

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 19 1994

**Grundlag for et
rammesystem for
miljøvurdering af bygninger**

**Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen
Nr. 19 1994**

**Grundlag for et rammesystem
for miljøvurdering af bygninger**

Statens Byggeforskningsinstitut

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Rapporten er udarbejdet med tilskud fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke nødvendigvis dækkes af Rådet eller Miljøstyrelsen.



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
Danish Building Research Institute

Et rammesystem for miljøvurdering af bygninger

Indhold

1	Forord	3
2	Indledning	5
	2.1 Rapportens indhold	6
	2.2 Miljørigtig projektering	7
	2.3 Ordliste	10
3	Forslag til rammesystem	12
	3.1 Rammesystemets opbygning og anvendelse	12
	3.2 Vurdering af udvalgte miljøeffekter	17
4	Rammesystemets bestanddele	26
	4.1 Miljøeffekter	26
	4.2 Livscyklusvurderinger	42
	4.3 Værktøjer til opgørelser	45
	4.4 Vurderingsmetoder	52
5	Internationale kontakter	59
	5.1 Den engelske miljømærkningsordning, BREEAM	59
	5.2 "European Network of Building Research Institutes"	67
	5.3 Nordisk samarbejde	70
6	Seminar	71
	6.1 Indledning	71
	6.2 Behov og mål	75
	6.3 Videngrundlaget	76
	6.4 Mulighederne	79
	6.5 Program og deltagerliste	83
7	Litteratur	87
8	Summary	91

1 Forord

Der satses nu bredt på at øge anvendelsen af renere teknologi indenfor byggesektoren, hvor en væsentlig indsats skal ske under projekteringen af nybyggeri og større ombygninger. Det indebærer et behov for at dokumentere resultaterne af denne indsats, dels for at synliggøre disse, dels for at motivere til en yderligere indsats.

Med udgangspunkt i Miljøministeriets "Delhandlingsplan for renere teknologi og genanvendelse i bygge- og anlægssektoren 1993-97" er der i 1993 gennemført et forprojekt med det hovedformål at belyse mulighederne for at udarbejde en systematisk fremgangsmåde til vurdering af bygningers miljøpåvirkninger. Fremgangsmåden kaldes i det følgende et rammesystem, fordi den i videst muligt omfang inddrager datakilder, opgørelsesværktøjer og vurderingsmetoder, som findes eller er under udvikling, i vurderingen. Herudover er der afholdt et seminar for bygherrer, projekterende og miljøfagfolk, ligesom der er foretaget en beskrivelse og en vurdering af den engelske miljømærkningsordning for bygninger (BREEAM). Endelig har SBI medvirket i det europæiske samarbejde mellem byggeforskningsinstitutter (ENBRI) med henblik på at etablere et fælles europæisk grundlag for miljøvurdering af bygninger.

Resultaterne af forprojektet, som er beskrevet i denne rapport, vil danne grundlag for udviklingen af en første version af et rammesystem for miljøvurdering af bygninger og kan tillige tjene som støtte for andre overvejelser om miljøvurdering af bygninger. ENBRI samarbejdet leder formentlig til et eller flere fælles projekter udover at være en platform for fortsatte drøftelser af europæiske indsatser på området.

Forprojektet er gennemført af en projektgruppe hos SBI med Jørn Dinesen som projektleder og med Klaus Hansen og Hanne Krogh som de øvrige projektdeltagere. Projektet er gennemført med støtte fra Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Arbejdet er blevet fulgt af en gruppe udpeget af Miljøstyrelsen:

- Jette Skaarup (formand), Miljøstyrelsen
- Jesper Raad Petersen, Miljøstyrelsen
- Ib Steen Olsen, Bygge- og Boligstyrelsen
- Bente Hammer, Bygge- og Boligstyrelsen
- Anders Schmidt, dk-teknik
- Jørn Trelldal, Rambøll, Hannemann og Højlund
- Jens Staalby, Birch & Krogboe
- Anders Clausen, Rockwool
- Finn Selmer, DOMUS
- Merete Schmidt, NOVO
- Erik Christophersen, SBI

Projektgruppen retter en tak til denne følgegruppe samt til deltagerne i seminaret den 25. november 1993 (se afsnit 6.5) for mange værdifulde bidrag til at forbedre resultaterne af projektet.

Hørsholm den 31. januar 1994.

Jørn Dinesen / Klaus Hansen / Hanne Krogh

2 Indledning

Rammesystem

En helhedsorienteret miljøvurdering af et byggeprojekt, omfattende hele bygningen og alle dens bestanddele i hele deres livsforløb, er en omfattende opgave. Den lader sig derfor også kun løse, hvis der udvikles en systematisk fremgangsmåde samt en række tilhørende beregningsværktøjer, som tilsammen kan danne et rammesystem for miljøvurdering af bygninger.

Der er allerede i en række byggeprojekter gjort en betydelig indsats, især for at reducere energi- og vandforbruget samt for at forbedre indeklimaet og øge genanvendelsen. Men mange tiltag har fokuseret på meget begrænsede forhold, og der foreligger sjældent en helhedsvurdering af hvilke miljømæssige forbedringer der samlet er opnået. Det vil rammesystemet medvirke til at råde bod på, bl.a. set i sammenhæng med den indsats der nu gøres for at styrke miljøindsatsen under projekteringen, se afsnit 2.2.

Forudsætninger

Arbejdet med at udvikle rammesystemet har taget udgangspunkt i bestræbelser for, at miljøvurderingen skal omfatte hele bygningen, hele livsforløbet for bygningen og dens bestanddele samt alle de væsentligste miljøeffekter.

Desuden skal rammesystemet bygge på alment anerkendte datakilder, opgørelsesværktøjer og vurderingsmetoder, og udviklingen af systemet skal koordineres med andre europæiske bestræbelser i samme retning.

Endelig skal vurderingen kunne foretages af den projekterende inden for de ressourcerammer, der kan forventes afsat hertil under projekteringen.

Opfølgning

Det er målet, at der i et efterfølgende projekt skal udvikles en første version af rammesystemet. I hvilken udstrækning denne første version vil leve op til de nævnte forudsætninger vil i høj grad afhænge af resultaterne af en række igangværende bestræbelser, som rammesystemet forventes at gøre brug af. Disse bestræbelser omfatter:

- Miljødata fra producenterne af byggevarer og fra miljømærkningsordninger
- Data fra den foreslåede indeklimamærkningsordning for byggevarer
- SBI's model for opgørelse af en bygnings totalenergiforbrug og de hertil knyttede emissioner, en model som forventes udbygget til også at opgøre andre væsentlige miljøparametre
- Metoder til vurdering af de enkelte miljøeffekter. Sådanne metoder er under udvikling såvel i Danmark som i udlandet.

Herudover vil det - i det mindste i en overgangsperiode - være nødvendigt at inddrage eksisterende miljødata fra litteraturen og fra statistikker, selv om disse data kan være forældede og mangelfuldt dokumenterede. Desuden kan der for nogle miljøeffekter blive tale om i første omgang at anvende mere kvalitative vurderingsmetoder.

2.1 Rapportens indhold

Forprojektet	Resultatet af forprojektet er i væsentlig grad baseret på litteraturstudier, på viden og erfaringer fra sideløbende projekter og på løbende kontakt med andre, som arbejder på området. Arbejdet har bestået i en strukturering af rammesystemet, en vurdering af mulighederne for at vurdere nogle udvalgte miljøeffekter og en vurdering af mulighederne for at inddrage de nævnte datakilder og beregningsværktøjer i rammesystemet. Denne rapport beskriver resultaterne af forprojektet.
Forslag til rammesystem	I kapitel 3 beskrives strukturen og indholdet i det foreslåede rammesystem. Beskrivelsen følger trinene i en livscyklusvurdering, som er nøjere beskrevet i kapitel 4. Rammesystemet knytter sig til en strukturering og afgrænsning af bygningen, af bygningens livsforløb og af de betragtede miljøeffekter. Miljøvurderingen tænkes ikke at vedrøre brugsmæssige aktiviteter, som ikke vedrører selve bygningen, og ikke de miljøforhold som behandles under den forudgående by- og lokalplanlægning, fx trafikbelastninger knyttet til brugen af bygningen og miljøbelastninger knyttet til bygningens fysiske tilstedeværelse i byen eller landskabet.
Udvalgte effekter	Kapitel 3 indeholder tillige en kort gennemgang af mulighederne for at vurdere fem udvalgte miljøeffekter. Herunder vurderes mulighederne for at anvende en række foreliggende eller nye værktøjer til fremskaffelse og opgørelse af de nødvendige miljøparametre.
Miljøeffekter	En nøjere beskrivelse og diskussion af rammesystemets hovedbestanddele findes i kapitel 4. Således er der opstillet en liste over relevante miljøeffekter og foretaget en belysning af i hvilket omfang byggeriet bidrager til dem. Der er her især taget udgangspunkt i miljøeffektlisten i rapporten "Byggeri og renere teknologi" og i drøftelserne om miljøeffekter i projektet om "Miljørigtig projektering", se Miljøanalysemodel for byggeri (1994).
Livscyklusvurdering	Principper og metoder for livscyklusvurdering er kort beskrevet under henvisning til det internationale arbejde. Disse principper søges i videst muligt omfang fulgt i rammesystemet, dog vil i det mindste første version af rammesystemet indeholde en række forenklinger.
Værktøjer	En række værktøjer som forventes at kunne indgå i rammesystemet primært til brug for tilvejebringelse og opgørelse af miljødata er kort beskrevet. Desuden er der en kort omtale af en række igangværende aktiviteter som evt. senere vil kunne støtte udviklingen og brugen af rammesystemet.
Vurderingsmetoder	Endelig indeholder kapitel 4 en beskrivelse af en række vurderingsmetoder, herunder de metoder, som tænkes anvendt i forbindelse med rammesystemet.
BREEAM	Den engelske BREEAM-ordning for miljøvurdering af bygninger beskrives og vurderes i kapitel 5. BREEAM har været i anvendelse i nogle år og har bl.a. derfor været en væsentlig inspirationskilde for

dette projekt. BREEAM er en pragmatisk vurderingsmetode, som kun i begrænset omfang følger principperne for livscyklusvurdering. Til gengæld peger ordningen på nogle muligheder for enklere vurderinger af miljøforhold, som endnu ikke lader sig vurdere mere præcist.

ENBRI og NBS

Kapitlet omtaler tillige kort de igangværende og foreslåede aktiviteter i ENBRI (European Network of Building Research Institutes) og i den nordiske miljøgruppe under NBS (Det Nordiske Byggeforsknings Samarbejde).

Seminar

I november blev der afholdt et seminar med en bred deltagelse af bygherrer, projekterende og miljøeksperter. Formålet var at drøfte behovet, videngrundlaget og mulighederne for at udvikle et rammesystem for miljøvurdering af bygninger på baggrund af det hidtidige arbejde med rammesystemet. Det gav anledning til en meget bred og god drøftelse af miljøindsatsen ved projektering af nybyggeri, ikke kun en drøftelse af rammesystemets anvendelse i den forbindelse, se kapitel 6.

Opsummering

Forprojektet har vist, at rammesystemet kan bringes til at omfatte en række væsentlige miljøeffekter, og at vurderingen kan foretages på en rimeligt kvalificeret måde, når de bestræbelser, der nu gøres for at udvikle opgørelsesværktøjer og vurderingsmetoder er gennemført. Første udgave af rammesystemet bør omfatte det bredest mulige sæt af vigtige miljøeffekter og må så til gengæld i et vist omfang bygge vurderingen på anvendelsen af eksisterende (mangelfulde) data og forenklede vurderingsprincipper. Det er væsentligt at der i denne forbindelse, dels gives præcis besked om systemets begrænsninger, dels gennemføres en kvalitetssikring af de anvendte data og metoder.

2.2 Miljørigtig projektering

Det er vigtigt at rammesystemet udformes og benyttes på en sådan måde, at det kan støtte miljøindsatserne under projekteringen og til slut anvendes til at vurdere i hvilket omfang projektet lever op til de miljømæssige mål i byggeprogrammet. Der skal derfor her gives en kort beskrivelse af hvordan rammesystemet kan tænkes anvendt i relation til miljøindsatserne, således som de er beskrevet i *Miljørigtig projektering (1994)* og *Miljøanalysemodel for byggeri (1994)*. Herudover kommenteres relationen mellem rammesystemet og nogle af de virkemidler og checklister, som nu foreligger til støtte for en mere miljørigtig projektering.

Rådgivningsfaserne

Miljøindsatserne under projekteringen

Principielt opdeles projekteringen i følgende faser, selv om denne faseopdeling ikke altid følges i praksis:

- 1 Programfasen, hvor kortlægningen foretages, og miljøprogram og miljøplan udarbejdes. Miljøprogrammet indeholder de miljømæssige mål for projektet, og miljøplanen en beskrivelse af miljøindsatserne under projekteringen.

- 2 Forslagsfasen, hvor der foretages yderligere miljøundersøgelser og vurderinger, bl.a. af alternative projektudformninger og ved overordnede valg af delsystemer og bygningsdele.
- 3 Projektfasen, hvor de afgørende beslutninger træffes, bl.a. hvad angår valg af byggetekniske løsninger, processer mm, og hvor kravene vedrørende miljøindsatserne under udførelsen fastlægges. Endelig fremlægges den endelige dokumentation af, i hvilken grad projektet opfylder målene i miljøprogrammet.
- 4 Udførelsesfasen, hvor det skal sikres at de førnævnte krav bliver opfyldt.
- 5 Driftsfasen, hvortil den projekterende også udarbejder vejledninger om miljørigtig drift og vedligehold af bygningen. Bygningens driftsmæssige egenskaber spiller en meget vigtig rolle i alle miljøvurderinger under projekteringen. Fremtidige ombygninger bør også indgå i overvejelserne.
- 6 Fjernelse (nedrivning og bortskaffelse), som ikke i dag indgår i FRI's og PAR's ydelsesbeskrivelser. Miljøindsatsen under projekteringen bør sigte mod at reducere de betydelige miljøbelastninger, der kan knytte sig til nedrivningen og bortskaffelsen af bygningsaffaldet. Især bør der lægges op til selektiv nedrivning og genanvendelse af bygningsaffaldet.

Miljøstyring

Hovedelementerne i de rådgivendes miljøstyring under projekteringen er:

- Miljøprogram, se pkt. 1
- Miljøplan, se pkt. 1, og
- Miljøstatus, som kan foretages flere gange under projekteringen med henblik på at kontrollere og justere program og planer.

Miljøprogram

Miljøprogrammet er den del af byggeprogrammet, som beskriver de miljømæssige målsætninger. Fastlæggelsen af disse bør ske med udgangspunkt i en forudgående kortlægning af alle projektets miljøpåvirkninger i hele bygningens livsforløb, samt af de effekter som påvirkningerne kan bidrage til. Rammesystemet kan støtte kortlægningen og fastlæggelsen af miljøprogrammet ved, dels at udpege de miljøeffekter, som byggeriet især bidrager til, dels at angive de bidrag, hvormed en relevant referencebygning belaster disse miljøeffekter. Miljøprogrammet må også referere til lokale forhold, bygningens særlige anvendelse og især bygherrens prioriteringer og miljømæssige målsætninger.

Miljøplan

Miljøplanen beskriver hvilke miljøindsatser, der skal foretages under projekteringen frem til den endelige dokumentation af i hvilket omfang miljøprogrammets mål er opfyldt.

I de tidlige faser af projekteringen, skitseringen og forslagsstillingen, kan miljøindsatsen støtte sig til referencebygningen, især hvis det tydeliggøres, hvilke af dens delsystemer og bygningsdele, der især bidrager til de enkelte miljøeffekter. Ved de senere mere dybtgående

vurderinger af alternative valg af bygningsudformning og byggetekniske løsninger - og især ved den sluttelige dokumentation, er det hensigten at rammesystemet og de hermed forbundne data, opgørelsesværktøjer og vurderingsmetoder skal kunne bruges.

Virkemidler og checklister

Miljøvurdering af en bygning kan under projekteringen foretages mere eller mindre eksplicit, og især i de indledende faser, er der brug for at styre miljøindsatsen ved hjælp af nogle mere eller mindre specifikke virkemidler og checklister, som dels peger på nogle vigtige indsatsområder, dels giver nogle indikationer af hvilke miljømæssige fordele der opnås.

