

# BYGGERIETS BÆREDYGTIGHEDSCERTIFIKAT

Et værktøj for økologisk bæredygtigt byggeri

**Christian Liversidge Duer**

LABORATORIET FOR BYGNINGSMATERIALER  
Danmarks Tekniske Højskole

BUILDING MATERIALS LABORATORY  
Technical University of Denmark



Byggeriets BæreDygtighedsCertifikat

Et værktøj for økologisk bæredygtigt byggeri

Laboratoriet for Bygningsmaterialer

Danmarks Tekniske Universitet

Teknisk Rapport • 1994

ISSN 0908-3871

I alt 19 sider + 1 appendiks

Nøgleord

Økologisk bæredygtigt byggeri, byggematerialer, certifikat.

Resume

Rapporten beskriver et værktøj for økologisk bæredygtigt byggeri, Byggeriets BæreDygtighedsCertifikat for Huse og Bygningsafsnit (BBDC-H/B). BBDC-H/B synliggør de vigtigste faktorer for et byggeri i relation til økosystemet og en bæredygtig udvikling. Beskrivelsen af BBDC-H/B tager udgangspunkt i et konkret boligbyggeri bestående af 20 familieboliger udformet som en 2-etagers randbebyggelse. Operationaliseringen af BBDC-H/B omtales.

# **Indholdsfortegnelse**

<b>1. Forord .....</b>	1
<b>2. Introduktion af et nyt virkemiddel .....</b>	2
<b>3. BBDC-H/B.....</b>	3
3.1 Målgruppe for BBDC-H/B .....	3
3.2 Formål med BBDC-H/B .....	3
3.3 Opdeling af BBDC-H/B.....	4
3.4 Operationalisering af BBDC-H/B.....	5
<b>4. Beskrivelse af BBDC-H/B .....</b>	7
<b>5. Virkeliggørelse af BBDC-H/B .....</b>	14
<b>6. Konklusion .....</b>	15
<b>7. Referenceliste.....</b>	16
<b>8. Ordforklaringer.....</b>	17

**Appendiks :      Grov Livscyklus Model**

# **1. Forord**

Nærværende rapport beskriver det såkaldte Byggeriets BæreDygtighedsCertifikat for Huse/Bygningsafsnit (BBDC-H/B). BBDC-H/B er et virkemiddel for økologisk bæredygtigt byggeri og giver for et hus eller et defineret bygningsafsnit et samlet kvalitativt og kvantitativt overblik mht. husets ressourcebelastning, miljøforurening, flora og fauna påvirkning på det ydre miljø, arbejdsmiljø under byggeriets udførelse, indeklima og ulykkesrisici under husets brug samt en vurdering af den æstetiske kvalitet ude og inde. BBDC-H/B består i alt af 6 skemaer. BBDC-H/B er blevet gennemarbejdet og operationaliseret i eksamensprojektet /1/, således at fagmanden, in casu den gennemsnitlige rådgivende tekniker, udfra sin basisviden er i stand til at udfylde dokumentet, uden noget prohibitivt merforbrug af tid og penge. Denne operationalisering omtales. Beskrivelsen af BBDC-H/B tager udgangspunkt i et konkret boligbyggeri bestående af 20 familieboliger udformet som en 2-etagers randbebyggelse. Endelig omtales hvorledes BBDC-H/B kan videreudvikles og virkeliggøres.

Rapporten er udarbejdet på Laboratoriet for Bygningsmaterialer med økonomisk støtte fra indsatsområdet for renere teknologi og byøkologi, Danmarks Tekniske Universitet.

## 2. Introduktion af et nyt virkemiddel

Byggeriet udgør en væsentlig belastende faktor såvel ved anvendelse af mange ressourcer som ved forurening af det ydre miljø, og hertil kommer forhold vedrørende arbejdsmiljø, indeklima m.m. Råstofforbruget er stort, fordi byggeriet er materialekrævende og affaldsmængderne er betydelige. Store landarealer og naturområder påvirkes af råstofindvinding, bebyggelse og affaltsdeponeringer.

Energiforbruget er ligeledes stort, ikke alene til opvarmningen af husene, men også til fremstilling af byggematerialer ved forskellige brændings-, smelte- og bearbejdningsprocesser. Regnes der med forbruget til fremstilling af byggematerialer, driftsforbruget og forbruget til opførelse og fjernelse af bygninger tegner byggesektoren sig for op imod ca. 50 % af det samlede energiforbrug i Danmark /3/. Da energiforbruget hovedsageligt er baseret på fossile brændsler, der ved forbrænding danner bl.a. drivhusgassen CO<sub>2</sub> samt SO<sub>2</sub>, som giver syrerregn, medfører dette en stor belastning af det ydre miljø.

Bygge- og anlægssektoren beskæftigede i 1992 ca. 150.000 personer /7/. Derudover kommer beskæftigelsen ved råstofindvinding, byggevarefremstilling, affaltsdeponering og transport.

I de industrialiserede lande på den tempererede del af kloden tilbringer befolkningen mere end 90 % af deres tid indendøre /8/, og indeklimaet er således af stor betydning for vor daglige trivsel.

Bygherrer og bygningsbrugere ønsker i stigende grad bygninger, som belaster miljøet mindst muligt. Byggeprodukter søges forbedret i miljhønseende. Da de projekterende har en central rolle i byggeprocessen, er det vigtigt, at de skaffer sig yderligere viden om byggeriets ressourceforbrug og miljøbelastning samt tager initiativ til at nedbringe denne. Metoderne hertil er fortsat under udvikling, men også indenfor byggeriet er begreber som renere teknologi, byøkologi, livsforløbsanalyse og energianalyse introduceret.

Det er under detailprojekteringen, at de afgørende valg træffes om byggeriets udformning, materialevalg, driftsforhold mv. Dermed afgøres den væsentligste del af det ressourceforbrug og den miljøbelastning, der knytter sig til bygningen i hele dens livsforløb. De projekterende, dvs. arkitekter og ingeniører, må derfor medvirke til, at der udvikles operationelle vurderingsmetoder og bedre byggetekniske løsninger i henseende til en bæredygtig udvikling. Eksempel på en sådan vurderingsmetode er Byggeriets BæreDygtighedsCertifikat for Huse/Bygningsafsnit (BBDC-H/B) /2/. BBDC-H/B synliggør de vigtigste faktorer for et byggeri i relation til økosystemet og en bæredygtig udvikling. I det følgende vil BBDC-H/B blive beskrevet.

