man være opmærksom på, at LEED tillige indeholder nogle minimumskrav, at vægtningen af kategorierne ikke er indregnet, og at det for **HQE** er valgt at anføre ordningens klassificering; se i øvrigt indledningen til kapitlet. Men tallene giver alligevel et godt billede af:

- Hvor klarede bygningerne sig godt?
- Hvor klarerede bygningerne sig mindre godt?
- Hvor vurderede ordningerne meget forskelligt?

For det sidste spørgsmål, skal man være opmærksom på, at ambitionsniveauet kan være forskelligt fra ordning til ordning, og at konsulenternes fremgangsmåde under afprøvningen også kan spille en rolle. Dette er især tilfældet her, fordi afprøvningen ikke omfattede en udtømmende dokumentation af om ordningernes kriterier var opfyldt eller ej. Vurdering af kriterierne under temaet ***energi*** demonstrerer at energikravene er strengere i **BREEAM** end i **LEED**, så begge bygninger får flere point i LEED end i BREEAM. Og vurderingen af kriterierne under temaet ***materialer*** demonstrerer, at konsulenternes fremgangsmåde har været forskellig. I BREEAM valgte konsulenterne at give bygningen 0 point grundet manglende dokumentation, mens **DGNB**-

konsulenterne udførte en retningsgivende vurdering og gav bygningerne point herudfra. Men uanset dette, demonstrerer oversigten alligevel relativt tydeligt, hvor der kan være behov for at styrke den danske indsats.

Temaer	Projekt	LEED	BREEAM	DGNB	HQE
Energi	Company House	61 %	43 %	88 %	God
	Horten	35 %	22 %	78 %	(Basis)
Vand	Company House	60 %	33 %	53 %	Basis
	Horten	40 %	22 %	52 %	Basis
Materialer	Company House	25 %	0 %	60 %	Basis
	Horten	25 %	0 %	65 %	Basis
Affald	Company House	0 %	57 %	50 %	God/Basis
	Horten	0 %	71 %	100 %	God/Basis
Nærmiljø	Company House	29 %	26 %	50 %	Meget god
	Horten	43 %	21 %	61 %	Basis
Transport	Company House	71 %	33 %	71 %	Meget god
	Horten	71 %	56 %	86 %	Basis
Indeklima	Company House	33 %	50 %	67 %	God/Basis
	Horten	47 %	71 %	84 %	God/Basis/0
Byggeproces	Company House	67 %	10 %	49 %	(ved ikke)
	Horten	67 %	20 %	56 %	(ved ikke)
Økonomi	Company House	(ikke med)	0 %	88 %	(ikke med)
	Horten	(ikke med)	0 %	43 %	(ikke med)

Tabel 5.11: Oversigt over opnåede % af de opnåelige point for de betragtede temaer. For HQE er dog anvendt denne ordnings klassificering: Basis, God og Meget god.

Det fremgår af tabellen, at bygningerne klarede sig relativt godt, hvad angår kriterierne indenfor temaerne energi, affald, transport og indeklima. Nygningerne klarede sig mindre godt, hvad angår temaerne vand, materialer og nærmiljø.

For at tydeliggøre baggrunden herfor, er der i tabel 5.12 givet en kortfattet oversigt over nogle af de danske eller projektmæssige styrker og svagheder, som har haft betydning for afprøvningens resultater. I de foregående afsnit indgår der yderligere information herom. Det fremgår bl.a., at projekterne ikke har fokuseret på miljøvurderinger af bygningernes materialeforbrug, og at der derfor ikke i væsentlig grad er indhentet information om de anvendte byggevarers miljødata, indholdsstoffer og emissionsdata.

Danske styrker	Danske svagheder
Fokus på lavt forbrug af primær energi Miljøvenlig fjernvarme God fælles spildevandsrensning Høj grad af genanvendelse af byggeaffald God dialog om lokalplanlægning Lokalisering tæt på offentlig transport Udbredt brug af cykler og velegnet infrastruktur Fokus på termisk, akustisk og visuel kvalitet God dialog i byggeprocessen	Begrænset dokumentation af byggevarer Manglende miljøvurdering af materialeforbrug Begrænset miljøvurdering af friarealer Begrænsede restriktioner vedr. P-pladser Begrænset fokus på emissioner af VOC Begrænset dokumentation (bl.a. for emnet indeklima) Ingen praksis for anvendelse af commissioning

Tabel 5.12: Oversigt over danske styrker og svagheder i forhold til kriterierne i de afprøvede certificeringsordninger.

Som det er fremgået i kapitel 2 og 3, samt de foregående afsnit her i kapitel 5, er der forskelle i ordningernes fokusområder, struktur og fremgangsmåder. Således fremgår det af de foregående afsnit, hvilke emner der er med og ikke er med i de afprøvede ordninger. Heraf kan det ses, at ordningerne i meget væsentlig grad indeholder kriterier om de samme emner, således at forskellighederne primært vedrører, hvordan og hvor detaljeret disse emner behandles i de enkelte ordninger. Herudover kan der tillige peges på nogle overordnede faglige styrker og svagheder ved de enkelte ordninger. Eksempler på disse er angivet i tabel 5.13. Kapitel 4 supplerer med ordningernes styrker og svagheder omkring ressourceforbrug og omkostninger.

	Styrker	Svagheder
LEED	Adskillige års erfaring Enkel struktur	Ikke miljøvurdering af materialer Knyttet til amerikanske standarder og amerikansk kontekst
BREEAM	Mange års erfaring Livscyklusvurderinger Erfaring med tilpasning til andre landes regler og kontekst	Virkemidler indgår i nogle kriterier
DGNB	Gennemtænkt struktur Fokus på bæredygtighed inkl. økonomi Livscyklusvurderinger Foregriber nye CEN-standarder	Delvist knyttet til tyske standarder
HQE	Procesorienteret Detaljeret vurdering af indeklima	Kompliceret struktur

Tabel 5.13. Oversigt over umiddelbare faglige styrker og svagheder ved de afprøvede certificeringsordninger.

Endelig har afprøvningen slået fast, at det er nødvendigt med en tilpasning af ordningerne til danske forhold. Tilpasningsbehovet knytter sig i hovedsagen til følgende fire forhold:

- Målene for kriterierne er relevante for danske bygninger, men ***dansk praksis*** - herunder en manglende praksis - og ***danske regler*** afviger

fra de anvendte kriterier og indikatorer; fx lokalplanlægningens varetagelse af en række bæredygtighedsaspekter og den manglende miljøvurdering af materialeforbruget.

- Målene for kriterierne er relevante for danske bygninger, men den ***danske kontekst*** afviger fra forudsætningerne i ordningen; fx den danske praksis mht. genanvendelse af byggematerialer og udbredt anvendelse af miljøvenlig fjernvarme.

- Målene for kriterierne er relevante for danske bygninger, men ***kravniveauer*** og ***vægtning*** skal tilpasses den danske kontekst; fx i relation til energikrav til bygninger og afstandskrav til offentlig transport.