Almene virkemidler

Almene virkemidler kan fx være:

- at anvende genanvendte materialer,
- at begrænse materialeforbrug og spild, bl.a. ved at reducere omfanget af ombygninger,
- at substituere knappe materialer og farlige stoffer med rigelige og mindre farlige,
- at adskille materialerne, så de sidenhen kan separeres og genanvendes,
- at gøre bygningen fleksibel, så den senere kan tilpasses nye krav og anvendelser,
- at forlænge levetiden, så unødvendige udskiftninger og opretninger undgås, og måske især
- at nedbringe ressourceforbruget og forbruget af farlige stoffer under driften, dvs energiforbrug, vandforbrug og forbrug af varer til vedligehold og renhold.

Men den miljømæssige betydning af disse virkemidler kan ikke umiddelbart vurderes. De kan derfor heller ikke umiddelbart prioriteres eller siges at være dækkende for den indsats, der på længere sigt må knytte sig til projektering under hensyn til de hermed forbundne miljøbelastninger.

Konkrete virkemidler

Mere specifikt kan der peges på en række konkrete virkemidler, hvis indvirkning på fx energi- og vandforbrug evt. direkte kan dokumenteres, fx:

- Forbruget af fossile brændsler og de dermed forbundne emissioner kan reduceres ved anvendelse af bl.a. solpaneler, jordvarme, passiv solvarme, isolering, varmegenvinding og elbesparende hvidevarer mm.
- Forbruget af grundvand og af mængden af afløbsvand kan reduceres ved bl.a. vandbesparende toiletter og taphaner, vandmålere, genanvendelse af gråt spildevand og anvendelse af regnvand.
- Indeklimaet kan forbedres ved bl.a. at anvende indeklimamærkede byggevarer, mekanisk ventilation samt god varme- og fugtregulering.

Men også i denne forbindelse kan det være vigtigt at foretage en mere helhedsorienteret vurdering af fx energiforbruget, vandforbruget og indeklimaet, gerne på en sådan måde, at der fås et mål for i hvilken udstrækning dette reducerer belastningen af de vigtigste

miljøeffekter. Det er målet med rammesystemet, hvis opgørelser over miljøparametre skal kunne ses i direkte sammenhæng med den dokumentation, som knytter sig de ovenfor nævnte virkemidler. Den engelske BREEAM ordning, se afsnit 5.1, knytter nogle af sine vurderinger til en simpel konstatering af om nogle af de ovennævnte virkemidler er taget i anvendelse eller ej.

2.3 Ordliste

Terminologi

Terminologi på miljøområdet er under fortsat udvikling og kun i ringe grad internationalt afklaret. Den efterfølgende ordliste skal derfor primært opfattes som dækkende for denne rapport.

Ordliste

BREEAM

Building Research Establishment Environmental Method er en fungerende engelsk miljøvurderingsmetode for bygninger udviklet af det engelske byggeforskningsinstitut BRE. (Building Research Establishment), se afsnit 5.1.

ENBRI

European Network of Building Research Institutes. Omfatter bl.a. en miljøarbejdsgruppe med deltagelse fra 10 lande. Gruppens opgaver er gensidig orientering, planlægning og afholdelse af workshops samt egentligt projektsamarbejde, se afsnit 5.2.

Livscyklusvurdering

En helhedsorienteret fremgangsmåde til vurdering af de miljømæssige belastninger forbundet med et produkt (her en bygning). Vurderingen omfatter hele bygningens livscyklus og alle relevante miljøeffekter. En livscyklusvurdering består af en *målsætning og afgrænsning* af opgaven, en *opgørelse* af miljøparametrene og en *vurdering* af de resulterende miljøeffekter, se afsnit 4.2.

Miljøbelastninger

Bruges her som en almen betegnelse for fx en bygnings samlede bidrag til miljøeffekterne, altså såvel effekter vedr. ressource-tab, som sundhedseffekter og effekter i det ydre miljø.

Miljøeffekter

En række relativt veldefinerede effekter, som belaster miljøet, grupperet i tab af ressourcer, sundhedseffekter og effekter i det ydre miljø, se afsnit 4.1.

Miljøparametre

De forbrug af råstoffer, vand mv. (input) og emissioner af farlige stoffer, støv mv. (output) i forbindelse med et produkts livscyklus, som er de direkte årsager til produktets effekter på miljøet. Miljøparametre benævnes også miljørelationer.

Miljøprofil

Grafisk afbildning af fx en bygnings bidrag til en række udvalgte miljøeffekter, se figur 23.

Miljøpåvirkninger

Bruges her som en almen betegnelse for de miljøparametre, der giver anledning til de iagttagne miljøeffekter. Miljøpåvirkningerne omfatter primært de input af ressourcer og output af emissioner mm, som knytter sig til livsforløbet for bygningen og dens bestanddele.

Miljøvurdering

En overordnet betegnelse for vurderingen af de miljømæssige belastninger fra et givet produkt (proces, aktivitet). Vurderingen kan fx gennemføres som en livscyklusvurdering, men den kan også have et mere forenklet og afgrænset sigte.

Rammesystem

En systematisk fremgangsmåde til vurdering af bygningers miljøbelastninger, som inkluderer brugen af en række tilhørende opgørelsesværktøjer og vurderingsmetoder.

Referencebygning

En bygning, hvis veldefinerede bidrag til de iagttagne miljøeffekter bruges som sammenligningsgrundlag for især nybygnings- og ombygningsprojekter, se afsnit 4.4.

3 Forslag til rammesystem

Et rammesystem til miljøvurdering af bygninger betyder her en systematisk fremgangsmåde til vurdering af bygningens belastninger af miljøet. Forslaget bygger på principperne for livscyklusvurdering, dvs opgørelse af de relevante miljøparametre og vurdering af deres bidrag til de vigtigste miljøeffekter i hele bygningens og dens bestanddeles livsforløb. Det er en ambitiøs målsætning, som bl.a. stiller krav om tilgængelighed af en lang række data vedrørende de ressourceforbrug og emissioner, der knytter sig til de mange processer, der indgår i livsforløbet. Da det desuden er hensigten at miljøvurderingen skal kunne gennemføres af den projekterende inden for et begrænset ressourceforbrug og med udgangspunkt i de oplysninger, som er til stede under projekteringen, er det nødvendigt dels at forenkle vurderingen mest muligt, dels at anvende de datakilder, opgørelsesværktøjer og vurderingsmetoder, som eksisterer eller er under udvikling.

Hvis den videre bearbejdning af rammesystemet viser, at ovenstående betingelser ikke kan opfyldes i første omgang, skal den første udgave af rammesystemet fortsat omfatte alle de væsentligste miljøeffekter, men vurderet enklere, dvs ved hjælp af mere kvalitative principper. Eksempler på disse kan findes i den engelske miljømærkningsordning BREEAM, som er beskrevet i afsnit 5.1.

Rammesystemet tænkes først og fremmest brugt ved projekteringen af nybyggeri og større ombygninger, se afsnit 2.2, men kan også anvendes ved en miljøgennemgang af i brugværende bygninger. Under projekteringen af en bygning træffes beslutninger, som er af afgørende betydning for de miljøpåvirkninger, der knytter sig til produktionen af materialer og byggevarer samt til opførelsen, driften og fjernelsen af bygningen. Efter at bygningen er taget i brug kan der udføres miljøvurderinger med henblik på forbedringer af driften samt i forbindelse med større ombygninger, hvor alternative løsninger kan vurderes.

I det følgende gennemgås rammesystemets opbygning og anvendelse, og det beskrives hvordan en bygnings bidrag til nogle udvalgte miljøeffekter kan vurderes.

3.1 Rammesystemets opbygning og anvendelse

I denne rapport opstilles grundlaget for rammesystemet, dvs dets opdeling, afgrænsning, metodik mv. med det langsigtede mål, at udfylde rammerne med de detaljerede miljøopgørelser og -vurderinger efterhånden som der udarbejdes metoder og indsamles data. Forslaget omfatter enkelte eksempler på vurderinger af miljøeffekter, udvalgt så de dækker hovedgrupperne.

Til gennemførelse af miljøvurderingen anvendes principperne for livscyklusvurdering, som er beskrevet i afsnittet om livscyklusvurdering i kapitel 4.

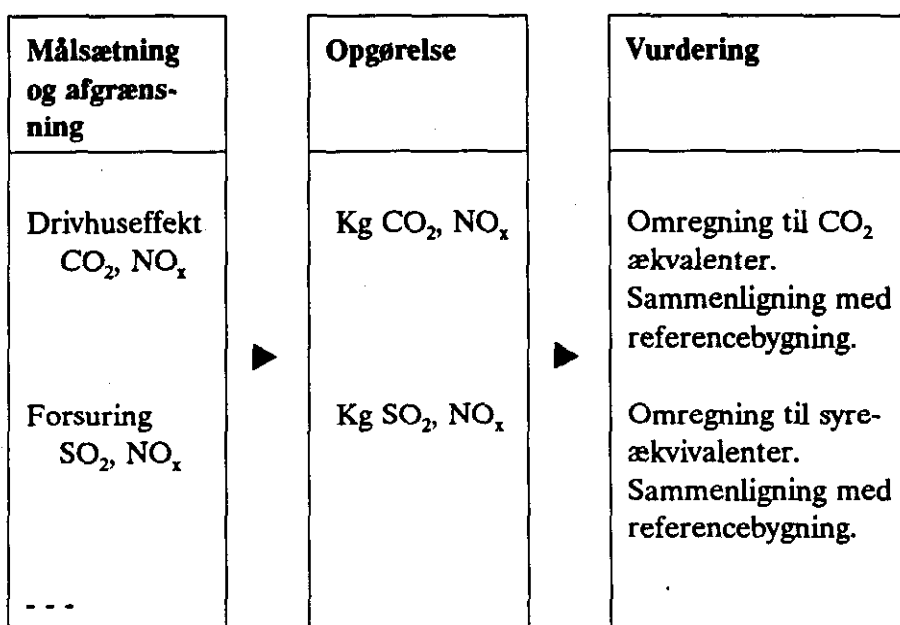
Rammesystemet anvender følgende trin:

- målsætning og afgrænsning
- opgørelse
- vurdering

Målsætning og afgrænsning omfatter fastlæggelse af de miljøeffekter, som bygningen bidrager væsentligt til, fx tab af råstofressourcer, drivhuseffekt og forsurening. For at vurderingen kan gennemføres må hver effekt omsættes til målbare parametre, for drivhuseffektens vedkommende fx emission af CO₂ og NO_x. Dernæst opgøres disse parametre for bygningen, fx skal bygningens CO₂-emission opgøres for hele dens livscyklus. De opgjorte parametre omregnes til et fælles mål for effekten, fx CO₂- ækvivalenter. Endelig foretages der en vurdering af størrelsen af den pågældende effekt. Der findes ikke generelle regler for en sådan vurdering. Den kan foretages på forskellige måder, fx ved at sammenligne resultatet af opgørelsen med den tilsvarende opgørelse for en anden og sammenlignelig bygning i form af en *referencebygning*, som repræsenterer et givet miljømæssigt niveau, man kan stræbe mod og blive bedre end.

En afsluttende samlet vurdering, hvor de enkelte effekter vægtes i forhold til hinanden og adderes, er det sidste led i vurderingen. Der findes ikke på nuværende tidspunkt objektive metoder til en sådan vurdering, som derfor ikke indgår i dette forslag.

Ovenstående meget forenklet beskrivelse af miljøvurderingen af en bygning er illustreret i figur 1. Derefter følger en mere detaljeret beskrivelse af rammesystemets trin.



Figur 1: Miljøvurdering af en bygning. (Der er valgt miljøeffekter med velkendte parametre).

3.1.1 Målsætning og afgrænsning

Målsætningen for og afgrænsningen af rammesystemet kan udtrykkes i følgende punkter:

- Vurderingen skal omfatte **alle væsentlige miljøeffekter** og disse skal vurderes på grundlag af opgørelser over de parametre, der er væsentlige for den enkelte effekt.
Der tages udgangspunkt i listen over miljøeffekter beskrevet i afsnit 4.1. I dette afsnit er der foretaget en udvælgelse af miljøeffekter, som er relevante for bygninger. Desuden er parametre for de enkelte miljøeffekter fastlagt.
- Vurderingen skal omfatte **hele bygningen**, herunder alle dele af bygningen. Vurderingen afgrænses fysisk til selve bygningen incl. tilhørende udearealer, dvs at inventar og produktionsanlæg i bygningen ikke tages med. Vurderingen omfatter heller ikke planlægningsmæssige forhold (fx bygningens placering i bymæssig sammenhæng) og ikke aktiviteterne i bygningen udover de som er nøje knyttet til bygningens drift.
Til opgørelser over bygningens bestanddele, forventes SfB-systemets bygningsdelstavle anvendt.
- **Hele bygningens livscyklus** skal indgå i vurderingen. Den strækker sig fra udvinding af råstoffer til bortskaffelse af nedrivningsprodukter og kan opdeles i følgende seks faser:
 1. Råstofudvinding og forarbejdning af råmaterialer.
 2. Fremstilling af byggevarer.
 3. Opførelse og ombygning af bygninger.
 4. Drift og vedligehold af bygninger.
 5. Nedrivning.
 6. Bortskaffelse.

Vurderingen baseres på faktiske (projekterede) data for bygningen hvad angår byggevarer, bygningsdele, bygningsudformning mv. For faserne efter bygningens opførelse, dvs drift og vedligehold, nedrivning, genanvendelse og deponering, må vurderingen baseres på skønnede data.

- Vurderingen skal kunne gennemføres inden for **normale ressourcerammer**. Det er hensigten, at miljøvurderingen skal kunne indgå som et led i projekteringen af en bygning eller en ombygning. Det er derfor nødvendigt, at metoden udformes på en sådan måde, at den tids- og ressourcemæssigt kan gennemføres inden for "normale" ressourcerammer. Det betyder bl.a. at rammesystemet skal indeholde **opgørelsesværktøjer og vurderingsmetoder** for de miljøeffekter, der skal vurderes, se kapitel 4. I det omfang disse ikke findes må vurderingerne i første omgang udgå af systemet og der må igangsættes udvikling af metoder. Det skal dog tydeligt fremgå hvilke effekter, der er udeladt.

3.1.2 Opgørelse

Opgørelsen består i indsamling af data for de parametre, der bidrager til de udvalgte miljøeffekter, samt opgørelse af disse data for hele bygningen i hele dens livsforløb. Muligheden for at opgøre de enkelte parametre på en overkommelig måde er meget væsentlig for rammesystemet. Det er derfor afgørende, at der findes datakilder og opgørelsesværktøjer til dette formål. I afsnit 4.3 er nogle af disse gennemgået. En del miljøparametre kan ikke på nuværende tidspunkt opgøres på en overkommelig måde. Et led i fortsættelsen af projektet er derfor at udvikle metoder og værktøjer til disse opgørelser.

3.1.3 Vurdering

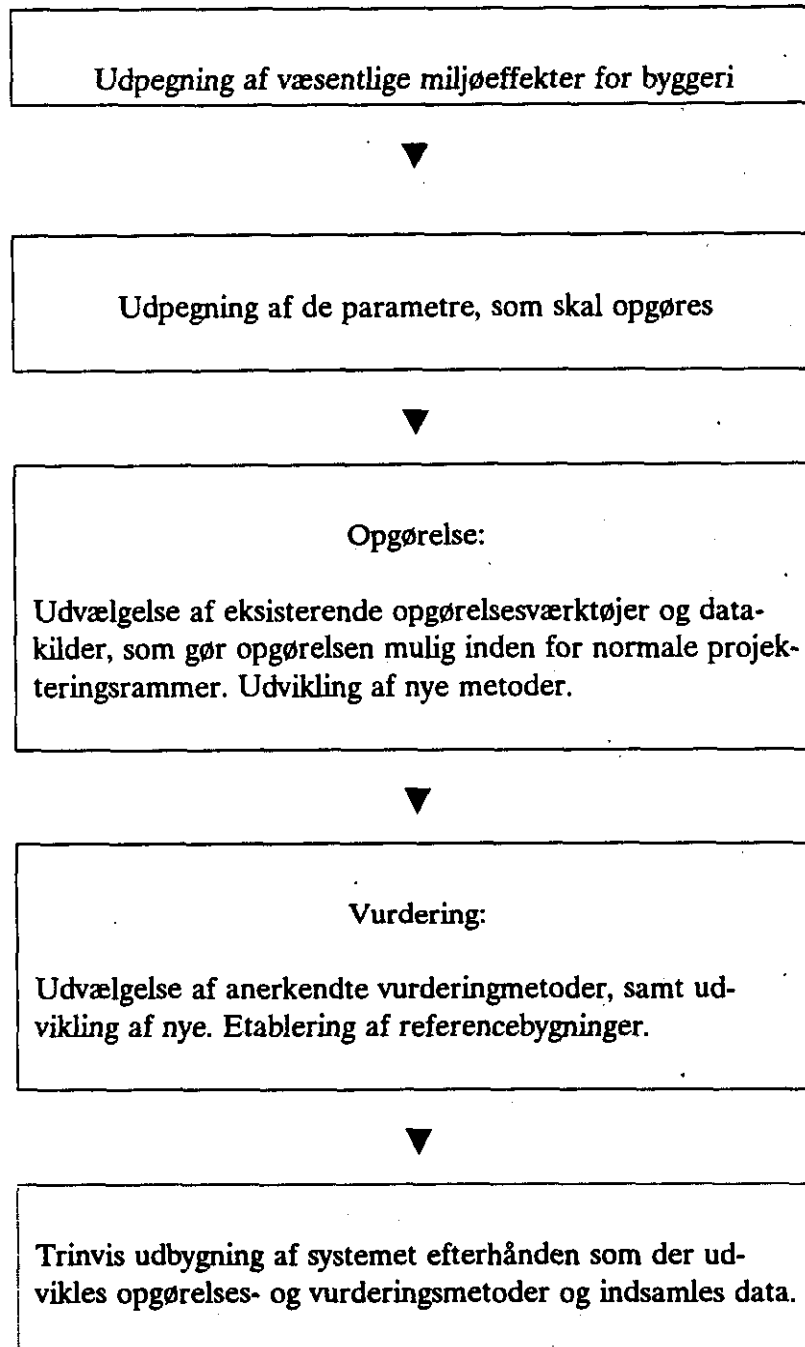
Bygningens bidrag til de enkelte miljøeffekter vurderes på grundlag af de tilhørende, opgjorte parametre.