## **3. BBDC-H/B**

Byggeriets BæredygtighedsCertifikat for Huse/Bygningsafsnit (BBDC-H/B) tildeles et hus eller et defineret bygningsafsnit og giver herved et samlet kvalitativt og kvantitativt overblik mht. den dermed forbundne ressourcebelastning, miljøforurening, flora og fauna påvirkning, arbejdsmiljø, indeklima, ulykkesrisici samt den æstetiske kvalitet. Som fremsat i udkastet til bogen "Økobæredygtigt byggeri, byggematerialer og huse" /2/ er BBDC-H/B ganske omfattende og kan ikke uden videre implementeres. Denne rapport beskriver den reviderede udgave af BBDC-H/B, der fremkom som resultat af et eksamensprojekt /1/; et certifikat som fagmanden, in casu den gennemsnitlige rådgivende tekniker, udfra sin basisviden er i stand til at udfylde, uden noget prohibitivt merforbrug af tid og penge. BBDC-H/B udfyldes på baggrund af husets/bygningsafsnittets beskrivelser og tegninger. BBDC-H/B er egnet til alle bygningstyper, både nyt og ældre byggeri.

Ved valget af ordet certifikat om BBDC-H/B ligger der et ønske om at få BBDC-H/B kontrolleret af en 3. part - certificeret - i lighed med kvalitetsstyringen i ISO 9000-serien.

### **3.1 Målgruppe for BBDC-H/B**

BBDC-H/B henvender sig til byggeriets aktører, her tænkes på bygherrer, arkitekter, ingeniører, myndigheder, udførende (entreprenører) samt ikke mindst købere/brugere/beboere. Bygherrer, arkitekter, ingeniører kan drage nytte af BBDC-H/B i projekteringsfasen, da det giver mulighed for at vælge de byggetekniske løsninger, der mest gavner en økologisk udvikling. Myndigheder får mulighed for at vurdere et projekts økologiske bæredygtighed. De udførende har glæde af BBDC-H/B, da det bl.a. omhandler deres arbejdsmiljø. For at kunne forstå et sådant certifikat kræves et vist kendskab til byggeprocessen. Det er målet, at køberen/brugeren/beboeren skal kunne drage nytte af et sådant certifikat i f.eks. deres valg af bolig.

### **3.2 Formål med BBDC-H/B**

Indenfor byøkologien og bæredygtighedsbestræbelser har byggematerialer, byggevarer og konstruktioner længe været et vanskeligt og overset emne. Formålet med BBDC-H/B er at foretage en vægtning af især materialer og konstruktionsaspekter i relation til økologisk bæredygtig udvikling. BBDC-H/B er således et virkemiddel indenfor byøkologi og bæredygtig udvikling til at fremme økologisk bæredygtigt byggeri.

Ved udfyldelse af BBDC-H/B skabes der et samlet overblik mht. den totale ressourcebelastning, effekter på ydre miljøet, arbejdsmiljø, indeklima og ulykkesrisici, og herved er der basis for at vælge en mere økologisk bæredygtig løsning for en bygning fremfor en anden.

Certifikatet skal synliggøre økologiske aspekter i byggeriet overfor byggeaktørerne og beboerne og derigennem foretage en holdningsbearbejdning.

### Fordele med BBDC-H/B er:

- At skabe et samlet kvalitativt og kvantitativt overblik i relation til økologisk bæredygtigt byggeri.
- At gøre det muligt for bygherrer og projekterende at vælge økologisk bæredygtige løsninger fremfor andre.
- At synliggøre økologiske aspekter i bygninger og derigennem foretage en holdningsbearbejdning ved valg af bolig.
- At øge opmærksomheden omkring byggeriets indflydelse på en økologisk bæredygtig udvikling.

Det er vigtigt at meddele indsigt og at gøre problemstillingen overskuelig for de mennesker, der skal bo eller arbejde i husene. Den store fordel ved BBDC-H/B ligger i, at alle de vigtigste aspekter i relation til økosystemet og en bæredygtig udvikling oplistes i en forholdsvis kort formular. Således er en umiddelbar sammenligning af to eller flere byggerier mulig.

### **3.3 Opdeling af BBDC-H/B**

BBDC-H/B omhandler følgende:

- Forbrug af byggematerialer og genanvendelse. Belastning af ydre-miljøet
- Energiforhold og emission af CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub>
- Vandforbrug
- Husholdningsaffaldssystem
- Levetid
- Rengørighed og smudsopsamling
- Indeklima
- Udluftningsprincip
- Brand- og anden ulykkesrisiko
- Lydisolering og lydniveau
- Ældrevnelighed eller anden særlig brugerorientering
- Arkitektonisk lødighed
- Arbejdsmiljøbelastninger under byggeriets udførelse
- Materiale identifikation (stykliste)

Der er ikke opstillet entydige vurderingskriterier for de enkelte punkter i BBDC-H/B. Dette er endnu ikke muligt, men på et senere tidspunkt, når de fornødne data foreligger, kan det gøres. Ud fra eksisterende viden er det imidlertid muligt at indplacere ethvert hus kvalitativt.

BBDC-H/B skal udfyldes af bygherren i samråd med de projekterende teknikere og foreslås derefter kontrolleret af en kvalificeret uafhængig instans. Der skal således ikke på nuværende tidspunkt opfyldes bestemte krav for at blive certificeret.

### 3.4 Operationalisering af BBDC-H/B

Formålet med eksamsprojektet /1/ var at operationalisere det i /2/ fremsatte BBDC-H/B således, at fagmanden, in casu den gennemsnitlige rådgivende tekniker, udfra sin basisviden er i stand til at udfylde dokumentet, uden et prohibitivt merforbrug af tid.

Operationaliseringen af BBDC-H/B blev gennemført i følgende 3 trin.

#### 1. trin. Beskrivelse af BBDC-H/B.

BBDC-H/B beskrives indgående, og der opstilles vurderingsskalaer for værdierne i BBDC-H/B. Formålet med disse skalaer er at kunne vurdere et byggeri i forhold til lov- og regelkrav og gængs praksis i relation til økologisk bæredygtighed.

Det konkluderes, at det ikke er muligt at opstille faste rammer for vurdering af punkterne i BBDC-H/B, men skalaerne indikerer hvor huset/bygningsafsnitets placering i relation til økologisk bæredygtighed. Et bedre vurderingsgrundlag kan opnås gennem mere forskning og ved opbygning af et reference-system på baggrund af f.eks. 100 udfyldte BBDC-H/B.