- Målene for kriterierne er ***ikke relevante*** i en dansk sammenhæng og bør derfor udgå; fx opgørelse af vandforbrug til vanding af grønne friarealer.

6 TOTALØKONOMISKE VURDERINGER

Formålet med dette kapitel er at vurdere, i hvilket omfang og hvordan anlægs- og totaløkonomiske vurderinger indgår i de nævnte fire certificeringsordninger. På dette grundlag skal kapitlet stille forslag, der kan indgå i et videre arbejde med certificeringer i Danmark.

6.1 Introduktion

En vigtig opgave er at skabe indsigt i den potentielle afvejning mellem økonomisk bæredygtighed og miljømæssig bæredygtighed. Baggrunden for denne indsats er, at det ofte forventes, at miljømæssigt bæredygtige løsninger har højere anlægsomkostninger end konventionelle, men at bæredygtige investeringer i fast ejendom samtidig kan indebære gavnlige virkninger i form af:

- tilsvarende eller bedre risiko- og afkastforhold i forhold til konventionelle ejendomsinvesteringer,
- forbedret værdistabilitet og højere vækstpotentiale, og
- højere attraktivitet for CSR-interesserede investorer.

For bygherren gælder det om at vælge en løsning for det pågældende kriterie, der er så god som mulig for miljøet, men som regel også indenfor nogle (total)økonomiske rammer og gerne med en bedre forrentning i form af lavere driftsudgifter, bedre indtjening ved udlejning eller højere salgsværdi til følge.

Mere specifikt vil det være værdifuldt at opnå indsigt i afvejninger mellem merudgifter i anlægsfasen og en forbedret miljømæssig bæredygtighed, hvis man gør en særlig indsats omkring fx vandbesparelser eller CO_2-reduktioner.

Vurderingerne vil være forskellige afhængigt af det valgte system. Samtidig bør man se på, om disse afvejninger også holder, når der anlægges en totaløkonomisk vinkel med udgangspunkt i, hvordan de forskellige certificeringsordninger vil vægte indsatser forskelligt.

Formålet med nærværende kapitel er:

- At vurdere, hvordan anlægs- og totaløkonomiske vurderinger inddrages i bedømmelserne af bygningerne i hver af de fire ordninger
- At give overblik over erfaringer og stille forslag til, hvordan anlægs- og totaløkonomiske vurderinger kan indgå i bygherrers og investorers overvejelser vedr. øget miljømæssig bæredygtigt byggeri

Analysen er baseret på følgende undersøgelsesdesign:

- Litteraturstudie vedrørende totaløkonomiske og miljømæssige vurderinger
- Analyser af hvordan anlægs- og totaløkonomiske vurderinger inddrages i certificeringsordningerne på basis af skriftligt materiale fra de respektive ordninger og møder med eksterne evaluatorer.
- Udarbejdelse af forslag til videre overvejelse

6.1.1 Fire grupper af relevante kriterier

Kriterier, der har betydning for anlægs- og totaløkonomi, kan have forskellig karakter. Der er i gennemgangen af certificeringsordningerne foretaget en opdeling i fire grupper:

- *Gruppe **A** kriterier* omfatter direkte beregninger af totaløkonomi, som bliver dokumenteret ved hjælp af beregningsmetoder/programmer eller resultater.
- *Gruppe **B** kriterier*, hvor vurderingen af det pågældende kriterie er baseret på en kvantitativ opgørelse af mængder, der benyttes ved tildeling af point til den valgte løsning. Mængderne kan bruges til beregning af en (partiel) totaløkonomi.
- *Gruppe **C** kriterier* omfatter foranstaltninger, som har til formål at fremme en ressourcebesparende drift.
- *Gruppe **D** kriterier* dokumenterer processer, som indirekte under projektering, udførelse og drift kan have betydning for driftsøkonomien i form af et reduceret ressourceforbrug.

I praksis kan det være vanskeligt at fastlægge de totaløkonomiske konsekvenser af en række kriterier, med undtagelse af de egentlige totaløkonomiske beregninger. Der kan også med nogen ret argumenteres for, at en række andre kriterier fx vedr. genbrug, indeklima, akustik og offentlige transportmuligheder og parkeringsmulighed for cykler på forskellig måde kan have betydning for såvel anlægs- som totaløkonomi. Ligeledes vil normal praksis for projektering og udførelse for flere af kriterierne indebære, at der i valget af løsninger indgår driftsøkonomiske overvejelser.

Beskrivelsen af de fire grupper af anlægs- og totaløkonomiske kriterier skal i det følgende kort uddybes:

Kravene i kriterierne for egentlige *totaløkonomiske beregninger* for at opnå point kan have forskellig karakter. Eksempelvis kan omfanget af parametre variere ligesom der på forhånd kan være fastlagt en beregningsmetode.

Ved kriterier, der kan benyttes til *partiel totaløkonomi,* indgår en kvantitativ opgørelse af mængder og/eller levetid, når der vælges konkret løsning. Denne opgørelse spiller derefter en rolle ved tildelingen af point. Eksempelvis valg af installationer, der kan nedsætte forbruget af energi, vand eller elektricitet. Der kan også være tale om en beregning af bygningens samlede energiforbrug. Hvis der sideløbende med de miljømæssige overvejelser, men udenfor disse, foretages en almindelig budgettering af byggeriet vil det uden større besvær være muligt at beregne totaløkonomen af den valgte løsning.

Der kan være benyttet kriterier, der har til formål at fremme en *effektiv drift*, navnlig i form af et lavere energiforbrug. Eksempelvis en instruktiv overdragelse af bygningen til driftspersonalet, læsevenlig og aktivitetsorienteret brugervejledning, gennemtænkning af driften under projekteringen, herunder valg af installation af målere samt driftsplaner – for forsyning, vedligehold og rengøring – der vil kunne reducere forbruget af ressourcer som energi, vand og materialer. Det kan ligeledes have betydning, om bygningen har tilpasningsevne, der vil reducere ressourceforbruget og dermed totaløkonomien ved ændringer på grund af ny teknologi, nye brugere, nye ejere m.v.

Endelig kan der være kriterier, der registrerer og dokumenterer *processerne* i gennemførelsen af et byggeri som programmering, udbud og samarbejde, hvor det giver point, hvis der er lagt vægt på miljømæssige kompetencer. Disse kriterier kan være suppleret med kriterier vedr. samarbejde og processer, der fremmer gennemtænkning af miljøforhold.

Der er her set bort fra kriterier, der vil kunne have betydning for totaløkonomien i en bredere betydning. Eksempelvis kriterier vedr. sikkerhed i selve bygningen som belysning og klar skiltning, der gør bygningen mere brugervenlig og salgbar.