Vurderingen omfatter omregning af de opgjorte parametre til et fælles mål for den eller de effekter, de giver anledning til, fx omregnes emissionen af drivhusgasser til CO₂-ækvivalenter.

Effekterne kan herefter sammenlignes med effekterne fra en bygning, der er udført særlig miljøvenligt og altså kan bruges som referen-cebygning. I det fortsatte arbejde skal der derfor udvælges referen-cebygninger og gennemføres miljøvurderinger af dem.

I afsnittet om vurderingsmetoder er der gennemgået metoder til om-regning til og vurdering af miljøeffekter.

Figur 2 viser de opgaver, der er forbundet med rammesystemets udvikling.



Figur 2: Opgaver i forbindelse med rammesystemets udvikling.

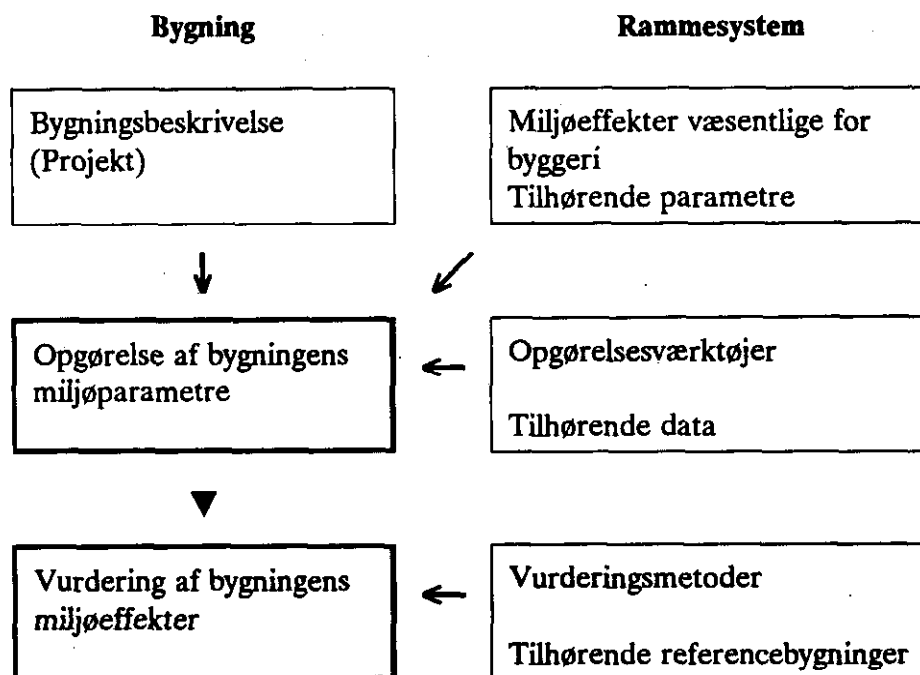
3.1.4 Rammesystemets anvendelse

Rammesystemet skal anvendes til miljøvurdering af en bygning. Figur 3 viser hvordan rammesystemet anvendes.

Bygningen skal være detaljeret beskrevet således at de data, der er nødvendige for vurderingen, foreligger eller kan udtrages af beskrivelsen. Denne består af projekt materialet med tilhørende datagrundlag for de anvendte materialer og byggevarer.

Rammesystemet indeholder en liste over de miljøeffekter, der er væsentlige for byggeri og derfor skal indgå i en fuldstændig vurdering. Desuden er de parametre, der skal opgøres fastlagt. Til opgørelsen anviser rammesystemet opgørelsesværktøjer, ligesom der henvises til

relevante datakilder. Vurderingen foretages under anvendelse af vurderingsmetoder, som er beskrevet i rammesystemet. Til brug for vurderingerne anvendes referencebygninger, som også indgår i rammesystemet.



Figur 3: Sammenhængen mellem bygning og rammesystem.

Opgørelsen af bygningens miljøparametre gennemføres på grundlag af data for den bygning, der skal vurderes, hentet fra fx et projektmateriale med tilhørende datagrundlag (brochurer, deklamationer) for de anvendte materialer og byggevarer, samt antagelser om bygningens fremtidige drift og bortskaffelse. Desuden data fra rammesystemets datakilder, som fx omfatter generelle data vedr. byggematerialer og vedrørende opførelses- og nedrivningsprocesser. Opgørelserne udføres ved hjælp af opgørelsesværktøjer, fx SBI's energiberegningsværktøj.

De opgjorte miljøparametre danner udgangspunkt for vurderingen af bygningens miljøeffekter. Der omsættes evt. til fælles enheder for effekten. Desuden foretages en sammenligning med en referencebygning, som vil komme til at indgå i rammesystemet.

3.2 Vurdering af udvalgte miljøeffekter

I afsnittet om miljøeffekter er der foretaget en foreløbig vurdering af hvilke miljøeffekter, der er væsentlige for byggeri. Nogle effekter har ikke kunnet vurderes på nuværende tidspunkt på grund af manglende data. I forbindelse med dette forprojekt er der udvalgt fem enkelt-effekter til en mere detaljeret gennemgang af, hvordan miljøvurderingen kan gennemføres for at illustrere i hvilken udstrækning, de valgte principper kan anvendes i praksis. Disse effekter er vist i figur 4.

Hovedgrupper	Undergrupper	Miljøeffekter
Tab af ressourcer	Energiråstoffer	Knappe ikke-fornyelige
	Materialeråstoffer	Knappe ikke-fornyelige
Sundhedseffekter	Indeklima	Slimhindeirritation
Effekter i det ydre miljø	Global udbredelse	Drivhuseffekt
	Regional udbredelse	Forsuring
	Lokal udbredelse	Økotoksicitet i vandmiljø

Figur 4: Oversigt over de udvalgte miljøeffekter.

I det følgende gennemgås de udvalgte miljøeffekter. Gennemgangen omfatter udpegning af de parametre, som bør opgøres for hver effekt. Desuden beskrives det, hvordan opgørelsen kan gennemføres. I de tilfælde, hvor der findes hjælpemidler (beregningsværktøjer, data mv.) til opgørelsen, beskrives disse kort, evt. henvises til en mere udførlig beskrivelse. Endelig gives der et forslag til, hvordan vurderingen kan foretages.

Figur 5 viser en oversigt over de parametre, opgørelsesværktøjer datakilder og vurderingsmetoder, der anvendes i forbindelse med de udvalgte miljøeffekter.

Miljøeffekt	Parametre	Opgørelsesværktøjer Datakilder	Vurderingsmetoder
Knappe ikke fornyelige energiråstoffer	Energiforbrug	SBI-værktøj Mærkning/deklaration af byggevarer	Forbrug (MWh/m ² år) i forhold til referencebygning
Knappe ikke fornyelige materiale-råstoffer	Forbrug af kobber og zink	Udbygget SBI-værktøj Mærkning/deklaration af byggevarer	Relativt forbrug i forhold til referencebygning
Slimhindeirritation i indeklimaet	Emission af flygtige organiske stoffer	Data fra indeklimamærkningsordning	Grænseværdi for koncentration af stoffet
Drivhuseffekt	Emission af CO ₂ og NO _x	SBI-værktøj udbygget med data for NO _x	Drivhuseffekt i CO ₂ ækv./m ² år i forhold til referencebygning
Forsuring	Emission af SO ₂ og NO _x	SBI-værktøj udbygget med data for NO _x	Forsuring i Syreækv./m ² år i forhold til referencebygning
Økotoksicitet i vandmiljø	Emission af cadmium	Udbygget SBI-værktøj Mærkning/deklaration af byggevarer	Økotoksicitet i toks.ækv./m ² år i forhold til referencebygning

Figur 5: Oversigt over parametre, opgørelsesværktøjer, datakilder og vurderingsmetoder for de udvalgte miljøeffekter.

3.2.1 Miljøeffekt: Knappe ikke fornyelige energiråstoffer

Effekt

De vigtigste ikke fornyelige energiråstoffer (brændsler) er olie, kul og naturgas.

Vigtighed

Byggeri giver anledning til op imod 50 % af det samlede bruttoenergiforbrug (se afsnit om miljøeffekter i kap. 4). Effekten er derfor meget væsentligt.

Målsætning

Formålet er at vurdere den aktuelle bygnings livscyklusforbrug af ikke fornyelige brændsler (fordelt på de enkelte brændsler eller samlet).

Parametre

Parametrene er forbruget af fossile brændsler, henholdsvis olie, gas og kul (l, m³, t). På nuværende tidspunkt er det ikke muligt at opgøre disse for hele bygningens livscyklus. Der regnes derfor alternativt med forbrug af energi regnet i energienheder (MJ). Dette forbrug bør inkludere de tab der finder sted fra udvindingen af råstoffet til udnyttelsen i bygningen.

Opgørelse

Opgørelsen skal omfatte alle faser i bygningens livscyklus. Forbrug til råstofudvinding og fremstilling af byggevarer kan ikke på nuværende tidspunkt beregnes i brændselsenheder, da der ikke findes data for brændselsforbruget til disse faser udspecificeret på de enkelte materialer og byggevarer. Der kan overslagsmæssigt regnes i energienheder,

men data er endnu ufuldkomne. Forbrug til opførelse og nedrivning kan overslagsmæssigt regnes i brændselsenheder. Disse faser udgør dog en lille del af det samlede forbrug. Driftsforbruget, som er det væsentligste kan beregnes i brændselsenheder, hvis man har kendskab til bygningens energiforsyning. El-forbruget kan omregnes til brændselsenheder gennem fordelingstal. Det foreslås at opgøre i energienheder til bedre data foreligger.

Hjælpemidler

Overslagsmæssig beregning kan gennemføres ved hjælp af SBI's energi-beregningsprogram, beskrevet i SBI-rapport 224. Programmet omfatter alle faser af bygningens livscyklus. Datagrundlaget er endnu behæftet med nogen usikkerhed. Det forventes at bedre data bla. kan fremskaffes via EF-ordningen for tildeling af miljømærke og den nordiske miljømærkningsordning for produkter.

Vurdering

Vurderingen sker på basis af forbruget af ikke fornyelige brændsler. Ved at regne i (eller omregne til) energienheder kan forbruget i en bygnings livscyklus udtrykkes i et enkelt tal. Dette tal, beregnet pr. m² pr. år af bygningens levetid, sammenlignes med det tilsvarende tal for en referencebygning. Herved foretages en relativ vurdering af den pågældende bygnings forbrug.

Effekt

3.2.2 Miljøeffekt: Knappe ikke fornyelige materialeråstoffer

Ethvert forbrug reducerer de tilgængelige reserver, medmindre der er iværksat en effektiv genanvendelse på området. Ikke-fornyelige ressourcer betegnes her som knappe, når reserverne rækker til mindre end 100 års forbrug.

Vigtighed

Følgende metaller kan anses for knappe, se kapitel 4:

- Cd Cadmium
- Cu Kobber 7.0 / 39 (årligt forbrug i byggeriet / Danmark)
- Pb Bly 0.1 / 11
- Hg Kviksølv
- Ni Nikkel
- Sn Tin
- Zn Zink 3.5 / 11

Denne foreløbige oversigt udpeger især kobber og zink som vigtige for byggeriet. Reduceret forbrug, og sikring af genanvendelse bør tilstræbes. Der skal senere foretages en undersøgelse af om andre materialeråstoffer skal inddrages i vurderingen. Der foreligger ikke handlingsplaner eller andre officielle hensigtserklæringer i Danmark om at søge at reducere forbruget af materialeråstoffer. I det følgende fokuseres der alene på metallerne.

Målsætning

Målet med vurderingen af knappe mineralske råstoffer er at give et kvantitativt udtryk for det ressourcetab der knytter sig til det aktuelle forbrug.

Parametre

Parametrene er principielt de knappe mineraler, hvoraf metallerne fremstilles, normalt vælger man dog at opgøre forbruget af metaller, metal for metal.

Opgørelse	<p>Opgørelsen skal omfatte hele bygningens og dens bestanddeles livsforløb, hvilket betyder at opgørelsen principielt også skal omfatte væsentlige forbrug i form af spild i forbindelse med fremstillings- og bearbejdningsprocesser, materialeforbrug til udskiftning af bygningsdele mm. Til gengæld kan der ske en modregning af de materialemængder som genanvendes. Usikkerheden ved opgørelsen knytter sig primært til spildet, mængderne af de enkelte metaller i legeringer og omfanget af genanvendelse.</p> <p>Metalmængderne opgøres i kg.</p>
Hjælpemidler	<p>Data om mængder af metal i byggevarer bør fremgå af byggevareleverandørernes miljødeklarationer. Hertil kommer foreliggende oplysninger om i hvilket omfang metallet nu - for den aktuelle anvendelse - bliver genanvendt.</p> <p>En overslagsmæssig beregning kan foretages ved en udbygning af SBI's energiberegningsprogram, som opgør af materialemængder under hensyn til skønsmæssigt fastsatte levetider for de enkelte bygningsdele. Der er dog brug for supplerende data til databasen om spildprocenter, ligesom der skal tages stilling til genanvendelsesprocenter mm.</p>
Vurdering	<p>Forbruget af de enkelte knappe metaller opgøres pr m² pr år og divideres med et standardiseret landsforbrug heraf. Herefter adderes disse relative forbrug og der foreligger et samlet mål for bidraget til effekten. Dette tal sammenlignes med det tilsvarende tal for en referencebygning.</p>
Effekt	<p>3.2.3 Miljøeffekt: Slimhindeirritation i indeklimaet</p> <p>Irritation af slimhinder og lugtgener anses idag for væsentlige effekter forårsaget af afgangning fra byggevarer. Afgasningen sker i løbet af bygningens første leveår. Slimhindeirritation optræder ofte sammen med almene symptomer som tunghedsfornemmelser i hovedet træthed og utilpashed, disse effekter kaldes sammenfattende indeklimasygen eller Sick Building Syndrome.</p>
Vigtighed	<p>En stikprøveundersøgelse af den danske befolkning viste, at 16 % havde slimhindeirritation en gang eller oftere om ugen på arbejdspladsen og 12% havde hovedpine. Disse effekter forekom mindre hyppigt, når personerne opholdt sig i hjemmet.</p>
Målsætning	<p>Formålet er at vurdere effekten slimhindeirritation og lugtgener fra stoffer, der afgasses til indeklimaet. I rammesystemet medtages kun effekter af stoffer, der afgasses fra byggevarer, idet indeklimaet generelt målsættes, opgøres og vurderes som et selvstændigt punkt, under projekteringen.</p>
Parametre	<p>Der afgasses organiske stoffer fra byggevarer. Udover afgangning fra byggevarer er der bidrag fra aktiviteter i bygningen, fra mikroorganismer, fra inventar, kontormaskiner og forurenede udeluft. Normalt</p>

tillades at byggevarer bidrager med 50% af den totale belastning i indeklimaet.

Opgørelse/vurdering

Vurderingen bygger på målinger af byggematerialers/byggevarers afgangning. Der måles til forskellige tider. Udfra disse målinger kan koncentrationen af det enkelte stof i indeklimaet beregnes. Koncentrationen sammenlignes med en tærskelværdi for stoffet i indeklimaet. Vurderingen omfatter således driftsperioden for bygningen, og sker for et rum ad gangen. Er dimensionerne af rummene i den konkrete bygning ikke kendt, udføres vurderingen for et veldefineret rum, et standardrum.