#### 2. trin. Afprøvning af BBDC-H/B.

Beskrivelsen benyttes ved afprøvning af BBDC-H/B på et konkret boligbyggeri. På baggrund heraf konkluderes, hvad der efter min mening i dag er muligt at udfylde af BBDC-H/B. Desuden foreslås ændringer i det foreliggende BBDC-H/B, der vil lette udfyldelsen og klarheden af et sådant certifikat.

Det viser sig muligt at indhente de fleste oplysninger, dog ikke for indeklimaet samt at udfylde en fuldstændig stykliste for de indgående materialer og byggevarer.

#### 3. trin. Det i praksis anvendelige BBDC-H/B.

Denne del af operationaliseringen består i en undersøgelse af, hvad den rådgivende tekniker/fagmanden i dag kan udfylde af BBDC-H/B. BBDC-H/B vurderes af 2 store, 1 middelstort og 3 mindre rådgivende ingenør- og arkitektfirmaer. På baggrund af disse firmaers tilbagemeldinger foretages en første revision af BBDC-H/B. Resultatet bliver, at spørgsmålet om indeklima skal konkretiseres og detaljeringsgraden af styklisten reduceres.

På basis af første revision af BBDC-H/B suppleret med egen erfaring (jvf. 2. trin) udarbejdes anden reviderede udgave. Denne udsendes til 3 andre rådgivende ingenør- og arkitektfirmaer for at kontrollere om BBDC-H/B nu er i en anvendelig form.

Det viser sig at anden revision af BBDC-H/B med fordel kan anvendes og udfyldes af de rådgivende ingenører og arkitekter som en del af normal projekteringen. Tidsforbruget til udfyldelse af dette BBDC-H/B skønnes til 40 timer for et 70 m<sup>2</sup> rækkehus.

De ingeniør- og arkitektfirmaer, der deltog i undersøgelsen, var følgende:

Carl Bro Gruppen  
Birch & Krogboe Rådgivende Ingeniører A/S  
Højgaard & Schultz A/S  
Crone & Koch Rådgivende Ingeniører A/S  
Samfundsteknik A/S  
Bang & Beenfeldt A/S  
Cornelius Hansen, Stampe & Bendiksen  
Duer's Tegnestue A/S  
MW Architects

## 4. Beskrivelse af BBDC-H/B

I det følgende beskrives BBDC-H/B. Afsnittet skal ses som en gennemgang af BBDC-H/B i forbindelse med udfyldelsen af certifikatet. Data for et konkret byggeri er indsat og der er knyttet principielle kommentarer.

Beskrivelsen omhandler det færdige, indflytningsklare hus/bygningsafsnit. Ved indflytningsklare hus/bygningsafsnit forstår lokaler, der endnu er helt tomme for inventar, og at der ikke er håndværksmæssige mangler.

For at illustrere brugen af BBDC-H/B er det udfyldt for et 3 værelses  $70\text{ m}^2$  rækkehøjs i Odder by. Rækkehøjset indgår i en 2-etagers randbebyggelse, der omkranser et åbent gårdomiljø grænsende op til Odder å. På havesiden mod Odder å er hele blokken dækket af væksthuse. I gårdomiljøet findes fritliggende skure for teknik, cykler og affaldscontainere. Det samlede grundareal for hele bebyggelsen er på  $3025\text{ m}^2$  med et bruttoetageareal på  $1502\text{ m}^2$ , samt væksthuse med et samlet areal på  $154\text{ m}^2$ .

Det udfyldte BBDC-H/B er gengivet på venstre side og kommentarerne er på højre side.

## Odder projekt.

### 1. Identifikation af huset/bygningsafsnittet.

## BYGGERIETS BÆREDYGTIGHEDSCERTIFIKAT. HUSE/BYGNINGSAFSNIT.

### 1. Identifikation af huset/bygningsafsnittet.

Adresse: *Møllegården, Nørregade 33A, 8310 Odder*

Matrikel: *28DQ - Odder by - Odder*

Bruttoetageareal: *70 m<sup>2</sup> samt 84 m<sup>2</sup> væksthus*

Projekterende firma: *Birch & Kroghoe A/S, Hovedgaden 54, 8220 Brabrand*

Detailtegninger: *1.01, 1.0104, 1.013A, 1.016, 1.017A, 2.003A, 2.006, 2.01A, 2.06,*

*2.10A, 2.11A, 11, 12, 13*

Ejer af huset: *Magistrernes Pensionskasse, Lyngbyvej 32, 2100 København Ø*

Bygningskategori: *Rækkehuse  
Beskrivelse af huset/bygningsafsnittet: 2-etagers randbebbyggelse med logistens hulmure, etageadskillelse af træ, trægitterspær og teglagsten.*

### 2. Forbrug af råstoffer og byggematerialer. Belastning af ydre-miljøet.

#### Samlet vægt.

Samlet vægt fås ved at beregne den materialemængde, der er forbrugt til at opføre huset/bygningsafsnittet. Hvad husets brugere/boere senere sætter ind i form af f.eks. bolig-, kontor- eller produktionsudstyr skal ikke medregnes i samlet vægt. Det er således det indflytningsklare, færdiggjorte, hus/bygningsafsnit.

#### Genanvendt materiale.

Mængden af genanvendt materiale (genbrug, genvinding, viderefurnytelse) i huset angives i vægtprocent af den samlede vægt.  
**Fornyelige ressourcer.**  
Indholdet af fornyelige ressourcer<sup>1</sup> i huset angives ligeledes i vægtprocent af den samlede vægt.

#### Knappe råstoffer.

Forbrug af knappe råstoffer<sup>2</sup> angives i vægtprocent af den samlede vægt.

#### Fjernimporterede byggematerialer.

Byggematerialer, der er importerede fra egne længere væk end 1250 km, betegnes som fjernimporterede. Afstanden regnes fra ressourceindvindningssted (grusgrav, skov m.m.) til byggeplads. Fjernimporterede byggematerialer angives i vægtprocent af den samlede vægt.  
**Genanvendelige materialer.**

Ved genanvendelige materialer forstås materialer, der efter huset/bygningsafsnittets levetid kan genanvendes i andre bygge- eller anlægsprojekter. For at kunne genanvende materialer forudsættes det, at materialer uden alt for store vanskeligheder kan adskilles ved nedrivning. Dette forhold skal der være taget hensyn til i projekteringen ved f.eks. at adskille materialerne eller udforme samlingsdetajer således, at delene senere kan adskilles. Ved opgørelse af de genanvendelige materialer tages udgangspunkt i den teknik, der i dag er til rådighed og almindelig praksis. Genanvendelige materialer angives i vægtprocent af den samlede vægt.