6.2 Litteraturstudier om totaløkonomi

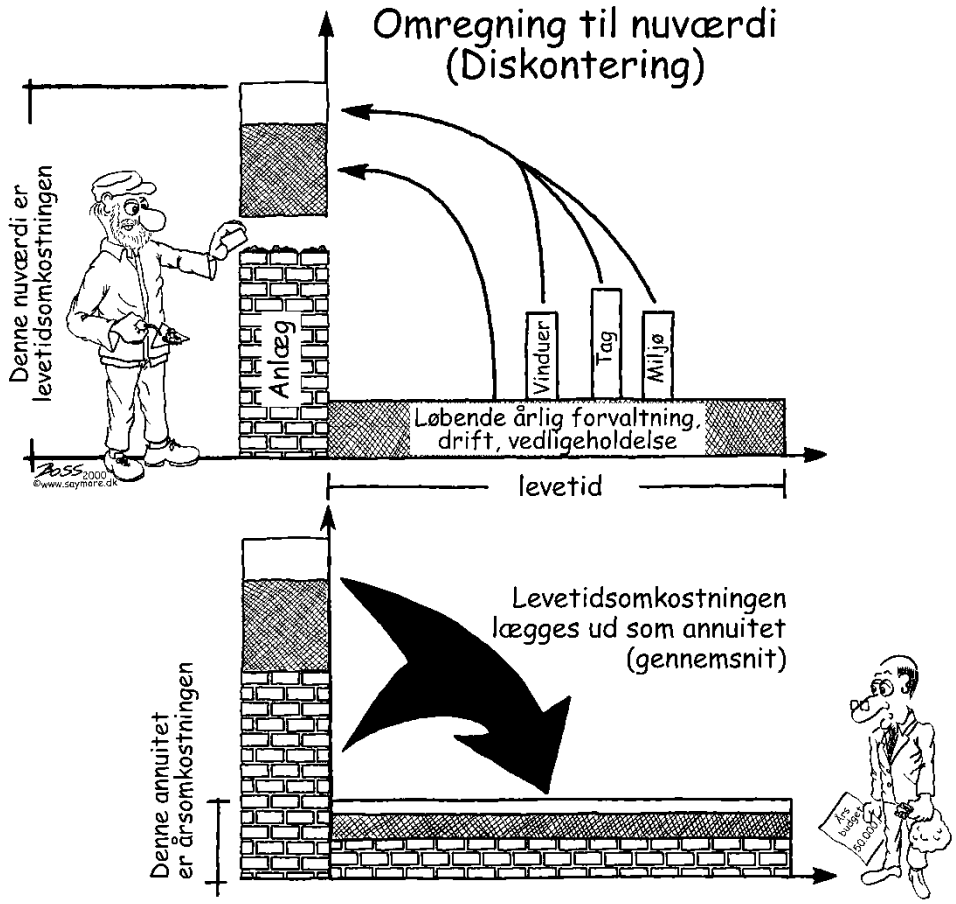
I dette afsnit gennemgås udvalgte dele af litteraturen om totaløkonomiske vurderinger og særlige undersøgelser vedr. effekten i bæredygtigt byggeri.

6.2.1 Totaløkonomiske principper og værktøjer

Totaløkonomi handler om at inddrage de samlede levetidsomkostninger i beslutningsprocessen omkring byggeri eller renovering, og ikke blot betragte anlægsudgiften. Totaløkonomi eller levetidsomkostninger kan således lidt forenklet betragtet forstås som summen af et byggeris anlægsomkostninger og dets driftsomkostninger over tid. Ofte kan der spares penge over tid ved at undersøge forskellige løsninger i et levetidsperspektiv og inddrage alle fremtidige omkostninger i vurderingen.

Levetidsomkostninger består af kapitaludgifter til anlæg, ombygning, modernisering og tilbygning - og fremtidige udgifter til forvaltning (fx skatter, afgifter, administration), drift (fx personale, renhold og forsyning) og vedligehold (løbende og periodisk). For hvert alternativ sammenlægges alle byggeopgavens omkostninger i en fastlagt levetid. Beløbenes størrelse og betalingstidspunkt i løbet af levetiden er som regel meget forskellige. Derfor omregnes disse beløb, så de bliver sammenlignelige.

En „fremtidig krone“ har normalt en mindre værdi end en „nutidig krone“. For at sammenligne alternativerne skal alle beløb henføres til det samme tidspunkt. Det valgte tidspunkt er principielt ligegyldigt, hvis blot alle udgifter henføres hertil. Omregningen fra „individuelle“ tidspunkter til et fælles sammenligneligt tidspunkt kaldes med et fagudtryk for „diskontering“ til nuværdi eller nutidsværdi. Herefter kan nutidsværdien lægges ud som en annuitet over beregningsperioden, dvs. en gennemsnitlig årlig omkostning. Princippet er illustreret på figur 6.1.



Figur 6.1: Omregning til nutidsværdi (diskonteringsprincippet). Kilde: Haugbølle Hansen et al. 2000.

For at understøtte brugen af totaløkonomiske vurderinger er der både i Danmark og udlandet udarbejdet adskillige værktøjer i form af:

- Vejledninger til projekterende og beslutningstagere (se fx Bjørberg et al. 1993).
- IT-baserede beregningsværktøjer som fx TRAMBOLIN til alment byggeri og Forsvarets Bygningstjenestes værktøj til brug for statsligt byggeri (By- og Boligministeriet 2001).
- Opslagsværker om levetider som fx afskrivningstabellerne for andelsboliger og forsikring samt BURs levetidstabel (Byggeriets Udviklingsråd 1985).
- Nationale og internationale standarder for totaløkonomiske beregninger, driftsprincipper, opgørelse af økonomiske nøgletal og udspil fra EU-kommissionen til en fælles europæisk metodebeskrivelse (se fx ISO 156868 – Part 5, 2008).
- Databaser med nøgletal for fx opførelse og drift af alment boligbyggeri, byggeskader og benchmarking af facility management for især administrationsbyggeri (www.dfm-benchmarking.dk).
- Erfaringsopsamlinger fra fx England, Danmark og Norden (Thorsnes et al. (red.) 2001).
- Sammenkobling af totaløkonomi, service life planning og miljøvurderinger findes i betydeligt mindre omfang (se dog Haapio 2008).

- Historiske analyser af bygningers drifts- og vedligeholdsøkonomi er sjældne, men Bejrum et al. (1996) er en vigtig undtagelse.

6.2.2 Undersøgelser af økonomiske effekter

Når det gælder de økonomiske effekter i bæredygtigt byggeri ved brugen af totaløkonomiske beregninger, har regeringen i Californien ved Sustainable Building Task Force i 2003 gennemført en undersøgelse af økonomien i Green Buildings (Kats et al. 2003). Der er indsamlet data fra 25 LEED-certificerede kontorbygninger og 8 LEED-certificerede skoler beliggende i USA. Byggeomkostningerne er sammenlignet med de omkostninger for de samme bygninger, hvis de var blevet opført som konventionelle bygninger.