Ved opgørelse og vurdering af samme stof fra flere forskellige byggevarer adderes koncentrationen fra de enkelte byggevarer, og den samlede koncentration sættes i forhold til tærskelværdien for stoffet. Afgasses der flere stoffer fra byggevarer, adderes forholdet mellem koncentration og tærskelværdi for stofferne. Summen af disse forhold bør være under 0,5, for at sikre at indeklimaet udfra et human toksikologisk synspunkt er i orden. I indeklimatemærkningsordningen oplyses for det enkelte stof tiden, indtil koncentrationen er under 0,5 af tærskelværdien. Denne tid kaldes den indeklimatelevante tidsværdi.

Målet fra vurderingen af slimhindeirritation er en tid. Denne bestemmes i bygningens første leveår og ved de senere udskiftninger af materialer. Tiderne adderes over hele bygningens livsforløb.

Hjælpemidler

Opgørelsen og vurderingen følger principperne beskrevet i Dansk Standard: Anvisning for bestemmelse og vurdering af afgangning fra byggevarer (forslag 1993-08-15), der bygger på at der kan fastsættes en indeklimatelevante tærskelværdi for de enkelte stoffer.

Effekt

3.2.4 Miljøeffekt: Drivhuseffekt

Drivhuseffekten er en effekt, der resulterer i en global opvarmning, fordi den infrarøde udstråling fra jorden absorberes af de såkaldte drivhusgasser.

Vigtighed

Drivhuseffekten er relateret til energiforbruget, og da byggeriet bruger op imod 50% af totalenergiforbruget i Danmark, er byggeriet en væsentlig bidragsyder.

Målsætning

Formålet er at vurdere den aktuelle bygnings bidrag til drivhuseffekten.

Parametre

De væsentligste menneskeskabte drivhusgasser er svovldioxid, metan, halocarboner og nitrogenoxid. Byggeriets bidrag er i det væsentlige knyttet til CO₂ og NO_x, der vælges som parametre for opgørelse af en bygnings bidrag til drivhuseffekten.

Opgørelse

Opgørelsen knyttes til energiforbruget i bygningens livscyklus. En nøjagtig bestemmelse af emissionen af CO₂ og NO_x vil kræve et eksakt kendskab til såvel brændselstype som energiproduktionsmåde

for alle energiforbrugende processer i bygningens livscyklus. Dette er ikke på nuværende tidspunkt realistisk. En tilnærmet metode er at opgøre energiforbrugene i energienheder og derefter tilknytte emissioner på grundlag af gennemsnitlige, statistiske data opdelt på brancher, bygningstyper mv.

Hjælpemidler

Overlagsmæssig beregning kan gennemføres ved hjælp af SBI's beregningsprogram, beskrevet i SBI-rapport 224.

Vurdering

Emissionen omregnes til CO₂-ækvivalenter pr. m² pr. år for bygningen. Denne emission sammenlignes med den tilsvarende emission for en referencebygning.

Effekt

3.2.5 Miljøeffekt: Forsuring

Forsuring skyldes emission af luftforureninger, der transporteres over store områder og altså får en regional udbredelse. Disse luftforureninger reagerer med vanddamp og danner syre, der giver sur nedbør. Sur nedbør medfører en forsuring af jordbunden og søerne. I skovene vil en forsuring af jordbunden medføre en mindre vækst af træerne, og i søerne vil en øget surhedsgrad af vandet medføre en mindre fiskebestand.

Vigtighed

Byggeriet bidrager til luftforurening med svovldioxid og nitrogenoxid ved brug af energi til fremstilling af byggevarer, transport af disse samt til drift af bygningen. Da byggeriet forbruger ca. 50 % af totalenergiforbruget i Danmark til opvarmning og til elektriske apparater, er byggeriet en væsentlig bidragsyder til forsuring.

Målsætning

Målet er at opgøre og vurdere den enkelte bygnings bidrag til forsuring.

Parametre

De vigtigste parametre til forsuring er svovldioxid (SO₂) og nitrogenoxid (NO_x), der med vanddamp danner syre.

Opgørelse

Opgørelsen omfatter alle faser i bygningens livsforløb. De vigtigste bidrag kommer fra råstofudvinding, fremstilling af råmaterialer og byggevarer og fra drift og vedligehold af bygningen. De to luftforureninger opgøres for hele bygningen og over hele bygningens livsforløb i henholdsvis kg SO₂ og kg NO_x, idet NO_x omregnes til kg NO₂.

Vurdering

Mængderne omregnes til syreækvivalenter ved hjælp af følgende omregningsfaktorer:

64 g SO₂ giver to syreækvivalenter. (Molmasse for SO₂: 64 g)

46 g NO₂ giver en syreækvivalent. (Molmasse for NO₂: 46 g)

Syreækvivalenterne for bygningen omregnes til ækvivalenter pr år ved at dividere med bygningens levetid. Effekten beregnes pr m² for bygningen. Dette tal kan sammenlignes med det tilsvarende tal for en referencebygning.

Hjælpe midler Emission af SO₂ og NO_x ved fremstilling af byggevarer kan fås fra miljødeklarationer af byggevarer. Emission af SO₂ og NO_x i bygnin- gens driftperiode kan beregnes ud fra emissionsfaktorer for de enkelte brændsler.

Opgørelsen kan udføres med SBI's energiberegningsprogram. I øje- blikket beregner modellen emissionen af SO₂, men princippet er det samme for NO_x.

Effekt

3.2.6 Miljøeffekt: Økotoksicitet i vandmiljø

Under effekt med lokal udbredelse hører akut og kronisk toksicitet i fx vandmiljø. Effekterne benævnes også økotoksicitet i vandmiljø. Effekterne skyldes emission af stoffer der vanskeligt eller slet ikke nedbrydes og samtidig muligvis bioakkumuleres. Derved kan disse stoffer i miljøet efterhånden opnå en koncentration, der måske giver en toksisk effekt i miljøet. Stofferne er metaller og miljøfarlige organiske stoffer. I dette eksempel er valgt cadmium, Cd. For cad- mium gælder det, at det ønskes begrænset mest muligt og helst elimineret. Cadmium er også valgt, fordi der i dag eksisterer data for indholdet af dette i byggevarer og i energiråstoffer, hvilket gør det nemmere at anskueliggøre metoden.

Vigtighed

Byggeriet bidrager til emission af Cd til jord-, luft- og/eller vandmiljø eller til en akkumulering af Cd i byggevarer.

Cd er følgestof i:

- Cement.
- Kul, hvor Cd under forbrænding opfanges i flyveasken.
- Zink. Galvaniserede produkter vil derfor indeholde Cd.

Det er ikke muligt idag at vurdere byggeriets bidrag til Cd-emission fx. til vandmiljø.

Målsætning

Formålet er at vurdere en bygnings bidrag til udslip og eksponering af cadmiumforbindelser i miljøet.

Parametre

For at opgøre bygningens bidrag til emission af cadmium er det nød- vendigt med oplysninger om indholdet af cadmium i byggevarer og energiråstoffer samt oplysninger, om hvorledes cadmium er bundet i byggevarer.

Opgørelse

Opgørelsen skal omfatte alle faser i bygningens livsforløb.

Opgørelsen omfatter emission af Cd ved udvinding af råstoffer og ved fremstilling af materialer og byggevarer, samt indholdet af Cd i byggevarer. Emission af Cd i driftsfasen skønnes ud fra forbrug af energiråstof, samt oplysninger om cadmiums fordeling mellem røggas og flyveaske. Forbrug af Cd ved opførelse og nedrivning kan skønnes ud fra indholdet i byggevarer.

Det foreslås at udregne:

kg Cd, der emitteres til jord- luft- og vandmiljø.

En opgørelse af Cd er mulig, når der eksisterer data om:

- Forbrug af Cd ved fremstilling af byggevarer.
- Forbrug af Cd ved processer i bygningens livsforløb samt data for kulforbrændingsanlæg til fremstilling af varme og el.

Der eksisterer i litteraturen data for cadmium i byggevarer og i energiråstoffer. (Jensen og Marcussen, 1993).

Vurdering

Emission af cadmium til jord- og vandmiljø omregnes til toksicitets-ækvivalenter ved at dividere emissionen med grænseværdien for effekten i miljø (den såkaldte No Effect, Concentration, NEC) Ækvivalenter fra flere stoffer kan adderes. Der fås således et tal for jord- og vandmiljø for hele bygningen i hele dens livsforløb. Stofferne, der emitteres til luft, udvaskes til jord- og vandmiljø. Emissionen til luft bliver derved til emission til jord- og vandmiljø. Ækvivalenterne divideres med levetiden for bygningen og med størrelsen af bygningen, hvorved fås ækvivalenter pr. m² pr. år. Ækvivalenterne for den konkrete bygning kan sammenlignes med ækvivalenterne for en referen-cebygning.

Omregning af emissionen af miljøfarlige stoffer til ækvivalenter er under udvikling.

Hjælpemidler

Opgørelsen kan ske ved at benytte principperne i SBI's energibereg-ningsmodel idet denne må udbygges med data for cadmiumindholdet i byggevarer.

4 Rammesystemets bestanddele

Dette afsnit indeholder en dokumentation og diskussion af rammesystemets bestanddele udfra erfaringer fra litteraturen. Afsnit 4.1 opstiller således en liste over miljøeffekter, der er væsentlig for byggeri. Denne liste er fremkommet udfra en bruttoliste over miljøeffekter, afsnit 4.1.1 og en dokumentation af væsentlige miljøeffekter for byggeri, afsnit 4.1.2. I rammesystemet baseres miljøvurderingen på principper for livscyklusvurdering beskrevet i afsnit 4.2. Parametre for væsentlige miljøeffekter opgøres over hele bygningens livsforløb. Der eksisterer et værktøj til opgørelse af totalenergiforbrug for en bygning, dette er beskrevet i afsnit 4.3. Værktøjet kan fremover udvides til at opgøre andre parametre. De opgjorte parametre omregnes til effekt, hvor der eksisterer omregningsfaktorer, der er generelt aksepteret. Vurderingen består i en sammenligning af effekterne for den pågældende bygning med effekterne for en referencebygning. I afsnit 4.4 diskuteres omregningsfaktorer for miljøeffekter og principper for vurdering.

4.1 Miljøeffekter

Konklusion

Dokumentationen har vist, at ca. 50 % af bruttoenergiforbruget går til rumopvarmning og til anvendelse i elektriske apparater. Byggeriet er derfor en stor forbruger af knappe ikke fornyelige energifåstoffer.

Byggeriet bruger ca. 18 % af det totale forbrug af kobber og kobberlegeringer og 32 % af zink og zinklegeringer i Danmark. Byggeriets forbrug af de øvrige knappe metaller som cadmium, bly, kviksølv og tin er ikke kendt.

Byggeriets bidrag til sundhedsbelastninger er ikke vurderet i detaljer. Der er dokumentation for, at bygge- og anlægssektoren giver en væsentlig kemisk og fysisk påvirkning af arbejdsmiljøet.

Da indeklimaet behandles særskilt under projektering, er der her kun medtaget effekter, der skyldes afgang fra byggevarer. Dokumentationen har vist, at afgangningen medfører væsentlige sundhedseffekter som lugtgener og slimhindeirritation i bygningens første leveår.

Byggeriet bidrager til emission af CO₂ og NO_x og dermed til drivhuseffekten på grund af energiforbrug anvendt til rumopvarmning og fremstilling af elektricitet.

Byggeriet bidrager til emission af SO₂ og NO_x og dermed til forsurening på grund af det store energiforbrug.

Byggeriet bidrager til emission af NO_x og kulbrinter og dermed til dannelsen af fotokemiske oxidanter. Det er usikkert om byggeriets bidrag til emission af kulbrinter er væsentlig.

Byggeriets bidrag til emission af tungmetaller og organiske miljøfarlige stoffer er ikke opgjort, idet der savnes data til opgørelsen af de enkelte stoffer. Dokumentationen har vist, at tungmetaller og organiske miljøfarlige stoffer forekommer i byggevarer.

I figur 6 er vist en oversigt over de væsentligste miljøeffekter for byggeri.

Hovedgrupper	Undergrupper	Effekter	Parametre for effekterne
Ressourcetab	Energiråstoffer	Knappe ikke-fornyelige	Kul, olie og naturgas
	Materialeråstoffer	Knappe ikke-fornyelige	Cu og Zn
	Vand	Rent grundvand	Vandforbrug
	Landskaber		?
Sundhedseffekter	Arbejds miljø	Effekter på grund af kemisk og biologisk påvirkning	*
		Effekter på grund af fysisk påvirkning	*
	Indeklima	Irritation af slimhinder og lugtgener	Flygtige organiske stoffer
Effekter i det ydre miljø	Global udbredelse	Drivhuseffekt	CO ₂ , (NO _x)
		Nedbr. af ozonlag	CFC- gasser
	Regional udbredelse	Dannelse af fotokemiske oxidanter	Usikkerhed om byggeriets bidrag
		Forsuring	SO ₂ og NO _x
	Lokale udbredelse	Akut toksicitet i jord- og vandmiljø	Vanskeligt at afgøre byggeriets bidrag, da det må afgøres for hvert enkelt stof
		Kronisk toksicitet i jord- og vandmiljø	- do -

* Byggeriets bidrag til disse effekter er ikke dokumenteret i det efterfølgende afsnit, men vurderes at have betydning.

Figur 6: Oversigt over miljøeffekter, der er væsentlige for byggeri. Der er foretaget en dokumentation af disse i det efterfølgende afsnit.

4.1.1 Bruttoliste for miljøeffekter

En miljøvurdering af et produkt indebærer en vurdering af de effekter, der kan forekomme fx. tab af ressourcer, sundhedseffekter og effekter i det ydre miljø på grund af produktets fremstilling, brug og bortskaffelse. Bruttolisten tages som udgangspunkt og må i hvert

enkelt tilfælde begrænses til de væsentligste effekter. I bruttolisten er effekterne opdelt i tre hovedgrupper:

- Tab af ressourcer (Depletion of resources)
- Sundhedseffekter (Human health)
- Effekter i det ydre miljø (Ecological health)

Ressourcer

Ressourcerne er opdelt i:

- Energiråstoffer
- Materialeråstoffer
- Vand
- Landskab.

I en miljøvurdering vurderes, om ressourcerne er knappe, dvs. om der for ikke-fornyelige ressourcer er mængder til mange års produktion (fx. mere end 100 år), og for fornyelige ressourcer, om forbruget overstiger produktionen.

Sundhedseffekter

Sundhedseffekterne er inddelt efter om påvirkningerne er:

- Kemiske eller biologiske
- Fysiske (støj, vibrationer m.m)
- Psykiske (ensformigt arbejde, højt tempo m.m.)

De såkaldte listestoffer omfatter kemiske stoffer, der er kræftfremkaldende, reproduktionsskadende, allergifremkaldende og nervesystemskadende.

Effekter i ydre miljø

Effekter i det ydre miljø er grupperet efter, hvor stor udbredelse effekten har:

- Global udbredelse
- Regional udbredelse
- Lokal udbredelse.

Drivhuseffekt og nedbrydning af stratosfærisk ozonlag har global udbredelse. Der regnes med, at dannelse af fotokemiske oxidanter, forsurening, eutrofiering, forringelse af levesteder har regional udbredelse. Miljøeffekter, der har lokal udbredelse, er potentielle effekter af miljøfarlige stoffer som akut og kronisk toksicitet i jord- og vandmiljø.

En bruttoliste over miljøeffekter er vist i figur 7.

Hovedgrupper	Undergrupper	Effekter
Tab af ressourcer	Energiråstoffer	Knappe ikke-fornyelige
		Knappe fornyelige
	Materialeråstoffer	Knappe ikke-fornyelige
		Knappe fornyelige
	Vand	Rent grundvand
Landskaber		
Sundhedseffekter	Kemiske og biologiske påvirkninger	Akutte effekter herunder lugt og irritation af slimhinder
		Kroniske effekter herunder kræft, allergi, fosterskader, nervesystemskader og andre vedvarende organskader
	Fysiske påvirkninger	Skader på bevægeapparatet
		Høre-skader
		Skader på grund af ioniserende stråling
Psykiske påvirkninger	Psykisk arbejdsmiljø	
Effekter i det ydre miljø	Global udbredelse	Drivhuseffekt
		Nedbrydning af ozonlag
	Regional udbredelse	Dannelsen af fotokemiske oxidanter
		Forsuring
		Eutrofiering
		Forring. af levesteder
	Lokal udbredelse	Akut toksicitet i jord- og vandmiljø
		Kronisk toksicitet i jord- og vandmiljø

Figur 7. Bruttoliste over miljøeffekter. Gruppering af miljøeffekter i hovedgrupper er sket ud fra arten af effekterne, medens kriterier for inddeling i undergrupper er forskellige fra hovedgruppe til hovedgruppe. For sundhedseffekter er det fx typen af påvirkning der er kriteriet, medens det for effekter i det ydre miljø er udbredelsen, der er kriteriet.