Materiale med oprindelse i truede naturområder, planter eller dyr: 0 pct. af samlet vægt

Fjernimporterede (transportafstand > 1250 km) byggematerialer: 0 pct. af samlet vægt

Genanvendelige materialer i huset ialt ca.: 90 pct. af samlet vægt, heraf udgør:

Grus	54	pct. af samlet vægt
Kobber	0,01	pct. af samlet vægt
Zink	0,03	pct. af samlet vægt
Glas	0,5	pct. af samlet vægt

Materiale med oprindelse i truede naturområder, planter eller dyr: 0 pct. af samlet vægt

Fjernimporterede (transportafstand > 1250 km) byggematerialer: 0 pct. af samlet vægt

Genanvendelige materialer i huset ialt ca.: 100 pct. af den samlede vægt af beton

mursten og tagegl: 100 pct. af den samlede vægt af tegl

træ: 80 pct. af den samlede vægt af træ

singels: 100 pct. af den samlede vægt af singels

metal: 90 pct. af den samlede vægt af metal

glas: 100 pct. af den samlede vægt glas

## Odde projekt.

### Miljøbelastende bestanddele.

Særlige miljøbelastende bestanddele der fremkommer ved fremstilling, indbygning, brug og bortskaffelse, listes op. Eksempler på miljøbelastende bestanddele er fungicider - svampedræbende midler (tributyltinoxid TBTO, chrom) - i vakuumb- og trykimpregneret træværkude og inde, tungmetaller (cadmium i plast og zinkkomponenter), isocyanater (lakerede gulvbrædder og hulrumsisolering, f.eks. styrer, skumplast eller isocyanat isolering), plastkomponenter.

### Deponeering af byggevarer og materialer.

Byggevarer og materialer, som skal deponeres eller afbrændes i kontrollerede anlæg ifølge Miljøkontrollens krav (den lokale kommune), angives i vægtprocent af den samlede vægt. Disse byggevarer og materialer betegnes "problemaffald"<sup>3</sup>.

### 3. Energiforhold og emission af CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub>.

#### Energi og emissionsberegning.

Ved energiforbrug for byggematerialer forstås forbrug af kemisk bunden energi i form af brændsel. Statens Byggeforskningsinstitut har udviklet en livscyklusanalysemødel "Grov Livscyklus Model" for en bygning, der angiver en overslagsmæssig beregning af en bygnings energiforbrug i hele dens livscyklus (fremstilling, opførelse, drift, nedrivning) og af den samlede emission af CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> til atmosfæren hidrørende fra dette energiforbrug (se yderligere i appendiks). Denne model kan med fordel benyttes til at finde de ønskede tal.

#### Årligt energiforbrug.

Ved beregning af den ydre overflade medregnes gulvarealerne mod jord kun med halv værdi på grund af det mindre varmetab gennem gulv og jord /9/. Sæfrent BBDC-H/B vedører et bygningsafsnit, er det den samlede ydre overflade divideret med rumfanget for hele bebyggelsen, der angives. Energiforbruget angiver forbruget udelukkende til opvarming og varmt vand, således medregnes ikke energiforbrug til lys, vaskemaskine, komfur, TV osv.

### 4. Vandforbrug.

Gråt spildevand stammer fra køkken, bad og vaskemaskiner, og i certifikatet anføres om der foregår en recirkulation af "gråt" vand.

Vandmåler installeret	<i>ja</i>	Separat regning:	<i>ja</i>
Cisternevand pr. sky:	3,5 l.	Vandbesparende armaturer:	<i>ja</i>
Recirkulation af "gråt" vand:			<i>nej</i>
Opsamling af regnvand:			<i>ja, genbruges til toiletstyk</i>

<sup>3</sup>Definition af problemaffald fremgår af kapitel 8. Ordforklaringer.

## Odder projekt.

### 5. Husholdningsaffald.

Det forudsættes, at der i huset/bygningsafsnittet er taget hensyn til opdeling af affald. Der skal være gjort plads til affaldsspandene, eller at disse er indbygget.

#### 5. Husholdningsaffald.

Husholdningsaffaldet sorteres i følgende fraktioner:

- *organisk fraktion til kompostering*
- *restfraktion*
- *tørt genanvendeligt affald (herunder avis, papir og pap)*
- *glasfraktion*

Beskrivelse af systemet til affaldssortering:

*I køkkenet under vasken er der gjort plads til sorteringskasse i organisk- og restfraktion. Selve behøjelsen har to affaldskontainere. En til papir og en til glas.*

#### 6. Skønnet levetid ved sædvanlig vedligeholdelse.

Omkring: , 25 år: 50 år: , 100 år: , ubegrenset: , andet: 80 år

Bygningsdele der ikke istandsættes, og som udskiftes:

- a) *Komplettning og indre overflader, 40 år*
- b) *Installationer, 25 år*
- c) *el-apparater m.m., 12 år*

#### 7. Smudsopsamling og rengørighed.

Lokaler:

	Læddenhedsindex:	Hyldeindex:
- <i>stue</i>	$0 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$0,03 \text{ lbm/m}^2$
- <i>kokken</i>	$0 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$0,35 \text{ lbm/m}^2$
- <i>entré og trappe</i>	$0 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$0,04 \text{ lbm/m}^2$
- <i>lille værelse 1. sal</i>	$0 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$0,06 \text{ lbm/m}^2$
- <i>stort værelse 1. sal</i>	$0 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$0,06 \text{ lbm/m}^2$
- <i>wc 1. sal</i>	$0 \text{ m}^2/\text{m}^3$	$0,21 \text{ lbm/m}^2$

Overflader som ikke kan vaskes:

$0 \text{ m}^2$   
 $0 \text{ m}^2$

Overflader som opclades kraftigt elektrostatisk:

$0 \text{ m}^2$

#### 8. Indeklima.

Hvilke foranstaltninger er der foretaget for at reducere koncentrationen i indeluft'en af:

- Formaldehyd: *Der er ikke benyttet ureformaldehydpladematerialer*
  - Radon: *Der er ikke benyttet flyvevaske. Etageadskillelsen er af træ*
  - Terpentin: *Der er ikke benyttet vakuumbimpregneret træ eller alkylmalervarer*
- Er der anvendt materialer og konstruktioner, som i anden sammenhæng har medført notoriske indeklimaproblemer:
- *mangelende solafskærmning af værksthus*
  - *ventilation af lufttællerummet mellem trægulv og varmeisolering*

#### 6. Skønnet levetid ved sædvanlig vedligeholdelse.

Levetid defineres som tiden fra nyanlæg til nødvendig udskifting. Ved sædvanlig vedligehold af en bygning forstås en systematisk behandling, der har til formål at forlænge bygningsdelenes levetid med oprettholdt funktionsevne. Ved bygningsdelen forstås her en speciel konstruktionsdelen for netop dette hus/bygningsafsnit, f.eks. en særlig tagkonstruktion, en speciel skillevægtskonstruktion, en ikke almindelig gulvbelaegning osv. og således ikke de almindelige konstruktioner og materialer.