Det konkluderes, at de totaløkonomiske fordele langt opvejer meromkostningerne ved udførelsen. Det koster mindre end 2 % i meromkostninger i gennemsnit at bygge bæredygtigt, og de totaløkonomiske fordele opgøres til 10 gange så store. De totaløkonomiske fordele er knyttet til besparelser i energi, vand og affald samt reducerede udgifter til drift og vedligehold. Disse besparelser alene er større end meromkostningerne ved udførelsen.

Dertil kommer større produktivitet og bedre sundhed, der er målt til 8 til 10 gange meromkostningerne ved udførelse. Grundlaget for denne vurdering er en række undersøgelser, der har analyseret sammenhængen mellem en bygnings egenskaber, som ventilation, belysning, dagslys og indeklima, og de ansattes produktivitet og velbefindende.

I kontorbygninger udgør personaleudgifterne 60 til 75 % af de samlede udgifter, mens driftsudgifterne til bygningen udgør omkring 10 %. Ved kun at se på energibesparelserne ved at bygge grønt går muligheder for at udnytte andre fordele tabt. Med andre ord spiller fordelene i form af større produktivitet og bedre sundhed en væsentlig rolle.

Tallene er et gennemsnit for de fire bedømmelseskategorier i LEED. Ved større meromkostninger kan opnås tilsvarende større fordele. Se tabel 6.1.

Kategori	20-års NPV
Energiforbrug	$5.79
Emissioner	$1.18
Vandforbrug	$0.51
Affald (kun opførelse af byggeri) – 1 år	$0.03
Drift og vedligehold	$8.47
Produktivitet og sundhed (niveau: certificeret og sølv)	$36.89
Produktivitet og Sundhed (niveau: guld og platin)	$55.33
Fradrag for ekstra investeringer	$4.00
Total 20-års NPV (niveau: certificeret og sølv)	$48.87
Total 20-års NPV (niveau: guld og platin)	$67.31

Tabel 6.1: Økonomiske fordele ved grønne bygninger opgjort som nettonutidsværdi (NPV) over 20-års periode (US$ pr. kvadratfod). Kilde: Oversat efter Kats (2003: ix)

I en senere amerikansk undersøgelse af 30 skoler undersøges meromkostningerne ved at bygge "grønt" og de totaløkonomiske effekter i sammenligning med at bygge traditionelt (Kats 2006). Meromkostningerne til opførelse er mindre end 2 %, og medfører økonomiske fordele, der er 20 gange større.

Kun en mindre del af disse fordele, i form af reducerede omkostninger til forbrug af energi, vand og sundhedsomkostninger bl.a. forsikringer, ender dog hos skolen. Men de udgør dog fire gange meromkostningerne. Den største del gavner samfundet i form af bedre uddannelser.

I England har undersøgelser af "grønt kontorbyggeri" vist, at fordelene for de beskæftigede i form af større produktivitet og dermed mindre lønudgifter for virksomheden kan opgøres til 6 gange energibesparelserne over 20 år (Edwards 2006). Der er således meget mere at hente på produktivitet og sundhed end på reducerede energiudgifter.

Meromkostninger ved at bygge grønt kan formindskes ved at vælge den rette strategi ved planlægning og projektering (Syphers 2003). I hidtidig praksis har meromkostningerne i nyt byggeri varieret mellem 0-2,5 % for LEED-klassificeringen ***certificeret*** og op til 5-8,5 % for klassificeringen ***platin***.

I en delundersøgelse i Seattle er der over de seneste år dokumenteret en udvikling mod lavere meromkostninger. I 2000 varierede meromkostningerne til et LEED ***sølv*** certifikat mellem 4 % for store byggerier og op til 6 % for små projekter. I 2003 var disse omkostninger for alle projekter reduceret til nær 0 %. Konklusionen er derfor, at det er muligt ved valg af strategi at bygge til normale omkostninger og opnå et certifikat.

En hensigtsmæssig strategi omfatter nøje programmering af ambitionsniveau, ekstraomkostninger til projektering, tværfagligt samarbejde, tidlig inddragelse af entreprenør og vvs-installatør, brug af en god energiberegningsmodel samt opmærksomhed om dagslys og god isolering.

Ifølge Nelson et al. (2010) er lejerne og brugerne interesserede i grønne bygninger. En undersøgelse har vist, at 89 % vil betale op til 10 % mere i leje for en bæredygtig bygning. Det kan dog være nødvendigt, at det offentlige påvirker anvendelsen af certificeringsordninger, da markedsmekanismen er ufuldstændig. Det skyldes et misforhold mellem privatøkonomiske interesser og de samfundsmæssige omkostninger ved CO_2-udledninger.

6.3 Analyser af de fire certificeringsordninger

I dette kapitel er omfanget og karakteren af totaløkonomiske kriterier I de fire certificeringsordninger til måling af bæredygtighed gennemgået.

6.3.1 LEED

Når det gælder *økonomiske forhold*, indeholder LEED ikke kriterier, der direkte behandler anlægs- og totaløkonomiske beregninger jfr. gruppe **A**.

I gruppe **B** er der bl.a. et kriterie for optimering af energiforbrug, hvor der tildeles point efter bygningens forbrug sat i relation til et standard basisforbrug. Endvidere sættes brug af vedvarende energi i relation til bygningens samlede forbrug i omkostninger.

Ved renovering præmieres genbrug af materialer, minus sundhedsfarlige materialer, idet der tildeles point efter det procentvise forbrug målt i omkostninger i relation til de samlede byggeomkostninger.

Ved vurderingen af vandforbruget beregnes et basisforbrug – toilet, køkken, vask m.v. – efter faste retningslinjer. Der tildeles derefter point efter, hvor mange procent forbruget nedsættes.

For disse kriterier er tildelingen af point baseret på mængder, der vil kunne bruges i (partielle) totaløkonomiske beregninger.

I gruppe **C** er der bl.a. kriterier for overdragelse af bygningen og installationer samt for optimering af energiforbrug.

I gruppe **D** behandles de traditionelle processer ved projektering, udførelse og drift ikke. Men der åbnes for tildeling af point, hvis der er tale om innovationer efter nærmere retningslinjer, der omfatter emner som formål og designstrategi.

Omdrejningspunktet for *udbredelsen af* LEED certifikater er Green Building Certification Institute, der blev oprettet i 2008. Ordningen er frivillig. Den overvejes som et krav i visse delstater i USA.

Siden 2003 har det været et krav hos den føderale bygherre for kontorbyggeri GSA, at der i alle byggerier skal bruges og opnås en LEED-certificering (Fowler og Rauch 2006). Der lægges vægt på, at der er tale om samme ordning, så udviklingen kan registreres, og der kan sammenlignes med andre byggerier, ligesom bygningens egenskaber kan dokumenteres.

Flere end 3.000 bygninger i USA (boliger udeladt) er blevet certificeret, og flere end 17.000 bygninger er registreret og potentielle modtagere af et certifikat. Der er udstedt certifikater svarende til små 20 mio. kvadratmeter kontorbyggeri. Knap 30.000 personer deltager hvert år i LEED workshops.