Bruttolisten er udarbejdet i Byggeri og renere teknologi (1993). I litteraturen er nævnt de samme effekter under tab af ressourcer, sundhedseffekter og effekter i det ydre miljø. Dog medtages også for det ydre miljø effekten af støj, varme, stråling samt anden forstyrrelse. I litteraturen behandles også sundhedseffekter som manglende komfort, skade på grund af stråling, fejlernæring eller mangel på ernæring (Heijungs (ed.) 1992, a conceptual framework, 1992).

4.1.2 Væsentlige miljøeffekter for byggeri

I det følgende er der ud fra tilgængelige data vurderet, hvilke miljøeffekter, der er væsentlige for byggeri. Vurderingen baserer sig på data, der har været lette at skaffe. Der er ikke foretaget nye beregninger, der yderligere skal fastlægge byggeriets bidrag til de forskellige miljøeffekter. For enkelte effekter hersker der derfor usikkerhed om byggeriets bidrag. Der er kun medtaget effekter, der knytter sig til bygningerne og ikke effekter, der skyldes brug af bygningen.

4.1.3 Ressourcetab

I dette afsnit behandles ressourcetab vedrørende:

- energiråstoffer
- materialeråstoffer
- vand
- landskab

Denne opdeling af ressourcer er anvendt i Byggeri og renere teknologi (1993), og nu tillige i Miljøanalysemodel for byggeri (1994). Opdelingen tager dels udgangspunkt i ressourcernes anvendelse dels i deres art. I Miljøanalysemodel for byggeri (1994) peges der tillige på en opdeling af råstofferne i geologiske og biologiske råstoffer.

Fornyelige/ikke-fornyelige
ressourcer

Ved vurderingen af ressourcer er det vigtigt at skelne mellem fornyelige og ikke-fornyelige ressourcer. Fossile brændsler og materialeråstoffer (dog ikke træ) og landskab regnes for ikke-fornyelige. Biobrændsler, vand og træ regnes som fornyelige råstoffer. Ved ressourcetab forstås her forbrug af knappe ressourcer. Dette kan begrænse mulighederne for det fremtidige forbrug af den iagttagne ressource og dermed påvirke bæredygtigheden. Ressourcetabet er alvorligst, når det gælder de ikke-fornyelige ressourcer, de geologiske råstoffer, men kan også være det for en række fornyelige råstoffer, de biologiske råstoffer og vand, især hvis forbruget også indvirker på produktionen fx foregår ikke al skovhugst på en bæredygtig måde.

Ved vurdering af bæredygtighed spiller ressourcernes tilgængelighed en væsentlig rolle. Ved opgørelsen af især geologiske råstoffer skelnes der derfor mellem ressourcer og (tilgængelige) reserver. Ressourcer omfatter de totale forekomster af den pågældende ressource, mens reserver alene omfatter de kendte forekomster, som det for øjeblikket er rentabelt at udnytte.

For ikke-fornyelige ressourcer kan en knap ressource fx defineres som en ressource, hvor det årlige forbrug overstiger 1-2% af reserverne heraf. For de fornyelige ressourcer er det først og fremmest et spørgsmål om hvorvidt forbruget overstiger produktionen (tilvæksten) af ressourcen, men også her kan der skeles til reserverne.

Genanvendelse

Ved opgørelsen af ressourceforbruget knyttet til fx en bygnings livsforløb er det vigtigt at tage hensyn såvel til den aktuelle genanvendelse af fx knust beton som til mulighederne for en efterfølgende genanvendelse. Genanvendte materialer reducerer ressourceforbruget og affaldsmængder til forbrænding og deponering.

Energiråstoffer

Energiråstofferne omfatter fossile brændsler og biobrændsler. I byggesektoren bruges fossile brændsler som kul, olie og naturgas, medens biobrændsler som biomasse, halm, træflis, affald m.m. kun bruges i begrænset omfang.

Energiforbrug

Figur 8 viser verdens forbrug og reserver af kul, olie og naturgas. Udfra forbruget kan beregnes, hvor mange år reserverne dækker, dækningsår.

	Forbrug Gt (1990)	Reserver Gt	Dækningsår
Kul	3,1	3000	1000
Olie	3,1	300	100
Naturgas	1,9	300	160

* Naturgas er omregnet til den ækvivalente oliemængde. Gt er 10^9 t.

Figur 8: Reserver og antal år, reserverne dækker med det nuværende forbrug i 1990. (Byggeri og renere teknologi, 1993). Der er stor usikkerhed på opgørelsen af reserver. Der vil derfor fra andre kilder findes andre dækningsår, for olie og naturgas under 100 år. Normalt regnes kul, olie og naturgas som knappe ikke-fornyelige ressourcer, da der sker en væsentlig stigning i verdens forbrug dels på grund af øget energiforbrug, dels på grund af befolkningsvækst.

I Danmark bruges 27% af bruttoenergiforbruget til rumopvarmning, og 20 % af bruttoenergiforbruget bruges til elapparater m.v., hvoraf en stor del anvendes i husholdningen (Energistyrelsen, 1991). Desuden bruger sten-, ler- og glasindustrien samt jern- og metalindustrien ca. en trediedel af den totale energi, der anvendes i industrielle processer. Disse industrier leverer store mængder til byggeriet.

Konklusion

Udfra energiforbruget vurderes, at byggeriet er en væsentlig forbruger af fossile brændsler.

Handlingsplan

Der sigtes mod en reduktion af det totale energiforbrug med 15% inden år 2000 (Energi 2000,1990). For byggesektoren satses der på:

- energirigtigt byggeri
- bedre energistandard i eksisterende bygninger
- mærkning og normer m.v. for energianlæg og elforbrugende apparater.

Materialeråstoffer

Denne gruppe omfatter råstofferne sand og grus samt råmaterialer til produktion af cement, keramisk materiale og metaller. Alle er ikke-fornyelige. Materialeråstoffer som nåletræ og tropisk træ er fornyelige ressourcer.

Materialeforbrug i byggeri

Forbruget af råstoffer beregnes ud fra materialeforbruget. Materialeforbruget til nybyggeri og vedligehold af bygninger er bestemt og vist i figur 9.

Materialer	Mængde i 1000 t	Vedligehold
Natursten	1400	
Beton, mørtel, gips	6800	250
Ler og keramisk materiale	840	80
Metaller	140	70
Træ	230	74
Organisk materiale (papir og linoleum)	6	29
Mineralfibermateriale	70	12
Plast	18	29
Glas	13	16
Bituminøse materialer	18	14
Malevarer	13	39

Figur 9: Det samlede forbrug af materialer til nybyggeri og vedligehold af bygninger i 1989 (Byggeriets materialeforbrug, 1993).

Danske materialeråstoffer

Der synes at være rigelige mængder af sand, grus og råmaterialer til fremstilling af cement. Der kan være problemer med at få en tilstrækkelig mængde rødbrændende ler. Der kan forventes begrænsninger på udvinding af sand og grus, fordi denne udvinding berører store arealer. De danske råstoffer som sand og grus kan dog substitueres med sand og grus fra nabolande.

Metaller

Ud fra verdens reserver for de enkelte metaller og produktionen af metaller i 1990 vurderes følgende metaller at være knappe:

Metaller	Produktion i verden i 1990 mill. t	Reserver mill. t	Dækningsår år
Cd	0,020	0,970	49
Cu og Cu-legeringer	8,8	549	62
Pb	2,71	120	44
Hg	0,0058	0,240	41
Sn	0,219	6,05	28
Zn og Zn - legeringer	7,3	295	40

Figur 10: Produktion og reserver i 1990 af metaller for hele verden (World Resources Institute, 1992).

Byggeriets forbrug af kobber, bly og zink er vist i figur 11. Forbruget af disse metaller er opgjort ud fra importen af disse, da der ikke sker produktion og omsmelting af metaller i Danmark.

Metaller	Forbrug i byggeri 1000 t	Forbrug i Danmark 1000 t
Cu og Cu-legeringer	7	39
Pb	0,11	11
Zn og Zn-legeringer	3,5	11

Figur 11: Forbrug af kobber, bly og zink i byggeri og i Danmark i 1989 (Byggeriets materialeforbrug 1993, Danmarks Statistik 1990).

Byggeri er en væsentlig forbruger af:

- Cu og Cu-legeringer
- Zn og Zn-legeringer.

For de øvrige knappe metaller som cadmium, kviksølv og tin findes ikke oplysninger om byggeriets forbrug. Byggeriet forbruger cadmium ved anvendelse af energi og zinkholdige produkter, da cadmium er et følgestof i kul, olie og zink. Kviksølv indgår i måleinstrumenter. Tin benyttes til overfladebehandling.

Råmaterialer til fremstilling af mineralfiber materiale og glas vurderes at være rigelige (dk- teknik 1993). Materialer som plast, bituminøse materialer og malevarer er fremstillet ved en række kemiske processer. En vurdering af mængderne af disse råstoffer kræver derfor kendskab til mængderne, der bruges ved disse processer.

Træ

Ved fornyelige ressourcer skal forbruget sammenholdes med produktionen. Byggeri bruger en væsentlig mængde nåletræ. Produktionen af nåletræ vurderes at være rigelige i forhold til forbruget.

Der findes ikke oplysninger om byggeriets forbrug af tropisk træ. I Danmark importeredes der i 1988 147.000 m³ tropisk træ (råtræekvivalenter), hvoraf hovedparten anvendes i møbelbranchen. Produktionen af tropisk træ er lavere end forbruget dvs. der sker en årlig reduktion af skovarealet i troperne, men størstedelen af tropisk træ bruges som brændsel. Byggeri kan anvende tropisk træ, når det sikres, at træet stammer fra skove, der drives på en bæredygtig måde (Regeringens handlingsplan for de tropiske skove, 1992).

Konklusion

Byggeri er en væsentlig forbruger af knappe ikke fornyelige materiale-råstoffer som kobber og zink. Der findes ikke opgørelser af byggeriets forbrug af knappe metaller som bly, cadmium, kviksølv og tin. Der er ikke opgørelser af byggeriets forbrug af tropisk træ. Der er bestræbelser i gang for at sikre, at tropiske skove drives på en bæredygtig måde, således at fx. tilvæksten svarer til forbruget.

Vand

Vand er en begrænset ressource i nogle regioner i Danmark. Hus-holdninger bruger ca en trediedel af den totale mængde drikkevand. Der findes ikke undersøgelser, der kortlægger i hvor høj grad vand-

forbruget afhænger af brugernes vaner og af bygningens installationer. Der foregår i øjeblikket et forskningsprojekt, der kortlægger, i hvor høj grad vandforbruget i bygninger afhænger af brugernes vaner og af bygningens installationer (Bechmann 1993).

Landskab

Det er vanskelig at finde datamateriale for byggeriets forbrug af landskab. Ved en opgørelse over forbrug af landskab må der skelnes mellem forskellige kvaliteter af landskab. Der er ikke idag enighed om metoder til opgørelse af forskellige kvaliteter af landskab.

4.1.4 Sundhedseffekter

Sundhedseffekterne er grupperet i:

- Arbejdsmiljø
- Indeklima
- Det ydre miljø.

I hvert miljø vil sundheden kunne påvirkes af kemiske, biologiske fysiske og psykiske faktorer. Dokumentationen af sundhedseffekter er nemmere, når disse grupperes som nævnt ovenfor, da alle kortlægninger og dermed resultater vedrørende sundhedseffekter følger denne inddeling.

Arbejdsmiljø

Der er ikke i dette projekt foretaget en dokumentation af byggeriets bidrag til sundhedseffekter i arbejds miljøet. Der vurderes at være væsentlige sundhedseffekter i arbejds miljøet ved fremstilling af byggematerialer. En dokumentation af dette vil fremover kunne ske ved en miljødeklarering af byggevarer. I Bygge og anlæg (1993) fremlægges der dokumentation for, at bygge- og anlægsbranchen giver en væsentlig kemisk og fysisk påvirkning af arbejds miljøet i forbindelse med opførelse, ombygning, vedligehold og nedrivning af bygninger.

Konklusion

Der vurderes, at byggeri bidrager væsentlig til en kemisk og fysisk påvirkning i arbejds miljøet ved fremstilling af byggematerialer samt under opførelse, ombygning, vedligehold og nedrivning af bygningen.

Indeklima

Indeklimaet behandles særskilt under projektering. I Indeklimahåndbogen (1994) er der givet retningslinier for projektering af et godt indeklima. I dette afsnit behandles derfor kun kemisk påvirkning i indeklimaet som følge af afgangningen fra byggevarer. Afgasningen er væsentlig i bygningens første leveår. I en viderebearbejdning af rammesystemet overvejes det at inddrage flere sundhedseffekter i indeklimaet.

Slimhindeirritation

Afgasningen fra byggevarer kan medføre slimhindeirritation, lugtgener og andre effekter som allergi og kræft. En høj koncentration af stofferne i indeklimaet vil medføre irritation af slimhinder, lugtgener og almene symptomer som tunghedsfornemmelser i hovedet, træthed og utilpashed. Disse symptomer betegnes samlet indeklimasystemet eller indeklimasyndromet. Ved en stikprøveundersøgelse af den voksne befolkning fandt man, at 16 % på arbejde havde irritation af slim-

hinder en gang om ugen eller oftere, og 12 % havde hovedpine. Disse effekter forekom mindre hyppigt, når personerne opholdt sig i hjemmet (Valbjørn og Kousgård, 1986). Kilderne til irritation af slimhinder og lugtgener kan være organiske forbindelser, der afgasses fra byggematerialer, organiske forbindelser fra plejemidler, rengøringsmidler og aktiviteter i bygningen.

Konklusion

Det vurderes, at afgangningen fra byggevarer er en væsentlig kilde til irritation af slimhinder og lugtgener i indeklimaet.

Handlingsplan og andre tiltag

Bygge- og boligstyrelsen har i rammeplan 1991-1993 som et hovedområde udvikling af sundere byggematerialer. Der er i 1993 udviklet en prototypeordning for indeklimamærkning af byggevarer. Ved ordningen måles afgangningen af det enkelte stof fra byggevareren. Ordningen er frivillig og træder i kraft i 1994 (Nielsen og Wolkoff, 1993).

Ydre miljø

Byggeriets bidrag til sundhedseffekter i det ydre miljø er ikke vurderet.

4.1.5 Effekter i det ydre miljø

I dette afsnit behandles effekter med global, regional og lokal udbredelse i det ydre miljø (ecological health).

Effekt med global udbredelse

Under effekter med global udbredelse behandles drivhuseffekt og nedbrydning af stratosfærisk ozonlag.

Drivhuseffekt

Drivhuseffekten opstår ved, at de såkaldte drivhusgasser absorberer og tilbagekaster en del af jordens infrarøde stråling. Dette vil bevirke en højere overfladetemperatur på jorden. En beregning med den nuværende stigningstakt for emission af drivhusgasser giver en stigning på 4°C i år 2100 (Houghton et al.1990). Den højere overfladetemperatur kan give klimændringer.

Drivhusgasser

Drivhusgasserne er kuldioxid (CO₂), metan (CH₄), halocarboner (chlor-, fluor- og bromholdige carboner), lattergas (N₂O) og ozon (O₃). Gasser som kulmonooxid (CO), nitrogenoxid (NO_x) og ikke methanholdige hydrocarboner (NMHC) bidrager indirekte til drivhuseffekten.

De menneskeskabte drivhusgasser er i prioriteret rækkefølge:

- CO₂
- CH₄
- N₂O
- halocarboner (chlor-, fluor- og bromholdige carboner).

De indirekte drivhusgasser influerer på koncentrationen af ozonen tæt ved jordoverfladen. Der er i dag usikkerhed om, hvorledes ozons bidrag til drivhuseffekten skal opgøres.

CO₂-emission

En opgørelse over CO₂ - emissionen i Danmark viser, at CO₂ primært stammer fra produktion af elektricitet, fra energi anvendt i processer i industrien samt fra energi anvendt til rumopvarmning.

	Mt CO ₂ ækv.(1989)
Elproduktion	23
Procesenergi	23
Rumopvarmning	14

Figur 12: Emission omregnet til CO₂ - ækvivalenter (Hauschild et al. 1993).

Byggeriets bidrag

Byggeriet bidrager således med CO₂ ved forbrug af energi til rumopvarmning, ved forbrug af elektricitet samt ved forbrug af energi til fremstilling af byggevarer. Byggeriets andel af CO₂- emission er vist i figur 13.