#### 7. Smudsopsamling og rengørighed.

##### Læddenhedsindex.

$$\frac{\text{m}^2 \text{ lodne overflader}}{\text{m}^3 \text{ lokale}} = \underline{\underline{\text{Læddenhedsindex (m}^2 / \text{m}^3)}}$$

##### Hyldeindex.

$$\frac{\text{lb. m åbne hylder}}{\text{m}^3 \text{ lokale}} = \underline{\underline{\text{Hyldeindex (lb. m / m}^3)}}$$

##### Overflader.

Overflader som ikke kan vaskes, dvs. arealer med tæpper, hessian osv., angives i  $\text{m}^2$ . Overflader som opclades kraftigt elektrostatisk angives ligeført i  $\text{m}^2$ . Eksempler på disse overflader er ikke elektrisk ledende gulvbelaegninger som tæpper, poleret linoleum, imiteret linoleum og gulve med bonevoks eller plastik.

Eksempler på materialer, der har medført notoriske indeklimaproblemer, er olie til gulve, vakuums imprægneret træ osv. Eksempler på konstruktioner, der kan give problemer med indeklimaet, er kuldebroer i ydervægge, som forekommer, hvis væggens ydre, kolde del ikke er adskilt med isoleringsmaterialer fra den indre. Dette medfører ofte muggannelser på indervæggen, der kan give anledning til kraftige lugtgener i indeklimaet. I beboelsesrum over krybekældere kan til tider mærkes en muggen lugt, som kommer fra vækst af mikroorganismer i kryberummet. Dette skyldes oftest utilstrækkelig ventilation af kryberummet eller som følge af fugt, der trænger ind i denne fra omgivelserne. Af andre konstruktioner, som har medført problemer med indeklimaet, kan nævnes fladetage eller på grund af vinduerne orientering mod solen.

## Odder projekt.

### 9. Udluftningsprincip.

#### 9. Udluftningsprincip.

Lejlighedsvis åbning af vinduer og døre:

Udeluftventiler og udugningsventiler:

Mekanisk ventilation:

*ja*  
*ja*  
*nej*

Luftskifte, når vinduer og døre er lukkede:

*0,5* gang/time

10. Brand- og anden ulykkesrisiko.

Antændelig overflader:

Røg/brandalarmer installeret:

Sprinklere installeret:

*53 m<sup>2</sup>*  
*nej*  
*nej*

Ulykkespotentialer:

- *trappe*
- *usikrede vinduer 1. sal*
- *dørtrin*
- *nylakerede gulve*

11. Lydisolering og lydniveau.

Luftlydisolation mod gade: væg: 60 dB(A), vindue: 38 dB(A) stuen og 37 dB(A) 1.sal.

Luftlydisolation mod nabo: væg: 55 dB (A).

Måling af støjniveau:

- |                        |   |         |
|------------------------|---|---------|
| - stue ved dag:        | % | dB (A). |
| - soverørelse ved nat: | % | dB (A). |

12. Ældrevnelighed eller anden særlig brugerorientering.

Særlige indretningsmæssige foranstaltninger:

*Ingen*

I dette afsnit angives ved ja / nej, hvilken form for ventilation, der forekommer i huset / bygningsafsnittet.

### 10. Brand- og anden ulykkesrisiko.

Arealet af indvendige antændelige overflader angives. Under ulykkespotentialer angives, hvilke konstruktioner i huset/bygningsafsnittet, der kan være årsag til ulykker. Eksempler på ulykkespotentialer er niveauforskudte gulve, dørtrin, klemnings- og slagzoner, glatte gulve, trapper, usikrede vinduer osv.

### 11. Lydisolering og lydniveau.

Støjniveauet i stuen ved dag samt i soveværelset ved nat findes ved en støjmåling.

### 12. Ældrevnelighed eller anden særlig brugerorientering.

Her angives om særlig brugerorientering som f.eks. handicapgreb, elevator eller allergivenlig bolig.

## Odder projekt.

### 13. Arkitektonisk lødighed.

#### 13. Arkitektonisk lødighed.

Bygherrens vurdering:

Udvendig:	god
Indvendig:	god

Her angives bygherrens og lejers/købers/brugers vurdering mht. til huset/bygningsafsnittets arkitektoniske lødighed både indvendigt og udvendigt. Eventuelle kommentarer eller bemærkninger, som begrundelse for tildeling af "karakter", noteres.

### 14. Arbejdsmiljøet for bl.a. bygningshåndværkerne.

#### Lejer/køber/bruger

Udvendig:	udmærket
Indvendig:	god

#### Evt. bemærkninger:

Risici for kemi- og fysiske arbejdsmiljøbelastninger ved fremstilling af materialer, opførelse eller nedrivning, fremhævet fra stykklisten.  
14. Arbejdsmiljøet for bl.a. bygningshåndværkerne.

Materiale / byggevarer Komponent/handling Kendt risiko Mængde [pct. af samlet vægt]

<i>Portland cement</i>	<i>Chromat</i>	<i>Allergisk eksem</i>	5 pct
<i>Grundlæggelse</i>	<i>Terpenit</i>	<i>Hjerneskade</i>	- pct
<i>Glasuld</i>	<i>Glasfibre</i>	<i>Hudirritation</i>	0,7 pct
<i>Plastvægmaling</i>	<i>Pifjoring</i>	<i>Rygskader</i>	0,05 pct
<i>Mursten</i>	<i>Montage</i>	<i>Rygskader</i>	28 pct

Andet: *uhensigtsmæssig placering af prøvelejlighed => dårlig arbejdsrytme*

Tekniske data

15. Stykkliste og identifikation af indgående materialer og byggevarer.

Datablad fremgå af bilag 1 - X.

- Bæredygtighedsoplysninger
- råstof forbrug, energiforbrug til fremstilling
  - genanvendelsesindhold
  - energiindhold (brandværdi)
  - levetid
  - genanvendelsesmuligheder
  - emballage
  - udslip ved fremstilling
  - fremstilling, montering, brug og nedrivning
  - miljøtoksiske stoffer eller uaddskillelighed
  - besværliggør genanvendelse.