Det er primært kommercielle selskaber, der med 51 % af de udstedte certifikater har benyttet LEED. Det offentlige, den føderale regering og delstater, har modtaget 26 % af certifikaterne og non-profit bygherrer har modtaget 12 %.

USGBC har opgivet, at indtægten ved udlejning af LEED bygninger pr. kvadratmeter er væsentlig højere end traditionelle bygninger – for 2008 ca. 30 %. Tilsvarende er udlejningsgraden ca 5 % højere og salgsprisen vurderes at være 60-70 % højere (Foredrag BEC 2010).

Der er i USA endvidere registreret væsentlige reduktioner i ressourceforbruget i LEED-certificerede bygninger, og der oplyses tal i størrelsesordenen 30 % på energi, 30-50 % på vand og 50-90 % på affald. For brugerne af bygningerne er der også fordele i form af 2-16 % højere produktivitet i kontorbyggeri, 20 % bedre præstationer i skoler, og kortere indlæggelsestider på hospitaler, hvor patienter kan hjemsendes 2½ dag tidligere (Foredrag BEC 2010).

6.3.2 BREEAM

Når det gælder *økonomiske forhold,* er der et kriterie vedr. totaløkonomiske beregninger, jf. beskrivelsen af gruppe **A** kriterier. Kriteriet findes i hovedgruppen ***ledelse***, som kan give 10 point og tæller 12 % i nyt byggeri.

Kriteriet vedr. totaløkonomi kan give 2 point i alt, og udgør dermed ca. 2 % af den samlede certificeringsordning. Kriteriet består af følgende, der skal dokumenteres, før det første point er opnået:

- En totaløkonomisk beregning under projekteringen,
- der skal indeholde følgende: udførelsen, driften (minimum forsyning), vedligehold og bortskaffelse.
- hvor der benyttes levetider på 25/30 år henholdsvis 60 år ved såvel løbende priser som tilbagediskontering.
- Mindst to af følgende emner er analyseret på såvel strategisk som system niveau: råhus, facader, installationer og finisharbejder, hvor forskellige alternativer er sammenlignet,
- med det resultat, at løsninger med laveste totaløkonomi er valgt under forudsætninger om laveste energiforbrug og vedligehold samt længere udskiftningsintervaller og genbrug af byggekomponenter,
- og modellen er blevet opdateret under projekteringen.

Det andet point opnås, hvis det første er nået, og resultaterne er blevet indarbejdet i detaljeringen af projektet og udførelsen.

I gruppe **B** er der eksempelvis kriterier vedr. forbrug af energi og vand. For energi tildeles således point efter, hvor meget energiforbruget i den aktuelle bygning er lavere end de lokale forskrifter.

I gruppe **C** findes bl.a. et kriterie for commissioning. Det første point vurderes her efter en nærmere fastlagt fremgangsmåde, der bl.a. indeholder faseopdeling af overdragelsen, antallet af fagentreprenører og organiseringen. Et yderligere point tildeles efter bestået første point og brug af nærmere retningslinjer i form af bedste praksis manualer.

I gruppe **D** indeholder kategorien ***ledelse*** et kriterie for "Constructors' Environmental & Social Code of Conduct", hvor der gives points efter, hvorvidt entreprenøren efterlever en særlig kodeks, der tager hensyn til miljø- og arbejdsmiljøforhold på byggepladsen.

BREEAM har opnået en stor udbredelse. 116.000 bygninger er certificeret efter BREEAM og 714.000 er registrerede og dermed undervejs til et certifikat. Ordningen blev etableret i 1990 og er siden benyttet som udgangspunkt ved etableringen af andre ordninger.

Offentlige bygninger i England skal efter nærmere retningslinjer certificeres.

6.3.3 DGNB

Når det gælder *økonomiske forhold* indeholder DGNB et kriterie, hvor tildelingen af point er baseret på direkte beregninger af totaløkonomi, jf. gruppe **A** kriterier. Dette kriterie er kaldet "Building-related Life Cycle Costs (LCC)".

Der regnes på levetidsomkostningerne over 50 år, som omfatter projektering og udførelse, drift som "follow-up costs" – de bygningsspecifikke omkostninger – og nedrivning, inkl. bortskaffelse. Ved beregningen bruges summen af anlægsomkostningerne og de tilbagediskonterede driftsomkostninger (NPV). Der udføres beregninger under projekteringen i forbindelse med præcertificeringen og efter afslutningen af byggeriet. Der skal bruges fastlagte værdier for rente og for levetiden af forskellige materialer, ligesom selve me-

toden for beregningen er beskrevet i en standard, som er med til at sikre, at beregninger er sammenlignelige. Firmaer kan erhverve og tilbyde beregninger efter denne standard.

For levetiderne anvendes for hvert materiale eller komponent den sandsynlige tid før udskiftning, der er fastlagt i en tabel. Grundlaget er en række forskningsrapporter. Der benyttes de gennemsnitlige levetider. Det er muligt at ændre på levetiden i beregningerne, hvis der er gode argumenter for det.

Bygningen er til brug for beregningerne opdelt i fastlagte elementer. Anlægsomkostninger og driftsomkostninger vurderes i den enkelte sag i henhold til disse elementer. Ved beregningen efter byggeriets afslutning bruges de realiserede byggeomkostninger, medens driftsomkostningerne føres ajour efter en (fornyet) vurdering af de konkrete stedlige forhold, eksempelvis forsyningspriser og lønforhold.

Kriteriet for totaløkonomi udgør sammen med kriteriet ”værdistabilitet”, de eneste kriterier i kategorien ***økonomisk kvalitet***. Kriteriet om totaløkonomi kan maksimalt opnå 30 point ud af i alt 50 for hele kategorien, som i den samlede bedømmelse vægtes med 22,5 %. Totaløkonomi udgør dermed hele 13,5 % af hele DGNB-certificeringsordningen.

I gruppe **B** er der eksempelvis et kriterie vedr. minimering af energiforbruget og maksimering af brugen af vedvarende energi. De aktuelle energiforbrug i den kommende bygning over 50 år sammenlignes med forbrug i en referencebygning og forbruget af vedvarende energi vurderes i relation til det samlede energiforbrug.

I gruppe **C** er der overlap mellem kriteriet "værdistabilitet" og kriterierne "areal effektivitet" og "nemhed ved nedbrydning". Det betyder, at der sker/kan ske en dobbelttælling af visse forhold, hvilket er tilstræbt.

Kriterierne omfatter bygningens tilpasningsevne ved nye behov pga. organisationsændringer, nye brugere mv. Jo bedre bygningen er til at klare ændringer, desto bedre. Metoden er kontrol/dokumentation af en række emner som bygningens modularitet, bygningens disponering og installationer. Der lægger en tysk standard for arealer til grund for vurderingen.