USA	34 %
England	31 %

Figur 13: Byggeriets andel af CO₂ - emissionen (Norberg-Bohm, 1991 og Boyle et al. 1989).

Byggeriet bidrager ligeledes med emission af nitrogenoxid, NO_x. Emission af NO_x sker bl.a. ved transport og ved fremstilling af elektricitet.

Konklusion

Byggeriet bidrager væsentligt til emission af kuldioxid og nitrogenoxid på grund af dets store forbrug af energi.

Handlingsplaner

Klimakonventionen i Rio de Janeiro 1992, sigter mod at stabilisere emissionen af CO₂ i år 2000 på samme niveau som i 1990. Danmark har underskrevet klimakonventionen. I Danmark tilstræbes en reduktion af CO₂ på 20% i forhold til 1988 niveauet ved at reducere energiforbruget med 15 % (Energi 2000, 1990).

Nedbrydning af stratosfærisk ozonlag

Stratosfæren befinder sig 15-50 km over jordoverfladen. Dette luftlag er karakteriseret ved et stort indhold af ozon, der under medvirken af sollys hele tiden dannes og nedbrydes. Ozonlaget beskytter mennesker, dyr og planter mod UV - stråling fra solen. En øget UV- stråling kan give hudkræft hos mennesker. Effekten skyldes emission af chlor- og bromholdige gasser. Chlor- og bromholdige gasser nedbrydes langsom og transporteres op i stratosfæren. Her frigives under UV - stråling chlor- og bromatomer, som indgår i nedbrydningskæden af ozonen. Der er tale om gasser som chlorfluorcarboner (CFC),

hydrochlorfluorcarboner (HCFC), carbontetrachlorid (CCl₄), trichlormethan (CHCl₃) og haloner.

Anvendelse af CFC-gasser

I Danmark anvendes især:

CFC 11 (CFCl₃)
 CFC 12 (CF₂Cl₂)
 CFC 13 (CFCl₂CF₂Cl)
 HCFC 22 (CF₂HCl)

Disse udgør 94 % af den samlede anvendelse (Hauschild et al. 1993).

Byggeri anvender:

CFC 11 til opskumning af plast og i køleanlæg
 CFC 12 til opskumning af plast og i køleanlæg
 HCFC 22 til opskumning af plast, idet det erstatter CFC gasser.

Konklusion

Byggeriet bidrager til emission af CFC-gasser på grund af anvendelse af plast opskummet med CFC-gas.

Love og handlingsplaner

I Danmark er emissionen af de vigtigste CFC - gasser samt tetrachlormethan og trichlormethan begrænset ved bekendtgørelse nr 53 1992, der siger, at brugen af disse skal ophøre efter 1/1 1997. Brugen af haloner ophører efter 1/1 1999.

Dannelse af fotokemiske oxidanter

Fotokemiske oxidanter dannes ved en række reaktioner mellem nitrogenoxid og flygtige kulbrinter under medvirken af sollys. Reaktionsprodukterne er oxiderede forbindelser, hvoraf ozon er den væsentligste. Reaktionsprodukterne er stærkt aggressive, og nedbryder materialer. Ozon har en hæmmende effekt på plantevæksten.

Emission af nitrogenoxid og kulbrinter

Emission af nitrogenoxid sker ved produktion af elektricitet og på grund af transport. Emission af kulbrinter sker ved fordampning af opløsningsmidler og ved ufuldstændig forbrænding af energiråstoffer i transportsektoren. Emission i Danmark er vist i figur 14.

Parametre	Emission i Danmark 1000 t/år
NO _x fra transport (1989 i t N)	40,2
NO _x fra kraftværker (1989 i t N)	40,7
Fordampning af opløsningsmidler, NMHC (1985)	58,5
Flygtige kulbrinter fra transport, NMHC (1985)	89,1

Figur 14: Emission af NO_x og kulbrinter (Fenger et al. 1990).

Byggeriet bidrager med emission af NO_x på grund af forbrug af varme og elektricitet. Der sker emission af opløsningsmidler ved anvendelse

af opløsningsmiddelbaseret maling. Emissionen herfra er 2700 t flygtige kulbrinter pr år (Carl Bro gruppen as, 1991).

Konklusion

Byggeriet bidrager med emission af nitrogenoxid på grund af anvendelse af energi og emission af kulbrinter ved anvendelse af maling, der er baseret på organiske opløsningsmidler.

Love og handlingsplaner

Handlingsplaner for reduktion af NO_x se under forsuring. Nordisk Ministerråd har besluttet at arbejde på en protokol om begrænsning af emission af flygtige kulbrinter i begyndelsen af 1990. Der sigtes mod en 50 % reduktion inden 2005 (Nordisk handlingsplan, 1990).

Forsuring

Gasser som svovldioxid (SO₂) og nitrogenoxid (NO_x) reagerer med oxygen i luften og danner derefter syre. Dampene af saltsyredampe (HCl) opløses i vand og giver syre. Syren afsættes på jordoverfladen.

Gasser som reducerede nitrogenforbindelser (NH_x) oxideres først i jorden og danner derved syre.

Syren giver en forsuring i jord- og vandmiljø. I jordmiljø bevirker forsuringen en udvaskning af alkaliske næringsstoffer og muligvis dannelse af surt grundvand. Forsuring af jordmiljø øger mulighed for udvaskning af tungmetaller. Søer med et lavt pH har en reduceret fiskebestand (Nordisk handlingsplan, 1990).

Emission af sure gasser

Udsendelse af svovldioxid skyldes primært forbrænding af fossile brændsler, medens nitrogenoxid emitteres fra forbrænding af fossile brændsler ved fremstilling af elektricitet og varme samt ved forbrug af energi i transportsektoren. Emission af reducerede nitrogenforbindelser sker ved brug af gødning. HCl dannes ved forbrænding af chlorholdigt affald.

Parametre	Emission 1000t
SO ₂ (1988)	248
NO _x fra transport, t N (1989)	40,1
NO _x fra forbrænding, t N (1989)	40,7
NH ₃ og NH ₄ , t N (1990)	106
HCl fra forbrænding	4-5

Figur 15: Emission af forsurende komponenter i Danmark (Tal om natur og miljø 1990, Vandmiljø-90, 1990, Sørensen, 1990).

Svovldioxid og nitrogenoxid fra kraftværker transporteres over store afstande, således afsættes kun 20 % af den emitterede svovldioxid i Danmark. Ca. 95% af den emitterede mængde af nitrogenoxid og 53% af den emitterede mængde af reducerede nitrogenforbindelser eksporteres.

Konklusion	Byggeriet bidrager væsentlig til emissionen af svovldioxid og nitrogenoxid ved afbrænding af fossile brændsler på grund af anvendelse af elektricitet og varme.
Handlingsplan	I Danmark er det vedtaget at reducere emissionen af nitrogenoxid fra kraftværker med mindst 50 % (emissionen til højst 60.000t N) inden år 2005 i forhold til niveauet for 1980 og emissionen af svovldioxid med 60 % (emissionen til højst 85.000 t) inden år 2005 (Sørensen, 1993).
Eutrofiering	<p>Tilførsel af næringsalte til vandmiljøet som nitrogen- og phosphorforbindelser giver en forøget produktion af organisk stof, eutrofiering. Eutrofiering viser sig ved en stor algemængde, grumset vand, lavt iltindhold i vandet og dermed fiskedød. Algerne producerer oxygen om dagen og forbruger oxygen om natten og ved den senere forrådnelsesproces. Forbruget bliver så stort, at der opstår områder med et meget lavt oxygenindhold og dermed mulighed for fiskedød.</p> <p>Nitrogen- og phosphorforbindelser er nødvendige ved vækst af alger. Forholdet mellem nitrogen/phosphor er i alger tæt på 6:1 (vægtforhold) d.v.s der er mulighed for at begrænse produktionen ved at begrænse mængden af et af næringsstofferne.</p>
Næringsstoffer til vandmiljø	Nitrogenforbindelser udvaskes fra dyrkede arealer, deponeres fra luften og udvaskes derefter. Phosphorforbindelser udledes med spildevandet til vandmiljøet. (Vandmiljø-90, 1990).
Konklusion	Byggeriet bidrager med nitrogenforbindelser, der emitteres til luften. En stor del af disse nitrogenforbindelser deponeres i andre lande. Byggeriet er således ikke en væsentlig bidrager til eutrofiering her i landet.
Handlingsplan	I Danmark er der i 1987 vedtaget for vandmiljøet at reducere emissionen af nitrogenforbindelser med 50 % ned til 145.000 t og emissionen af phosphorforbindelser med 80 % ned til 30.000 t inden år 1993.
Forringelse af levesteder	En ændring af økosystemer kan i nogle tilfælde være forårsaget af andre effekter som forsurening, eutrofiering eller effekt på grund af emission af økotoksiske stoffer. Disse effekter er således ikke primære effekter og medtages ikke i rammesystemet. Ændringer af levesteder som primær effekt kan være ændring af vandområder på grund af grundvandsindvinding, effekt i miljøet på grund af anden brug af landskabet m.m. I Heijungs (ed). 1992 er nævnt eksempler, men det fremgår ikke klart, hvad der har forårsaget effekten. Ved opgørelse af denne effekt er det ofte svært at adskille den fra op-

gørelse over landskaber. Generelt mangler der viden om parametre og opgørelsesmetoder.

Effekter med lokal udbredelse

I dette afsnit behandles effekter af kemiske stoffer, der giver en akut eller kronisk toksicitet i vand - og jordmiljø. De kemiske stoffer og produkter er toksiske, eventuelt ikke bionedbrydelige og akkumuleres muligvis i miljøet. Effekterne af disse betegnes økotoksicitet i fx. vandmiljø. Emission af stofferne sker til luft, vand eller ved deponering af affald til jord. Stofferne udvaskes fra luften og ender derved i vand- eller jordmiljø. Effekten i det ydre miljø vurderes derfor ud fra effekten i vand- og jordmiljø, men der foreligger idag kun vurderingsmetoder for vandmiljø. Udledning til vandmiljø sker ofte til vand, der renses biologisk. Effekten vurderes derfor ud fra effekten i spildevandssystemet dvs. effekt på mikroorganismer i rensesanlægget, effekt på slammet og effekt i vandmiljøet efter rensesanlægget. (Hauschild et al., 1993).

Miljøfarlighed

Kemiske stoffer med ovennævnte effekter benævnes miljøfarlige. Der er udarbejdet kriterier for klassificeringen af, om et organisk stof er miljøfarligt. (Bekendtgørelse om klassificering m.m., 1991). Til fastlæggelse af stoffets miljøfarlighed bestemmes:

- toksicitet
- bionedbrydelighed
- bioakkumulerbarhed.

Metallerne nedbrydes ikke i miljøet og der er derfor mulighed for, at disse akkumuleres i miljøet.

Liste I og liste II stoffer

For en række stoffer der udledes til vandmiljø, er der udarbejdet lister på grundlag af deres toksicitet, deres bionedbrydning og deres bioakkumulering, de såkaldte liste I og liste II (Rådets direktiv, 1976). Stoffer opført på liste I, som kviksølv og cadmium ønskes begrænset mest muligt og der skal gives tilladelse til udledning. Der fastsættes grænseværdier for udledning til vandmiljø. For stofgrupper opført på liste II skal der ligeledes gives tilladelse til udledning, men grænseværdien for udledning af det enkelte stof til vandmiljø bestemmes ud fra målsætningen for vandkvaliteten for det pågældende vandmiljø.

Miljøfarlige stoffer i bygningens livsforløb

Miljøfarlige stoffer vil kunne forekomme ved udvinding, ved fremstilling af materialer og byggevarer samt ved bortskaffelse af byggevarer. I figur 16 er der givet eksempler på metalforbindelser, der forekommer eller har forekommet i byggevarer.

Metaller og metalforbindelser	Byggevarer
Cadmium (Cd)	Byggevarer af PVC som tagrender, plader m.m. indtil 1992
Kviksølv (Hg)	Elektriske måleinstrumenter
Bly (Pb)	Forbindelser mellem støbejernsrør, inddækninger m.m.
Arsenforbindelser (As), chrom (Cr) og kobber (Cu)	Trykimprægneringsmidler dog ikke arsen efter 1992
Organiske kobberforbindelser	Trykimprægneringsmidler
Sølv (Ag)	Loddemetal (legeringer)
Organiske tinfoforbindelser	Indgår i godkendt middel mod skadedyr og svamp, biocid i PVC

Figur 16: Metaller og metalforbindelser i byggevarer (Jensen og Markussen, 1993, Sigfried, 1993, Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler, 1993).

Organisk miljøfarlige stoffer	Forekomst i byggevarer
Polychlorerede biphenyler, PCB	I facadefuger, tætning af vinduer, kondensatorer, forbudt anvendt efter 1986
Polychlorerede terphenyler, PCT	Blødgørere i plast
Pentachlorphenol	Har tidligere været anvendt som træbeskyttelsesmiddel. Ikke godkendt efter 1981.
Dibutylphthalat	Blødgørere i PVC

Figur 17: Organiske miljøfarlige stoffer, der har forekommet eller forekommer i byggevarer (Miljöfarliga ämnen, 1989).

Figur 16 og 17 repræsenterer ikke en fuldstændig listning af miljøfarlige stoffer i byggevarer, men giver stoffer man enten på grund af akut toksicitet eller i forbindelse med affaldsdeponering af byggevarer har været opmærksom på. Emission af miljøfarlige stoffer kan også ske ved fremstilling af byggevarer eller ved genanvendelse af byggematerialer.

Konklusion

Miljøfarlige stoffer forekommer ved fremstilling af byggematerialer og byggevarer samt findes i byggevaren. Miljøfarlige stoffer i byggevarer kan give problemer ved deponering af disse. Det er ikke muligt at give en dokumentation af hvilke stoffer og i hvilke mængder, disse stoffer forekommer i byggeri.

Regler for miljøfarlige stoffer

Producenter eller importører af nye kemiske stoffer eller produkter skal forud for salg eller import skaffe sig oplysninger, der er nødvendige for at vurdere, om stoffet er farligt for mennesker og miljø. Fremover skal alle nye stoffer gøres til genstand for en risikovurdering. For eksisterende stoffer, der produceres i stor mængde, til-

stræbes at foretage en risikovurdering. Der tages udgangspunkt i listen over eksisterende stoffer (EINECS European Inventory of Existing Chemicals) (Rådets forordning, 1993).

Handlingsplan

I handlingsplan for renere teknologi 1993 -1997 er følgende stoffer prioriteret, se figur 18.

Prioriterede stoffer	Forbrug	Plan
Pb	23000 t/år (1985)	Reduktion 20% inden 2000
Cd	150 t/år i 80'erne	36 t/år i 1992
Hg	20 t/år i 80'erne	10 t/år i 1992, 7 t/år i 1999
VOC	40.000 t/år	40 - 60 % inden 2000
Ozonnedbrydende stoffer		Stort set afviklet inden 1995

Figur 18: Prioriterede stoffer (Handlingsplan for renere teknologi, 1992).

I handlingsplanen er der endvidere prioriteret 10 kemiske stoffer som via renere teknologi, skal substitueres med mindre farlige stoffer.

4.2 Livscyklusvurderinger

Livscyklusvurdering (Life-Cycle Assessment) er en fremgangsmåde, der er udviklet gennem et internationalt samarbejde med henblik på at reducere de negative konsekvenser af menneskelige aktiviteter på miljøet. Fremgangsmåden er endnu ikke fuldt beskrevet, idet der foregår en løbende udviklingsproces i takt med at erfaringer med anvendelsen indhøstes. Bl.a. arbejder SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) med udviklingen.

SETAC

SETAC (A "Code of Practice", 1993) beskriver livscyklusvurdering som "en objektiv fremgangsmåde til vurdering af de miljømæssige påvirkninger forbundet med et produkt, en proces eller en aktivitet gennem identificering og kvantificering af energi- og materialeforbrug samt udledning af affald til miljøet, vurdering af påvirkningen af disse forbrug og udledninger på miljøet, og vurdering og implementering af foranstaltninger, der fremkalder miljømæssige forbedringer. Vurderingen omfatter den totale livscyklus for produktet, processen eller aktiviteten, herunder udvinding og fremstilling af råmaterialer, produktion, transport og distribution, anvendelse, genanvendelse, vedligeholdelse, genvinding og slutdeponering."

Hovedtrinene i en livscyklusvurdering er:

1. Målsætning og afgrænsning
2. Opgørelse
3. Vurdering

I det følgende gennemgås indholdet af disse trin og det forklares på hvilken måde, de anvendes i rammesystemet.