## Odder projekt.

### 16. Bemærkninger.

Her angives bemærkninger, der er relevante i forbindelse med dette certifikat, det være sig begrundelser for bestemte materialevalg, konstruktioner eller andet. Endvidere kan der påføres bemærkninger og oplysninger til brugerne/beboerne.

### 17. Datering og underskrift.

*Boligerne er udstyret med solfangere, energirader, vandbesparende armaturer og regnvandsopstilling for at spare på energi- og vandforbruget.*

### 17. Datering og underskrift.

Foreslås opdateret (dato): %

Evt. forudgående eller tilgrænsende BBDC-H/B: %

Udstedt den 8/12 - 1994 af:

XXXXXXXXXXXX  
Bygherre / projekterende

Evt. kontrol:

Dato: XXXX

XXXXXXXXXXXX  
Instans og underskrift

## 5. Virkeliggørelse af BBDC-H/B

Det er vigtigt, at et sådant certifikat kontinuerligt udbygges, således at det hele tiden er opdateret med udviklingen. Anvendelsen af BBDC-H/B i byggeriet bør være en rutine, som f.eks. varmetabsberegningerne er det i dag.

1. trin i virkeliggørelse af BBDC-H/B er eksamensprojektet /1/, hvor BBDC-H/B gennemarbejdes og afprøves i praksis som et pilotprojekt. Projektet er udført i et samspil mellem projekterende, bygherre, forskere og opfindere.

2. trin er denne tekniske rapport, der har til formål at udbrede kendskabet til BBDC-H/B og til, hvordan det kan udfyldes og anvendes af fagmanden.

3. trin. Et naturligt 3. trin bliver at udforme et certifikat, som borgerne umiddelbart kan drage nytte af i deres valg af bolig.

4. trin. Undersøgelsesprojekter: stykliste, indeklima samt belyse om BBDC-H/B skal være underlagt en myndighedskontrol eller selvforvaltning.

5. trin kan være begyndende registrering af udstedte BBDC-H/B på centralt hold f.eks. af Miljøstyrelsen, Byggecentrum eller Statens Byggeforskningsinstitut.

6. trin kan være oplysende pjecer, kurser m.v.

Erfaringer med et ikke helt så omfattende certifikat (BREEAM<sup>4</sup>) i England har vist, at man for ca. 1 % af anlægsomkostninger kan gennemføre en række foranstaltninger, der gør en bygning mere bæredygtig, og at meromkostningerne er tjent ind i løbet af et par år. I England har der været stor interesse for en sådan certifikatordning. De engelske erfaringer tyder på, at BBDC-H/B kan blive en lige så stor succes i Danmark.

---

<sup>4</sup> BREEAM, Building Research Establishment Environmental Assessment Method.

## 6. Konklusion

For at opnå en bæredygtig udvikling inden for byggeriet er det vigtigt, at ingeniører og arkitekter beskæftiger sig med økologiske aspekter i byggeriet. Det er i væsentlig grad i projekteringsfasen, at byggeriets økologiske forhold afgøres. Det er her viden om økologi skal integreres i byggeprocessen. Det er nødvendigt, at samfundet gennem love og regler stiller krav til byggeriet, så ressourceforbrug, miljøforurening, flora- og faunapåvirkning, arbejdsmiljø, indeklimaproblemer samt ulykkesrisici minimeres.

Samarbejde og forståelse for økologiske aspekter er vigtigt for alle involverede i et byggeprojekt, dvs. bygherre, tekniske rådgivere, entreprenører og myndigheder. Et værktøj/virkemiddel er BBDC-H/B.

Byggesektoren har i forbindelse med indførelse af økologi tre særlige problemer i forhold til andre sektorer:

- Ansvaret for byggeriets ressourceforbrug og miljøbelastning er normalt fordelt på mange uafhængige parter, da en bygning er sammensat af mange forskelligartede materialer og byggevarer, som er fremstillet af uafhængige producenter.
- Levetid for bygninger er normalt så lang, at der alene af den grund er flere involverede parter end for produkter med en kortere levetid. Den lange levetid medfører endvidere, at der oftere er brug for mere gennemgribende renoveringer end for andre produkter.
- Hver enkelt bygningsdel projekteres principielt særskilt. Det er derfor en tidskrævende og bekostelig affære at gennemføre en samlet vurdering af ressourceforbruget og miljøbelastningerne forbundet med hvert projekt.

Vurderinger af økologiske aspekter i bygninger og byggeprojekter er et nyt indsatsområde såvel i Danmark som internationalt. Vurderinger skal være sammenlignelige og konsistente, hvis de skal blive et troværdigt værktøj til fremme af bæredygtig udvikling inden for byggeriet. Der er kun få eksempler på metoder, der allerede er taget i brug i praksis. BBDC-H/B forholder sig grundig til de væsentlige aspekter i økologisk byggeri og vurderes på baggrund af eksamensprojektet /1/ at være det bedst egnede værktøj til at synliggøre økologiske aspekter i byggeriet.

## 7. Referenceliste

- /1/ Operationalisering af Byggeriets Bæredygtigheds certifikat i relation til boligbyggeri.  
Christian L. Duer  
Eksamensprojekt ved Laboratoriet for Bygningsmaterialer,  
Danmarks Tekniske Universitet.  
August 1994.
- /2/ Økobæredygtigt byggeri, byggematerialer og huse (råmanus).  
H. Risvig Henriksen.  
HAZPREVENT/forebyg.  
København 1994.  
(udgives i 1995).
- /3/ Livscyklus-baseret bygningsprojektering.  
SBI-rapport 224.  
SBI 1993.
- /4/ Energi- og miljøanalyser af bygninger. Udkast til SBI-Meddelelser.  
Beregningsværktøj, eksempelberegninger.  
Jørn Dinesen og Peter Nielsen.  
SBI  
Juni 1994.
- /5/ God ventilation i din lejlighed eller hus.  
Bygge- og Boligstyrelsen.  
1992.
- /6/ Et rammesystem for miljøvurdering af bygninger.  
SBI-rapport (udkast).  
SBI 1994.
- /7/ Statistisk tiårsoversigt 1993.  
Danmarks Statistik.  
September 1993.
- /8/ Indeklimaet idag - Hvor står vi?  
Dansk Kemi. 12/90.  
Peder Wolkoff og Ib Andersen, Arbejdsmiljøinstituttet.  
1990.
- /9/ Energi/boliger/byggeri.  
Erik Reitzel og Hans Friis Mathiasen.  
Fremad.  
1975.