I gruppe **D** er der kriterier, der har karakter af generel vejledning til bygherrer med en miljømæssig vinkling. Det er kriterier, der minder om Bygherrevejledningen for offentligt byggeri i Danmark, med emner som kortlægning af byggebehov, kunst i bygningen, organisering af byggeprocessen, konkurrencer, udbud, kvalitetssikring, plan for vedligeholdelse og overdragelse.

Omdrejningspunktet for *udbredelsen af* DGNB udspringer af drøftelser om miljøforhold i byggeriet med en bred deltagelse fra investorer, forbrugere og byggevirksomheder, der kulminerede med oprettelsen af det tyske miljøbyggeråd DGBN. Medlemskredsen er i løbet af kort tid vokset eksplosivt til ca. 800 medlemmer, hvilket tages som udtryk for en stor interesse. Til dato er udstedt 85 certifikater, inkl. præ-certifikater, hvor byggeriet endnu ikke er afsluttet og endelig certificeret.

Der er to hoveddrivkræfter: investorer og virksomheder, der gerne vil forene miljøholdninger med marketing. Et incitament er også, at brugen af DGNB vil indebære mindre risiko ved gennemførelsen af et byggeri. Det ser ud til, at

der er på baggrund af opmærksomheden i samfundet for miljøforhold er skabt en slags national (bygge) "team spirit" for mere bæredygtigt byggeri, der drives frem af kommercielle interesser.

Forbindelsen til de føderale myndigheder er ikke særlig stærk – tværtimod synes disse at have skabt deres egen opfattelse af bæredygtighed. På delstat niveauet er der varierende interesse. I ingen delstater er der endnu lovkrav om brug af bæredygtighedscertificering af byggeri (Foredrag BEC).

Der er endnu ikke udført undersøgelser af effekterne af ordningen hos investorer og virksomheder, men en række argumenter for ordningens fordele fremføres såsom mindre risiko, mere sikker budget- og projektplanlægning, et aktivt bidrag til bæredygtighed, stærkere markedsføring mv.

6.3.4 HQE

Når det gælder *økonomiske forhold* indeholder HQE ikke kriterier, jf. gruppe **A.**

I gruppe **B** er der bl.a. kriterier, der præmierer et lavere forbrug af energi og vand. Eksempelvis sammenlignes energiforbruget i den konkrete bygning efter en beregningsmodel med tilsvarende i en referencebygning baseret på lokale krav. Der gives points for reduktioner af energiforbruget fra 20 % til nul energiforbrug.

I gruppe **C** er der eksempelvis et kriterie, der præmierer overvejelser under projekteringen om den senere drift. Det kan være let adgang til installationer og valg af enkle betjeningsvenlige installationer.

I gruppe **D** har HQE ingen direkte kriterier. Men det tværfaglige samarbejde med inddragelse af alle de involverede i en byggesag understreges.

For at *udbrede* ordningen argumenteres for, at brugen af ordningen udover miljømæssige forhold har betydning for sociale og funktionelle forhold (som sundhed, færre indirekte omkostninger og færre ulykker på byggepladsen) samt økonomiske forhold (som styring af anlægsomkostninger, bedre samarbejde og udvikling af nye materialer).

Der er ingen undersøgelser af de økonomiske effekter af brugen af HQE i Frankrig.

Det er dog opfattelsen, at HQE har medført en større opmærksomhed og synlighed om miljømæssige forhold. Der er konstateret reduktioner i energi- og vandforbrug og indflydelse på byggebestemmelser.

Der synes at være modvilje fra arkitekter, da HQE anses for ingeniørtungt, og udelukke arkitektoniske udtryksformer. Det er integreret design, der giver fordele, men ikke nødvendigvis certificering. (Foredrag i BEC). Det blev endvidere nævnt, at HQE er kompliceret at bruge for bygherrer, men hos bygherrer og investorer har en status som et godt kvalitetsmærke.

6.4 Diskussion og konklusion

I dette kapitel vurderes kriterierne for totaløkonomi på tværs af de fire certificeringsordninger. På dette grundlag stilles forslag til brug af totaløkonomiske kriterier ved certificering i Danmark.

6.4.1 Oversigt og erfaringer

Erfaringerne fra gennemgangen af de fire ordninger om brug af totaløkonomiske beregninger er samlet i fire hovedgrupper af kriterier (se tabel 6.2 for en oversigt).

Erfaringerne fra disse analyser viser, at kriterier i gruppe **A** for egentlige *totaløkonomiske beregninger* kun findes i BREEAM og DGNB. Kravene til vurderingerne af totaløkonomi i de to ordninger adskiller sig på to væsentlige punkter. For det første har DGNB lagt en række parametre som fx rente og levetider af byggematerialer fast på forhånd, og en standardiseret beregningsmetode forudsættes benyttet. BREEAM lægger derimod hovedvægten på processen og stiller krav til omfanget af beregninger af totaløkonomi og deres anvendelse i projekteringen.

En anden væsentlig forskel mellem de to ordninger er vægtningen af de økonomiske kriterier. Den største vægt på totaløkonomi findes hos DGNB, hvor kriteriet udgør 13,5 % af ordningen. I BREEAM vægter totaløkonomi kun ca. 2 %.

Gruppe **B** omfatter kriterier, der er baseret på mængdeopgørelser med mulighed for at beregne en (potentiel) *partiel totaløkonomi.* De kan findes i alle ordningerne, hvor vurderingen af nogle kriterier er baseret på en kvantitativ opgørelse af brugsmængder ved valget af konkrete løsninger. Denne opgørelse spiller en rolle ved tildelingen af point. Det sker typisk ved valg af installationer, der kan nedsætte forbruget af energi og vand. I det omfang de miljømæssige overvejelser følges op med almindelig budgettering af byggeriet, herunder af de valgte løsninger, vil det være muligt at beregne de enkelte løsningers totaløkonomi relativt enkelt. Det er dog ikke en del af ordningerne.

Gruppe **C** omfatter kriterier, der har til formål at fremme en *effektiv drift,* navnlig ved et lavere energiforbrug og dermed en reduktion af driftsomkostningerne. Alle ordningerne indeholder i større eller mindre omfang sådanne kriterier, der er baseret på kvalitative vurderinger af de udførte – og dokumenterede – processer. Eksempler på skridt, der belønnes, er en gennemtænkning af driften under projekteringen, en effektiv tilrettelagt overdragelse af bygningen til driftspersonalet og en instruktiv brugervejledning. Også kriterier for bygningens tilpasningsevne til ny anvendelse, effektiv brug af arealer og installation af synlige målere hører til i denne gruppe. Om end disse kriterier kan have indflydelse på driften, er det dog ikke muligt at kvantificere effekten i økonomiske termer.