1. Målsætning og afgrænsning

Målsætning

Målsætningen skal tydeligt beskrive hvorfor vurderingen foretages og hvad resultaterne skal bruges til. Under projekteringen af bygninger kan en miljøvurdering have til formål, dels at gennemføre sammenlignende vurderinger af alternative byggetekniske løsninger, dels at dokumentere projektets samlede "miljøkvalitet", fx sammenlignet med et referenceprojekt.

Afgrænsning

Der foretages en beskrivelse og afgrænsning af det system der skal vurderes, dvs genstanden og processerne, de data der er behov for, samt de miljøeffekter der skal vurderes.

For byggeprojekter vil der ofte være tale om væsentlige begrænsninger, såvel af det system der skal vurderes, som af de miljøeffekter der tages op til vurdering. Systemet begrænses, dels af den tid der er til rådighed for vurderingen, dels af den viden og de data der kan fremskaffes om de mange faser og produkter der indgår i bygningen og dens livsforløb. Miljøeffekterne begrænses, dels af mulighederne for at foretage en tilstrækkelig god vurdering - og fremskaffe data hertil, dels af de miljøkrav som indgår i byggeprogrammet.

Funktionel enhed

Især ved sammenlignende livscyklusvurderinger er det vigtigt at sammenligningen gælder genstande eller processer som yder det samme. For bygninger kan dette være svært at overholde, og også for delsystemer og bygningsdele vil forskellige løsninger ofte indebære forskelle med hensyn til funktion, æstetik eller byggeteknisk kvalitet. Ved miljøvurdering af byggevarer er det nødvendigt at sammenligne varerne under hensyn til en bestemt anvendelse i bygningen, for at sikre det bedst mulige sammenligningsgrundlag.

Kvalitetssikring

Kvalitetssikring af data er vigtig for resultatet af livscyklusvurderingen. Ofte må vurderingen i mangel på data for de konkret anvendte processer anvende almene data. Det er derfor vigtigt at gøre sig den usikkerhed der er forbundet hermed klar. Usikkerheden øges yderligere af den usikkerhed der knytter sig til en bygnings lange fremtidige brug og endelige nedrivning.

Rammesystem

Ved anvendelse af rammesystemet er målsætning og afgrænsning i store træk fastlagt, idet formålet med vurderingen er beskrevet, og miljøeffekter med tilhørende parametre er udpeget. Også funktionel enhed og kvalitetssikring vil indgå i rammesystemet, knyttet til henholdsvis referencebygninger og datakilder. Dele af rammesystemet vil naturligvis også kunne anvendes til en miljøvurdering med en mere begrænset målsætning.

Systembeskrivelse

2. Opgørelse

Opgørelsen af de parametre, der belaster de udvalgte miljøeffekter, foregår med udgangspunkt i den ovenfor nævnte formålsbeskrivelse, som her udbygges til en præcis beskrivelse og afgrænsning af genstanden og de processer der skal indgå i vurderingen. Ofte vil det være

nyttigt at optegne et procesdiagram for tydeligt at identificere de processer, der skal vurderes.

Systemgrænser

I den forbindelse er det vigtigt at fastslå grænserne for det iagttagne system, altså hvilke genstande og processer som **ikke** iagttages. For byggeprojekter betyder dette ofte at fx friarealer og inventar ikke iagttages, og at parametrene kun opgøres for de processer der knytter sig tættest til bygningens opførelse, drift og nedrivning og fx ikke til en række underleverandører til producenterne af byggevarer og ikke til producenterne af driftsmidler bortset fra energi og vand.

Screening

Da der ofte er tale om en meget omfattende indsamling af data, kan denne begrænses ved først at foretage en oversigtlig opgørelse og miljøvurdering - en screening, som evt foretages allerede under målsætning og afgrænsning for nærmere at afgrænse og præcisere målsætningen og afgrænsningen for livscyklusvurderingen.

Opgørelse

Der foreligger flere publikationer som giver gode retningslinier for opgørelsen af miljøparametre. En opgørelse som umiddelbart kan synes enkel, men som bl.a kompliceres af biprodukter, genanvendelse og af, at det ikke er de farlige stoffer i sig selv der er interessante, men i hvilke koncentrationer de optræder i i de sårbare miljøer. Der kræves altså analyser og også ofte kvalitative vurderinger for at fastslå de metoder, der bør anvendes. I afsnittet om værktøjer til opgørelse peges der på opgørelsesværktøjer til støtte for miljøvurderingen af byggeprojekter og på muligheder for videreudvikling af disse.

Rammesystem

Ved anvendelse af rammesystemet er systembeskrivelse, systemafgrænsning og screening allerede udført. Screeningen består i at rammesystemet har udpeget de miljøeffekter, som byggeri bidrager væsentligt til. Desuden udpeger rammesystemet opgørelsesværktøjer for miljøparametrene, således at den væsentligste tilbageværende indsats er selve opgørelsen.

3. Vurdering

Vurderingen kræver at sammenhænge mellem de betydende miljøparametre og effekterne af dem er velkendte, eller at der i det mindste kan foretages en kvalitativ ekspertvurdering af dem.

Vurderingen af de enkelte miljøeffekter kan have en noget forskellig karakter, alt efter hvad det er for effekter, der iagttages. Ressourceforbrug og globale miljøbelastninger er relativt lette at vurdere, medens det fx er betydeligt sværere at vurdere effekten af sundheds- og miljøfarlige stoffer. Vurderingen af flere beslægtede miljøeffekter, kan evt. sammenfattes.

Klassificering

Udredning af hvilke miljøeffekter de enkelte parametre giver anledning til, kaldes af SETAC klassificering.

Karakterisering

Karakterisering anvendes derefter som betegnelse for en nøjere beskrivelse af sammenhængen mellem miljøeffekter og parametre. En beskrivelse af nogle af disse sammenhænge findes i kapitlet om vurderingsmetoder.

Vurderingen indebærer inddragelsen af en subjektiv/politisk/økonomisk værdisætning af de iagttagne effekter, således at der kan træffes beslutninger i relation til formålet med miljøvurderingen. Vurderingen indebærer altså, at der foretages en indbyrdes afvejning af de enkelte miljøeffekter, således at der kan foretages en sammenfattende miljøvurdering.

Rammesystemet

Rammesystemet anvender ikke begreberne klassificering, og karakterisering idet de kan siges at være udført på forhånd, fordi sammenhængen mellem miljøeffekter og parametre er fastlagt. I rammesystemet har vurderingen to trin nemlig for det første omregning af parametre til (et mål for) effekter og for det andet vurdering af de enkelte effekter ved sammenligning med en referencebygning.

4.3 Værktøjer til opgørelser

I forbindelse med miljøvurdering af en bygning skal der gennemføres opgørelser af de parametre, der er udpeget for de enkelte miljøeffekter. Til brug for disse opgørelser er det nødvendigt at anvende hjælpemidler, som kan gøre opgaven overkommelig. Nogle af disse hjælpemidler er under udvikling.

I det følgende beskrives de hjælpemidler som kan tænkes anvendt i forbindelse med en fremtidig udgave af rammesystemet. Det drejer sig om:

- Energi-beregningsværktøj udviklet af SBI
- EF-ordning for tildeling af miljømærke
- Nordisk miljømærkning
- Indeklimamærkningsordning.

4.3.1 Energi-beregningsværktøj udviklet af SBI

SBI har udviklet et opgørelsesværktøj, som i sin første udgave er beregnet til opgørelse af energiforbruget og de energirelaterede miljøbelastninger i en bygnings livscyklus. Værktøjet er beskrevet i SBI-rapport 224, Livscyklusbaseret bygningsprojektering.

Gennem en kommende videreudvikling af værktøjet vil det blive udvidet til også at kunne anvendes til opgørelser af andre miljøeffekter. Når værktøjet er færdigudviklet forventes det at kunne anvendes i forbindelse med opgørelser vedr.:

- Energiråstoffer
- Materialeråstoffer
- Drivhuseffekt
- Forsuring
- Miljøfarlige stoffer

Desuden mere generelt til opgørelse af materialemængder til genanvendelse, forbrænding og deponering.

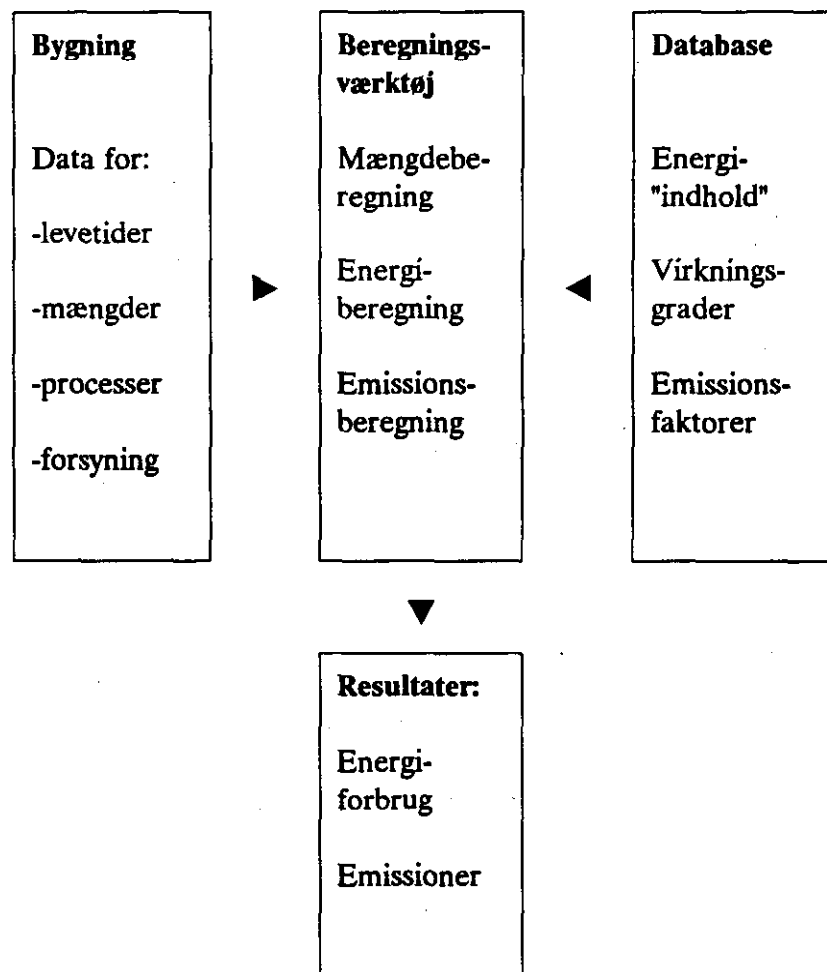
Model for beregningsværktøjet

Beregningsværktøjet er opbygget på grundlag af en livscyklusmodel for en bygning. I modellen indgår følgende energiforbrugende livscyklusprocesser:

Produktion af byggevarer	Energiforbruget finder sted gennem en lang række delprocesser inden man når frem til den færdige byggevare, som anvendes på byggepladsen, herunder udvinding af råstoffer, produktion af halvfabrikata, transport mv. Forbrugene adderes og tilknyttes den enkelte byggevare. Data for disse forbrug er hentet fra litteraturen og interviews med producenter. Der arbejdes løbende med ajourføring af dem.
Opførelse af bygningen	Omfatter de energiforbrugende processer, der foregår på byggepladsen. Modellen omfatter de mest betydningsfulde af disse, herunder udtørring af råhus, vinterforanstaltninger, jordudgravning, kranløft og opvarmning af mandskabsskure. Data for energiforbrug er hentet fra litteraturen.
Energiforsyning i bygningens driftsfase	Omfatter tilførsel af energi til rumopvarmning, opvarmning af brugs vand, belysning og el-forbrug til komfort, husholdning mv. Til beregning af disse forbrug anvendes metoder, der tidligere er udarbejdet af SBI, bl.a. en revideret udgave af metoden beskrevet i SBI-rapport 148, Beregning af energiforbrug i småhuse.
Vedligehold af bygningen	Energiforbrug til løbende vedligeholdsarbejder skønnes at have uvæsentlig betydning. Vedligehold sættes derfor lig med udskiftning af bygningsdele, som behandles på følgende måde: Ud fra data for hovedbygningens delenes levetider udregnes antallet af udskiftninger i bygningens levetid, og disse ansættes energiforbrugsmæssigt til samme størrelse som ved opførelsen.
Nedrivning af bygningen	Nedrivning omfatter processer til adskillelse af bygningen og transport af de adskilte dele. Modellen medtager de mest energiforbrugende af disse processer, samt en overslagsmæssig ansættelse af energiforbruget til dem.
Genanvendelse af visse bygningsdele	Nedrivningsprodukter, som kan genbruges direkte, kan genvindes eller kan anvendes som brændsel, ansættes i modellen til en nedskrevet energimæssig værdi, som fratrækkes bygningens totalenergiforbrug.
Bortskaffelse	Omfatter på nuværende tidspunkt blot forbrug til transport af nedrivningsprodukter til losseplads. De transporterede afstande anslås ud fra gennemsnitsbetragtninger.
	I forbindelse med energiproduktion emitteres mange forskellige gasser og partikler, men modellen betragter på nuværende tidspunkt kun emission af CO ₂ og SO ₂ , som har indflydelse på henholdsvis drivhuseffekt og forsuring. Emissionerne beregnes ud fra energiforbrugene ved hjælp af emissionsfaktorer for CO ₂ og SO ₂ for de forskellige energiproduktionsmåder eller brancher, der fremstiller byggevarer.
	<i>Beregningsværktøjet opbygning</i> Værktøjet er et edb-program, som indtil videre opererer ved hjælp af programmet QUATRO PRO. Det kan i sin nuværende form anvendes til beregning af: - energiforbruget i en bygnings livscyklus (regnet i energienheder)

- emissionen af CO₂ og SO₂ i forbindelse med produktion af denne energi.

Beregningen gennemføres på grundlag af data for bygningen (beregnes og indtastes af brugeren) samt energi- og emissionsdata for byggevarer og processer, som hentes fra en database indeholdt i værktøjet. Figur 19 viser værktøjets overordnede opbygning. Der arbejdes løbende på at gøre værktøjet mere brugervenligt og på indsamling af data til udbygning af databasen.



Figur 19: Beregningsværktøjets overordnede opbygning.

Beregningsværktøjet består af 24 skemaer (skærbilleder) opdelt i tre grupper.

Mængdeberegning

I skema 1 - 5 gennemføres beregning af de mængder af byggevarer, der anvendes/udskiftes/genanvendes i bygningens livscyklus. Brugeren skal her beregne/skønne og indtaste:

- Levetid for bygningen og levetider for hovedbygningssdelene (vejledende værdier i skema).

- Mængder af byggevarer (ton, m³, stk) der medgår til opførelse af bygningen opdelt efter SfB-systemets materiale- og færdigvareopdeling. Byggevaremængder til udskiftning beregnes automatisk på grundlag af levetiderne. I en kommende udgave af værktøjet vil man kunne nøjes med at vælge bygningsdele fra et bygningsdelskatalog, hvorefter byggevaremængder beregnes automatisk.
- De byggevaremængder, der skønnes genanvendt når bygningsdele udskiftes og når bygningen rives ned. Disse må anslås af brugeren og indtastes. Som grundlag for ansættelsen tjener de totale anvendte mængder. Man kan også vælge ikke at tage genanvendelse i betragtning.

Energiberegning

I skema 6 - 17 beregnes energiforbrugene på grundlag af de opgjorte mængder og data fra databasen. Følgende energiforbrug beregnes:

- Energiforbrug til fremstilling af byggevarer til opførelse og udskiftning.
- Energibesparelser ved genanvendelse i forbindelse med opførelse og udskiftning.
- Energiforbrug til opførelses- og nedrivningsprocesser (her må brugeren indtaste visse data vedr. byggeriet, fx mængder af in situ beton/betonlementer/mørtel, etagearealer mv.)
- Energiforbrug til forsyning. Bygningens nettoenergiforbrug i driftsfasen beregnes ved hjælp af et andet SBI-beregningsprogram, hvor data for bl.a. U-værdier, vinduesarealer mm. skal anvendes. De beregnede værdier indtastes og omregnes til bruttoforbrug ved hjælp af virkningsgrader i databasen.
- Energiforbrug til transport både i forbindelse med opførelse, udskiftning og fjernelse.
- Totalenergiforbruget samt fordelingen (i MJ og pct.) på de forskellige faser.

Emissionsberegning

Skema 18 - 24. Beregning af emissioner. På grundlag af de i skemaerne 6-17 beregnede energiforbrug, som automatisk overføres til emissionsskemaerne, beregnes emissioner af CO₂ og SO₂. Databasens emissionsværdier er for byggevarernes vedkommende branchepdelte landsgennemsnit og for energiforsyning og transport ligeledes gennemsnitsværdier fra litteraturen.