## 8. Ordforklaringer

### Fornyelige ressourcer.

Indholdet af fornyelige ressourcer i huset angives ligeledes i vægtprocent af den samlede vægt. Fornyelige ressourcer defineres her i projektet som råstofressourcer, der i naturen hele tiden gendannes i mindst samme mængde, som der tages af de naturlige forekomster. Som krav for at disse ressourcer er fornyelige er, at de gendannes inden for en tidshorisont på 30 år, samt at dette finder sted inden for det lokale geografiske område. Fornyelige ressourcer er oftest organiske råstoffer. Som eksempler kan nævnes træarter, plantearter (fibre, tagdækningsmaterialer) og dyr (hår, lim) /2/. Fornyelige ressourcer opgjort efter SfB-systemet er hovedsageligt kategori "i. træ" og "j. organiske materialer".

### Knappe råstoffer.

Knappe råstoffer betegnes her som råstoffer, der er ikke-fornyelige, og for hvilke reserverne rækker til mindre end 100 års forbrug. Knappe råstoffer afhænger af flere faktorer, f.eks. af den specifikke forekomst, den fysiske adgang til ressourcerne (overjordstykkelse), offentlig regulering af råstofområdet (landskabs- og arkæologisk hensyn), ud vindings- og forarbejdningsteknologi, transportdistancer m.m. Efter samtale med /Flemming Jacobsen, Skov- og Naturstyrelsen/ og /2/ defineres knappe råstoffer her i projektet som:

- nyindvundet grus,
- kvartssand (glas),
- moler og
- rødbrænde ler.

Følgende metaller anses for knappe /6/:

- cadmium (Cd),
- kobber (Cu),
- bly (Pb),
- kviksølv (Hg),
- nikkel (Ni),
- tin (Sn) og
- zink (Zn).

Her er det hovedsageligt kobber og zink, der er vigtige for byggeriet.

Forbrug af knappe råstoffer gengives i vægtprocent af den samlede vægt.

## **Mekanisk ventilation.**

Mange nyere enfamiliehuse har et mekanisk udsugningsanlæg. Ofte er ventilatoren placeret i tagrummet, hvorfra der er kanaler ned til de våde rum. I nogle nyere enfamiliehuse benyttes såvel mekanisk indblæsning som udsugning. Det giver mulighed for varmegenvinding. En almindelig type er anlæg med krydsvarmeveksler. Den varme luft fra køkken og bad ledes gennem varmeveksleren. Her afgives varmen til den kolde udeluft, som derefter blæses ind i stuer og værelser.

## **Problemaffald.**

Særlige miljøtoksiske bestanddele og betænkelige stoffer/materialer - "problemaffald".

<b>Materiale</b>	<b>Forekomst i bygninger</b>
<b>Asbest<sup>5</sup></b>	Rørisolering, ventilationskanaler, loftsbeklædning, tagdækning
<b>Asfalt</b>	Tagdækning, fugtspærre, maling
<b>Bly</b>	Inddækning, afløbsrør, maling, el-kabler
<b>Cadmium</b>	Polyvinylchlorid (PVC), maling
<b>CFC (Freon)</b>	Køle- og fryserumsvægge, fugeskum, skillevægge
<b>Chrom</b>	Maling
<b>Fiberbeton</b>	Betonkonstruktioner, fladematerialer
<b>Kviksølv</b>	Varmeinstallationer
<b>Malet træ</b>	Indendørs og udendørs træ
<b>Mineraluld</b>	Isoleringsmaterialer
<b>PCB</b>	Isolationsmateriale i el-installation, fugemasser
<b>PVC og andet plast</b>	Afløbsrør, vandrør, el-installationer, gulv- og vægbeklædning, fodlister, døre, karme, vinduer, tagrender og tagdækning
<b>Trykimprægneret træ</b>	Bærende trækonstruktioner, træ udendørs
<b>Vakuumimprægneret træ</b>	Døre og vinduer
<b>Zink</b>	Tagrender, nedløbsrør, inddækning
<b>Malede overflader i almindelighed</b>	Indvendige og udvendige vægge, loft, gulv

Problemaffald /2/.

## **Truede naturområder.**

Vægtprocent af den samlede vægt anføres også for materialer med oprindelse i truede naturområder, planter eller dyr. Materialer der stammer fra truede naturområder, er f.eks. eksotiske træarter som mahogni og palisander.

<sup>5</sup> Asbest er forbudt og er således kun relevant for eksisterende bygninger. Selvom projektet her vedrører nybyggeri er det medtaget.