Gruppe **D** omfatter kriterier, der registrerer de generelle *processer* ved gennemførelsen af et byggeri som programmering, udbud og samarbejde. Her giver det point, hvis der har været en miljømæssig og tværfaglig vinkling af arbejdet. Eksempelvis lægges vægt på miljømæssige kompetencer ved udvælgelse af virksomheder til konkurrencer, ved tildeling af opgaver og ved udførelse af kvalitetssikring. I vurderingen af processerne lægges vægt på, at der er taget hensyn til miljømæssige aspekter og dermed – antages det for-

mentligt – indirekte til såvel anlægs- som driftsomkostninger. Navnlig DGNB indeholder kriterier, der har karakter af bedste praksis for processer og samarbejdet ved gennemførelsen af et byggeri. I HQE er de miljømæssige kriterier knyttet til en samtidig anvendelse af principperne i ISO 14001 om miljøledelse. Der er på dette grundlag udviklet en særlig model (SMO – Operation Management System) for processerne i et byggeri med en miljømæssig vinkel.

6.4.2 Incitamenter og gennemslagskraft

BREEAM og LEED har fordel af flere års indarbejdelse, mens DGNB først blev introduceret for et par år siden med udgangspunkt i en bred sympati for bæredygtighed i byggekredse. HQE tager afsæt i en række tidligere initiativer om mere systematiske vurderinger af bygningers kvalitet som vejledning for projekterende arkitekter og ingeniører.

Det er et gennemgående træk for alle ordningerne, at der kun er få systematiske undersøgelser af deres gennemslagskraft og incitamenter for at bruge ordningerne. Derimod argumenterer alle ordningerne for brugen med henvisninger til prosabeskrivelser om bygningers betydning for det fysiske miljø såvel ved anlæg som i drift.

Måles gennemslagskraften efter antallet af certificeringer har BREEAM opnået en betydelig udbredelse – også internationalt – og er nu et krav i offentligt byggeri i England. LEED er et krav hos den amerikanske føderale bygherre GSA, der hovedsageligt står for kontorbyggeri. Ordningen bruges ligeledes internationalt – navnlig indenfor kontorbyggeri. DGNB og HQE har ikke på samme måde opbakning fra det offentlige, men er anerkendt som et kvalitetsmærke.

Når det gælder incitamenter er der kun få dokumenterede data om de økonomiske og andre incitamenter til at certificere bygninger. For LEED og BREEAM er der dog undersøgelser, der viser, at certificerede bygninger har en række økonomiske fordele i sammenligning med ikke-certificerede bygninger i form af lavere driftsudgifter, større salgsværdi, højere indtægter ved udlejning og bedre komfort.

På trods af, at der kun er et mindre antal undersøgelser af sammenhængen mellem brugen af certificeringsordningerne og de økonomiske effekter, er det på basis af analyserne vurderingen, at brugen af en ordning på et tidligt tidspunkt under projekteringen skærper opmærksomheden om miljøforhold og mere generelt også om kvaliteten og reducerer risici. I samme retning peger også, at der følges op på vedtagne miljøløsninger under projekteringen og udførelsen samt kravet om dokumentation, hvis bygningen skal certificeres.

I praksis betyder det, at der opnås et mere miljøvenligt byggeri med totaløkonomiske ressourcebesparelser.

6.4.3 Forslag

Forslagene i det følgende til et videre arbejde i Danmark med en certificeringsordning til måling af bæredygtighed tager afsæt i erfaringerne med ordningerne og fremlagte synspunkter om en ønskelig udvikling i dansk byggeri - som et mere miljøtilpasset byggeri, brug af ydeevnekrav, totaløkonomiske beregninger og større social bevidsthed (CSR).

Forslag 1 relateret til Gruppe **A** kriterier: Det kan overvejes at basere kriterier vedr. anlægs- og totaløkonomi i en dansk certificeringsordning på den tyske model i DGNB, som rummer en standardiseret metode til gennemførelse af beregningerne. Især vil et fælles referencegrundlag i form af prædefinerede beregningsperioder, levetidstabeller, rentesatser mv. være af stor værdi. Denne model vil med fordel kunne suppleres med principperne i BREEAM vedr. brugen af resultaterne i byggeprocessen. Vægtningen af økonomi bør vurderes nærmere.

Forslag 2 relateret til Gruppe **B** kriterier: Alle ordningerne rummer i større eller mindre udstrækning kvantificeringer af en række driftsrelaterede forbrug eksempelvis vand og energi. Det vil således være relativt overkommeligt at supplere den miljømæssige vurdering med en (partiel) totaløkonomisk vurdering af bygningsdele som installationer, vinduer, tag, facader og målere.

Forslag 3 relateret til Gruppe **C** kriterier: Som det fremgår af litteraturstudiet, kan der være totaløkonomiske fordele ved en øget miljømæssig indsats, men den helt store potentielle gevinst ligger i forbedringer af produktivitet og sundhed for medarbejderne i fx kontorbygninger og skoler. De gængse totaløkonomiske værktøjer i Danmark har dog alene fokuseret på bygningen som sådan og driften af bygningen. Derimod mangler vi værktøjer og datagrundlag, som på systematisk vis kan synliggøre koblingen mellem bygningsdriften og kerneforretningens aktiviteter. Parallelt med tilpasningen af en eksisterende certificeringsordning foreslås det, at der igangsættes et udviklingsprojekt med det formål at udvikle et værktøj, der kan koble og kvantificere bygningsindretning, bygningsdriften og dens potentielt gunstige effekt på kerneforretningen i bygningen fx vedrørende bygningens arealeffektivitet og tilpasningsevne til fremtidige ændringer.

Forslag 4 relateret til Gruppe **D** kriterier: De fleste af ordningerne giver point for initiativer, som vi intuitivt antager, har betydning for det færdige resultat i form af bedre økonomi eller miljø. På den måde er ordningerne normative – de foreskriver så at sige en form for bedste praksis vedr. byggeprocessen og driftsprocessen. Imidlertid har disse ordninger ikke gjort meget ud af rent faktisk at analysere, om disse antagelser og normative handlingsanvisninger også holder i praksis. Etableringen af en dansk certificeringsordning er en unik mulighed for at koble analyser af økonomi, miljø og byggeprocessens forløb sammen. Ved en passende indretning af en dansk certificeringsordning vil datamaterialet fra de certificerede bygninger kunne give et unikt indblik i hvilke parametre, der har mest betydning. Spørgsmål som fx "giver partnering større sandsynlighed for et godt miljømæssigt og økonomisk resultat?" kunne dermed besvares. I stedet for at kopiere en af de eksisterende ordningers spørgsmål/kriterier om byggeprocessen foreslås, at man forsøger at formulere de fem vigtigste spørgsmål, som man ønsker svar på vedr. byggeprocessens betydning for (total)økonomi og miljø. Hvad virker, og hvad virker tilsyneladende ikke? Disse spørgsmål skal udformes på en sådan måde, at man kan designe certificeringsordningen, så vi over tid kan få disse svar. Dermed kan vi i langt højere grad målrette vores miljøindsats indenfor byggeriet mod det, som batter.

6.5 Sammenfatning

I dette afsnit sammenfattes analyserne af kriterier vedr. anlægs- og totaløkonomi i de fire certificeringsordninger.

Metodisk er analysen i dette kapitel baseret på informationer hentet fra de respektive ordningers hjemmesider, møder i Byggeriets Evaluerings Center, herunder opfølgende interviews om ordningerne med de respektive foredragsholdere, gennemgang af de udførte afprøvninger på to danske byggerier samt litteraturstudier vedr. totaløkonomiske vurderinger og miljøvurderinger.

Der er i gennemgangen af certificeringsordningerne foretaget en opdeling af de **relevante kriterier for anlægs- og totaløkonomi** i fire grupper:

- *Gruppe **A** kriterier* omfatter direkte beregninger af totaløkonomi.
- *Gruppe **B** kriterier* omfatter kvantitative opgørelser af mængder, som kan bruges til (partielle) beregninger af totaløkonomien.
- *Gruppe **C** kriterier* omfatter foranstaltninger, som har til formål at fremme en ressourcebesparende drift.
- *Gruppe **D** kriterier* dokumenterer processer, som indirekte kan have betydning for driftsøkonomien i form af et reduceret ressourceforbrug.

Tabel 6.2 viser kriterier med størst betydning for anlægs- og totaløkonomiske vurderinger. For grupperne B, C og D er kun medtaget **eksempler** på kriterier i den pågældende gruppe.

Gruppe	BREEAM	LEED	DGNB	HQE
A	Totaløkonomi	-	Totaløkonomi	-
B	Energieffektivitet	Energioptimering	Total primært energibehov mv.	Reduktion af primært energiforbrug
	Vandforbrug	Reduktion af vandforbrug	Vandforbrug	Drikkevandsforbrug
C	Brugermanual	Måling og verifikation	Værdistabilitet	Tilpasningsdygtighed
	Vand- og energimålere	Udvidet idriftsættelse	Arealeffektivitet	Driftsvenligt design
D	Miljøledelse hos entreprenør		Integreret planlægning	Brug af ISO 14001
			Dokumentation for bæredygtighed ved licitation	

Tabel 6.2: Oversigt over relevante kriterier vedr. anlægs- og totaløkonomi

Sammenfattende er det alene DNGB og BREEAM, der direkte kan inspirere til udvikling af kriterier vedr. egentlige (total)økonomiske beregninger i en dansk certificeringsordning (gruppe A). Der er dog også i de andre grupper af kriterier flere ideer blandt alle ordningerne, der kan være relevante for det videre arbejde i Danmark.

De økonomiske effekter ved at anvende certificeringsordningerne er beskrevet for LEED og BREEAM på grundlag af amerikanske og engelske undersøgelser. Det er primært kontorbyggeri, der er blevet undersøgt. For begge disse ordninger er resultaterne, at det kan betale sig (total)økonomisk at bygge grønt og benytte målene i ordningerne. For DGNB, der først blev introduceret for et par år siden, er det endnu ikke muligt at vurdere de økono-

miske effekter. For HQE er ikke fremlagt undersøgelser om (total)økonomiske effekter.

Der er kun begrænsede systematiske erfaringer om ordningernes **gennemslagskraft og incitamenter.** Et gennemgående træk er generelle argumenter om behovet for en større bevidsthed om miljømæssige forhold i byggeriet og en reduktion af byggeriets påvirkning af miljøet.

På grundlag af analyserne og vurderingen af ordningernes effekter stilles følgende **forslag** vedr. inddragelse af anlægs- og totaløkonomiske kriterier i et videre arbejde med certificering af bæredygtigt byggeri i Danmark:

- 1. Der opstilles et kriterie for anlægs- og totaløkonomi med udgangspunkt i certificeringsordningerne DGNB og BREEAM.
- 2. Uanset valg af ordning kan kriterier med kvantitative mængeopgørelser relativt overkommeligt suppleres med (partielle) totaløkonomiske vurderinger.
- 3. Der udvikles et værktøj, der kan koble og kvantificere bygningsindretning, bygningsdriften og deres potentielt gunstige effekt på kerneforretningen i bygningen.
- 4. Man formulerer de fem vigtigste spørgsmål vedr. byggeprocessens betydning for (total)økonomi og miljø. Disse spørgsmål skal udformes på en sådan måde, at man kan designe certificeringsordningen, så vi over tid kan få disse svar.

7 LITTERATUR

Bejrum, Håkan; Hanson, Rune & Johnson, Bertil G. (1996). *Det levande husets ekonomi: livscykelekonomiska perspektiv på drift och förnyelse.* Stockholm: Byggforskningsrådet.

Bjørberg, Svein; Eide, Ina & Stang, Eigil (1993). *Årskostnader. Bok 1. Beregningsanvisning for bygninger.* Oslo: Norges Byggforskningsinstitut & Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF).

Byggeriets Udviklingsråd (1985). *Planlægning af driftsvenligt byggeri – en anvisning.* København: Byggeriets Udviklingsråd.

By- og Boligministeriet (2001). *Vejledning om udarbejdelse af totaløkonomiske beregninger i statslig byggevirksomhed.* København: By- og Boligministeriet.

Nelson, A. J.; Rakau, O. & Dörrenberg, P. (2010). *Green buildings. A niche becomes mainstream*. Frankfurt am Main: Deutsche Bank Research. April 12.

Edwards, Brian. Benefits of Green Offices in the UK: *Analysis from Examples Built in the 1990s*. Sustainable Development Sust. Dev. 14, 190-204 (2006).

Fowler, K. M. og Rauch, E. M. (2006). *Sustainable Building Rating Systems Summary*. Pacific Northwest National Laboratory

Haapio, Appu (2008). *Environmental assessment of buildings.* Espoo: Helsinki University of Technology. TKK Reports in Forest Products Technology: Series A2.

Haugbølle Hansen, Kim; Henriksen, Kjeld Roger & Østergaard, Jens (2000). *Totaløkonomi i beslutningsprocessen.* Hørsholm: Byggeriets Udviklingsråd.

ISO 15686 – Part 5 (2008). *ISO/DIS 15686-5: 2008. Buildings and constructed assets – Service life plannig. Part 5: Life-cycle costing.* Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

Kats, Greg m. fl. (2003). *The Costs and Financial Benefits of Green Buildings. A Report to California's Sustainable Building Task Force.*

Kats, Gregory H. (2003). *Green Building Costs and Financial Benefits*. Massachusetts Technology Collaborative.

Kats, Gregory (2006). *Greening America's Schools. Costs and Benefits*. The U. S. Green Building Council www.usgbc.org m.fl.

Syphers Geof, Baum Mara, Bouton Darren, Sullens Wesley (2003). Managing the Cost of Green Buildings. *State and Consumer Services Agency*. State of California.

Thorsnes, T., Gundersen, N. A. & Haugbølle Hansen, K. (red. 2001). *LCC for byggverk. Rapport fra kartleggingsprosjektet i de fem nordiske land.* Oslo: Nordisk Industrifond & Statsbygg.