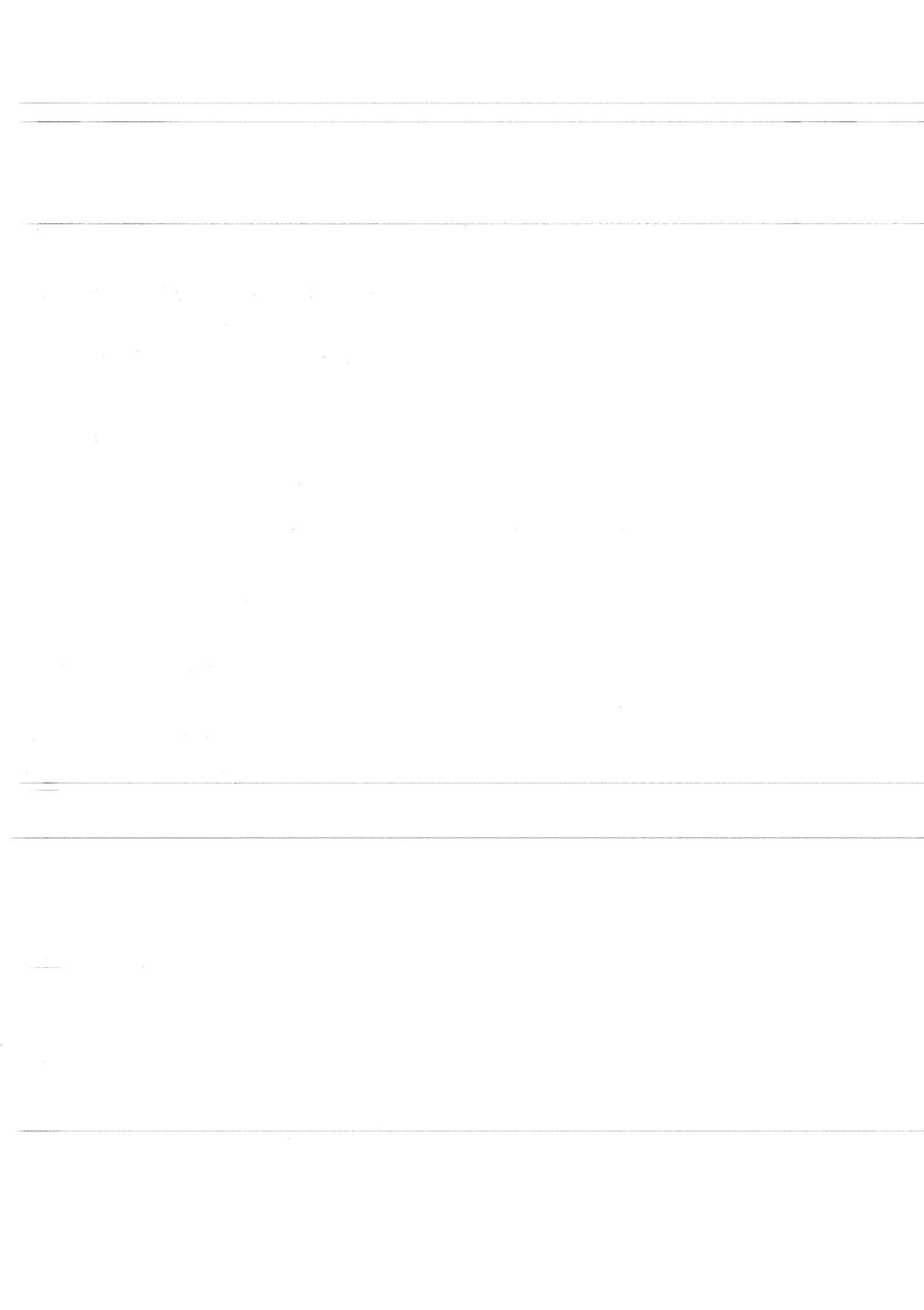
## **Udeluftventiler.**

Udeluftventiler er i nyere huse placeret i ydervægge, i stuer og soveværelser, hvor de skal sikre ventilation ved at tilføre erstatning for den luft, der suges ud af køkken og toilet. Disse ventiler findes i forskellige udførelser. De mest almindelige er /5/:

- Tallerkenventiler i ydervæg, ofte placeret over eller under vindue.
- Klapventiler, ofte placeret foroven i væg.
- Spalteventiler i vindues- og dørparti.
- Skydeventiler i vindues- og dørparti.

## **Udsugningsventiler.**

Udsugningsventiler er placeret i køkken og bad. De bruges til at fjerne fugt og forurenset luft gennem køkken og baderum, både hvor der er naturligt aftræk, og hvor der er mekanisk udsugning.



# Appendiks: Grov Livscyklus Model

Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) har udviklet en livscyklusanalysemodel for en bygning. Denne model består af 24 beregningsskemaer, der angiver en overslagsmæssig beregning af en bygnings energiforbrug i hele dens livsforløb og af den samlede emission af CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> til atmosfæren hidhørende fra dette energiforbrug. Idéen er, at bygherrer og projekterende således får mulighed for at vælge de byggetekniske løsninger, der har det mindste forbrug af energiressourcer, og som forårsager den mindste belastning af det ydre miljø hidrørende fra energiproduktionen. Modellen der her i projektet er blevet benyttet, er opbygget som regneark i Quattro Pro version 4.0. Det er SBI's hensigt inden for et år at omsætte regnearket til et edb-program og på længere sigt at sammenkoble det med andre projekteringsværktøjer, f.eks. CAD- og totaløkonomiprogrammer. Det kan således anvendes af myndigheder, bygherrer og projekterende i deres valg af byggevarer, byggeprocesser og konstruktioner.

## Opbygning.

Formålet med analysen er at identificere de betydelige energiforbrug i alle faser af bygningens livsforløb, samt at identificere miljøbelastningen i form af emissioner til atmosfæren som følge af dette energiforbrug.

Modellen deler bygningens livsforløb op i følgende delprocesser:

### 1. Anlæg:

- produktion af byggematerialer (udvinding af råstoffer, produktion af materialer, produktion af halvfabrikata, transport mv.)
- opførelse af bygningen (energiforbrugende processer på byggepladsen)

### 2. Drift:

- forsyning (rumopvarmning, opvarmning af brugsvand, belysning, elektriske apparater)
- vedligehold (udskiftning af bygningsdeler)

### 3. Fjernelse:

- nedrivning (processer til adskillelse af bygningen og transport til sorteringsplads)
- genanvendelse (byggevarer som kan genbruges direkte, genvindes, eller anvendes som brændsel samt affald)
- bortskaffelse (energiforbrug til transport af nedrinningsprodukter til losseplads)

For hver af disse delprocesser opgøres delprocessens energiforbrug, og til slut lægges disse energiforbrug sammen til et totalforbrug. På baggrund af energiforbruget beregnes emissionen af CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub>.

Grov Livscyklus Model består af 24 skemaer og omhandler følgende:

- Skema 1-5. Beregning af mængder.  
Her gennemføres beregninger af de mængder af byggematerialer, der anvendes/udskiftes/genanvendes i forbindelse med bygningens anlæg, drift og fjernelse.
- Skema 6-17. Beregning af totalenergiforbrug.  
Her beregnes energiforbruget til produktion mv. af byggevarer og energiforbruget til processer i forbindelse med byggepladsarbejder, opvarmning af bygningen, nedrivning mv. På grundlag af disse energiforbrug beregnes bygningens totalenergiforbrug.
- Skema 18-24. Beregning af emissioner.  
Her udføres beregninger af de emissioner af CO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> til atmosfæren, som er forårsaget af de i skema 6-17 beregnede energiforbrug.

### Beregningsdata.

I beregningen indgår specifikke data, som er karakteristiske for den aktuelle bygning, dels generelle data, som indeholdes i en database.

De specifikke data vedrører f.eks. hele bygningen (beliggenhed, anvendelse, energiforsyning mv.), de bygningsdele, den er opbygget af (antal, størrelse, typer), og de byggevarer (materialer), der indgår (typer, mængder).

De generelle data indeholder energiforbrug for de forskellige typer af byggevarer, energiforbrug for specificerede opførelses- og nedrivningsprocesser samt emissionsværdier for forskellige brændsels- og anlægstyper mv. Grundlaget for disse data og beregninger stammer fra Danmarks Statistik, de aktuelle brancher, Risø mv.

Der er således tale om meget komplekse beregninger, idet et utal af faktorer spiller ind på det samlede resultat. Man kan således ved beregning komme frem til overslagsmæssige værdier af energiforbrugets og dermed emissionens variation med ændringer i materialevalg, opvarmningsmetode, isoleringsniveau osv.

For yderligere oplysninger og beskrivelse af SBI's model Grov Livscyklus Model henvises til kilde /3, 4/.