De samlede CO₂ og SO₂ emissioner, som er resultatet af beregningerne er derfor gennemsnitsværdier med temmelig stor usikkerhed.

Anvendelse af beregningsværktøjet

Beregningsværktøjet eksisterer på nuværende tidspunkt som en prototype, men det forventes i løbet af et par år publiceret til brug for

bl.a. de projekterende. Det vil desuden løbende blive forbedret og udbygget, så det vil kunne anvendes til opgørelser i forbindelse med:

Energiråstoffer	Opgørelse af forbruget af energiråstoffer i bygningens livscyklus regnet i energienheder. Værktøjet kan ikke i sin nuværende udformning opgøre forbruget af de enkelte brændsler, men der arbejdes på denne mulighed i en kommende udgave.
Materialeråstoffer	Værktøjet vil blive udbygget med et bygningsdelsbibliotek, som kobles til byggevarelisten, og det vil derefter kunne anvendes til opgørelse af materialeråstoffer.
Drivhuseffekt	Værktøjet opgør CO ₂ -emissionen i hele bygningens livscyklus. Det er planlagt også at opgøre NO _x i en kommende version. CO ₂ er den vigtigste parameter for drivhuseffekten.
Forsuring	Værktøjet opgør den vigtigste parameter for forsuring, nemlig SO _x emissionen i hele bygningens livscyklus. Det er planlagt at udvide med NO _x .
Miljøfarlige stoffer	I forbindelse med lokale miljøbelastninger, hvor man ønsker at opgøre mængder af miljøfarlige stoffer i en bygning, er det meningen at knytte forekomsten af disse stoffer til bygningsdels- eller byggevarelisten, og dermed få dem opgjort ved anvendelse af beregningsværktøjet.
Materialer til genanvendelse, afbrænding og deponering	Opgørelse af disse mængder vil kunne udføres ved hjælp af det nuværende beregningsværktøj.

4.3.2 EF-ordning for tildeling af miljømærke

Med RÅDETS FORORDNING (EØF) Nr. 880/92 af 23. marts 1992 har EF indført en ordning for tildeling af et miljømærke, der har til formål:

Formål	<ul style="list-style-type: none">- at fremme udformningen, fremstillingen, markedsføringen og anvendelsen af produkter, som har mindsket indvirkning på miljøet i løbet af hele deres levetid, og- at give forbrugerne bedre information om produkters indvirkning på miljøet
--------	---

uden dermed at bringe produkters eller arbejdstageres sikkerhed i fare eller indvirke væsentligt på produktets brugsegnethed.

Opbygning	<p>Betingelserne for tildeling af miljømærket fastlægges for hver produktgruppe for sig ud fra en vugge til grav-betragtning, og i henhold til en række miljøaspekter beskrevet som affaldsaspekter, forurening og forringelse af jorden, vandforurening, luftforurening, støj, energiforbrug, forbrug af naturressourcer og indvirkning på økosystemer.</p> <p>Når der er truffet afgørelse om tildeling af mærket, vil følgende oplysninger være tilgængelige:</p> <ul style="list-style-type: none">- produktets navn og fabrikant eller importør
-----------	--

- begrundelsen for tildeling af mærket samt relevante oplysninger i denne forbindelse, herunder de specifikke miljøkriterier, som produktet opfylder.

Tildeling

Fabrikanter eller importører i Fællesskabet ansøger om tildeling af et miljømærke hos det ansvarlige organ, der er udpeget af den medlemsstat, hvor produktet fremstilles, bringes på markedet første gang, eller hvortil det importeres fra tredjelande. Efter at have vurderet produktet i henhold til en række opstillede miljøkriterier tager det ansvarlige organ stilling til, om der skal tildeles et miljømærke.

Produktgrupper

Der er påbegyndt arbejde med fastlæggelse af godkendelseskriterier mv. for i hvert fald tre produktgrupper af betydning for byggeriet:

- Isoleringsmaterialer
- Malinger og lakker
- Keramiske gulv- og vægfliser.

Isoleringsmaterialer

Miljøstyrelsen i Danmark har formandskabet i et arbejde med fastlæggelse af kriterier for miljømærkning af isoleringsmaterialer. Arbejdet er i første omgang blevet begrænset til at omfatte "wall insulation products", defineret som:

- produkter til udvendig vægisolering (som dækkes af beklædning)
- produkter til hulmursisolering (både delvis og helt udfyldt).

I forslaget til miljøvurderingen fra oktober 1993 findes kriterier vedrørende energiforbrug, drivhuseffekt, nedbrydning af ozonlag, forsurening, fotokemiske oxidanter, brandegenskaber og arbejdsmiljøforhold.

De endelige kriterier er endnu ikke fastlagt. Efter færdiggørelsen skal forslaget godkendes i EF og der skal nedsættes bedømmelsesudvalg mv. De første mærkninger af isoleringsmaterialer ligger derfor et stykke ud i fremtiden.

Malinger og lakker

Arbejdet med fastlæggelse af kriterier ledes af "Association francaise de normalisation". Ifølge materiale fra ad hoc gruppemøde i september 1992 er der gennemført en undersøgelse af fire malingers miljøpåvirkninger, idet der er foretaget en identifikation og kvantificering af påvirkninger (inventory), og derefter en opgørelse af deres bidrag til miljøeffekterne. Miljøeffekterne er drivhuseffekt, atmosfærisk forurening, eutrofiering, energi- og brændselsforbrug.

Keramiske fliser

Arbejde med fastlæggelse af kriterier er påbegyndt i Italien.

4.3.3 Nordisk miljømærkning

I henhold til NEK-rapport 1990:2 har Nordisk Ministerråd den 6. november 1989 besluttet at indføre en harmoniseret, frivillig og positiv nordisk miljømærkning af produkter.

Formål

Hovedmålet med miljømærkningen er at:

- vejlede forbrugerne i varestrømmen ud fra ønsket om at vælge de mindst miljøbelastende produkter.
- Stimulere til en produktudvikling som ivaretager miljøhensynene i tillæg til økonomiske og vanlige kvalitetsmæssige forhold.
- Bevidst bruge markedskræfterne som et supplement til miljøforvaltningens lovgivning.

Opbygning

Der er nedsat et nordisk samordningsorgan, som fastsætter kriterierne på baggrund af en høringsrunde og dokumenter.

De enkelte nordiske lande står frit med hensyn til tilslutning til ordningen.

Produkter

Den nordiske miljømærkningsordning har hidtil (1993) fastlagt kriterier inden for 11 produktgrupper. 200 produkter er miljømærkede, hovedparten papirvarer. Af betydning for byggeri er følgende produktgrupper:

- Spån-, gips-, og træfiberplader
- Oliefyr og oliebrændere til husopvarmning.

Der foregår desuden udarbejdelse af kriterier for en række produkter, heraf følgende af betydning for byggeri:

- Maling og træbeskyttelse
- Isoleringsmateriale
- Rengøringsmidler
- Lim
- Møbler af plader og køkkenelementer
- El-pærer og lysstofrør
- Gulvbelægning
- Tapet.

Anvendelse af miljømærkningsordningerne

I det omfang mærkningsordningerne kommer til at omfatte byggevarer kan de bidrage til at levere data for de mærkede produkter. Disse data vil evt. kunne anvendes ved opgørelser af miljøparametrene. Det er en forudsætning, at miljømærkning er gennemført, idet data indsamlet i forbindelse med fastlæggelse af kriterier ikke er tilgængelige. De kriterier, der opstilles for en produktgruppe er karakteristiske for den pågældende gruppe. Man kan derfor ikke på forhånd vide noget om hvilke kriterier, der opstilles.

4.3.4 Indeklimamærkningsordningen

Bygge- og Boligstyrelsen i Danmark har taget initiativ til, at få udviklet en indeklimamærkningsordning på prototypeniveau.

Formål

Det overordnede mål med mærkningsordningen er at forbedre indeklimaet. I den forbindelse er der lagt vægt på at udvikle en ordning, som kan give projekterende og brugere af byggevarer et grundlag for vurdering og valg af de mindst belastende produkter i en varegruppe.

Produkter

Mærkningsordningen kan omfatte alle typer byggevarer, som har betydning for indeklimaet. Mest aktuel vil dog være produktgrupper som fx malevarer, fugemasser, gulvbelægninger, bygningsplader og tapeter.

Ordningen omfatter en måling af afgangning fra materialerne til indeklimaet.

Måling/vurdering

I indeklimatemærkningsordningen bestemmes, afgangningen som funktion af tiden. Dernæst beregnes koncentrationen af det enkelte stof i et rum som funktion af tiden, og ud fra toksikologiske data fastlægges der en tærskelværdi for stofferne i indeklimaet. De beregnede koncentrationer sammenholdes med tærskelværdierne, og tiden indtil et materiales afgangning er under de fastlagte tærskelværdier bestemmes. Denne tid kaldes den indeklimaterelevante tid. Inden for denne tid vil materialet give indeklimateproblemer - og der må træffes specielle foranstaltninger. (Nielsen og Wolkof, 1993 og Wolkof og Nielsen 1993).

Anvendelse af indeklimatemærkningsordningen

Indeklimamærkningen er udformet, således at data fra denne kan indgå i en eventuelt kommende miljøvurdering af bygninger. Dette kan ske enten ved at benytte den indeklimaterelevante tidsværdi eller de målte data for det enkelte stof.

4.4 Vurderingsmetoder

Vurdering i rammesystemet

En vurdering består i en omregning af de opgjorte parametre til effekter og dernæst vurdering af disse effekter. For nogle effekter er det i dag ikke muligt at omregne til effekt. Vurderingen må derfor ske ud fra de opgjorte parametre. I rammesystemet omregnes så vidt muligt til effekter. Der lægges ikke op til en samlet vurdering af bygningen, men de enkelte effekter sammenlignes med effekterne fra en referencebygning.

I rammesystemet benyttes det samlede energiforbrug som et mål for forbruget af knappe energiråstoffer, da der endnu ikke er data for forbruget af det enkelte brændsel. For de knappe metaller sættes forbruget heraf i relation til et standardiseret nationalt årsforbrug. Sundhedseffekt i arbejdsmiljøet vurderes ikke da metoden ikke er endeligt udviklet. I indeklimaet vurderes den slimhindeirriterende effekt, der skyldes kemiske stoffer, der afgasses til indeklimaet.

Vurderingen sker ud fra måling af koncentrationen af det enkelte stof og sammenligning af koncentrationen med en grænseværdi.

Miljøeffekter med global og regional udbredelse vurderes ved brug af ækvivalenter. Emission af drivgasser (CO_2 , NO_x) omregnes til ækvivalenter CO_2 , emission af CFC-gasser omregnes til ækvivalenter CFC11 og emission af sure gasser (SO_2 , NO_x) omregnes til syreækvivalenter. Emission af miljøfarlige stoffer omregnes til toksicitetsækvivalenter. I figur 20 er vist, hvorledes der omregnes til effekt i rammesystemet.

Hovedgrupper	Undergrupper	Effekter	Parametre	Omregning til effekt
Ressourcetab	Energiråstoffer	Knappe ikke- fornyelige	Kul, olie og naturgas	Benytter det totale energiforbrug
	Materialeråstoffer	Knappe ikke- fornyelige materialer	Cu og Cu-leg. Zn og Zn leg.	Materialeforbrug sættes i forhold til forbrug i Danmark
	Vand	Rent grundvand	Vandforbrug	
Sundhedseffekter	Arbejds miljø	Effekt af kemisk og biologisk påvirkning		?
		Effekt af fysisk påvirkning		?
	Indeklima	Slimhindeirritation	Flygtige organiske stoffer	Tiden bestemmes indtil koncentrationen er under tærskelværdien
Effekter i det ydre miljø	Global udbredelse	Drivhuseffekt	CO ₂ , (NO _x)	CO ₂ ækv
		Nedbr. af ozonlag	CFC- gasser	CFC-11 ækv
	Regional udbredelse	Forsuring	SO ₂ , NO _x	Syreækv.
	Lokal udbredelse	Økotoxicitet i vandmiljø	Pb, Cd, Hg mm, organiske miljøfarlige stoffer	Toks.ækv.

Figur 20: Oversigt over omregning af opgjorte parametre til effekt i rammesystemet.

4.4.1 Omregning til effekt

Rammesystemet benytter omregningsfaktorer for omregning af de opgjorte parametre til effekter. De benyttede omregningsfaktorer er alment kendte og er beskrevet nedenfor. Denne omregning benævnes i livscyklusvurderinger karakterisering.

Ressourcetab

Ikke fornyelige ressourcer

For ikke fornyelige ressourcer, kan følgende parametre indgå i vurderingen:

- * G, det årlige globale (eller nationale) forbrug af ressourcen
- * R, den globale (eller lokale) reserve af ressourcen
- * f, det samlede forbrug af ressourcen foranlediget af den betragtede aktivitet, her bygningen og dens bestanddele i hele deres livsforløb.

I A conceptual framework (1992) peges der på anvendelsen af et indeks I for ressourcetab:

$$I = \frac{f G}{R^2} \quad \text{eller} \quad \frac{f G^2}{R^3}$$

I det sidste udtryk prioriteres knapheden højere end i det første udtryk. I Heijungs (ed.) (1992) peges der på et simplere udtryk:

$$I = \frac{f}{R}$$

Dette anses i A conceptual framework (1992) for utilfredsstillende, fordi der kan opnås samme værdi for ressourcer, hvor knapheden er meget forskellig. De beregnede indeks summeres.

I rammesystemet foreslås det at beregne indeks for ressourcetab af energiråstoffer og indeks for ikke-fornyelige materialeråstoffer. For knappe energiråstoffer anvendes der i første omgang alene en opgørelse af det samlede energiforbrug pr. m², senere bør der sættes på at basere en vurdering på en opgørelse over forbruget af de enkelte knappe fossile brændsler. For de knappe materialestoffer, i første omgang visse metaller, sættes forbruget heraf i relation til et standardiseret nationalt årsforbrug heraf (G), som kan summeres for de betragtede knappe materialer:

$$I = \frac{f}{G}$$

Fornyelige ressourcer

For fornyelige ressourcer har det interesse at opgøre forbruget, der kan sammenholdes med mængden, der produceres pr. år. Her angiver A conceptual framework (1992) ikke et simpelt fælles index. I Heijungs (ed.) (1992) angives dette til:

$$I = \frac{fP}{R^2}$$

P: Produktion (tilvæksten) pr. år.

I rammesystemet regnes der med, at vand er et fornyelig råstof, der er knapt. Vurderingen baseres eller alene på opgørelsen af vandforbruget pr. m², hvor en efterfølgende evaluering må inddrage viden om de nuværende og forventede lokale forsyningsforhold målt som funktion af tiden.

Indeklima

Koncentration og tærskelværdi

Der er valgt under sundhedseffekt i indeklimaet kun at medtage effekter, der skyldes kemiske stoffer, der afgasses til indeklimaet. Udfra målinger beregnes koncentrationen af stoffet i rummet som og funktion af tiden. Denne værdi sammenlignes med en tærskelværdi for det enkelte stof i indeklimaet, idet der i ordningen tillades, at afgasningen fra byggevarer ikke lægger beslag på mere end 50 % af denne værdi d.v.s af forholdet mellem koncentrationen af stoffet i rummet og dets tærskelværdi skal være under 0,5. I indeklimateærkningsordningen bestemmes tiden indtil dette forhold er under 0,5, denne tid benævnes den indeklimatelevante tid og opgives for byggevarer, der frivilligt har tilmeldt sig ordningen.

Data for indeklimateærkede byggevarer kan udnyttes til en vurdering af sundhedseffekt, idet mængderne af samme stof, der afgasser fra flere forskellige byggevarer, adderes og den beregnede koncentration sammenlignes med den indeklimatelevante tærskelværdi. Der opgives, hvor lang tid der går inden forholdet mellem koncentration og tærskelværdi er under 0,5. Ved afgasningen af flere forskellige stoffer

udregnes forholdet mellem koncentration og tærskelværdi for det enkelte stof, og forholdene adderes. Dette gøres ved flere forskellige tider. Tiden, hvor summen af forholdene er under 0,5, bestemmes. Tiden bliver altså et mål for, hvor alvorligt problemet er. I indeklimaet vurderes i øjeblikket slimhindeirriterende effekt, men andre effekter kan vurderes efter samme princip. (Anvisning for bestemmelse og vurdering m.m., 1993).

Effekter i det ydre miljø

Disse effekter fremkommer ved emission af kemiske stoffer. Der omregnes til ækvivalenter, hvor flere stoffer bidrager til samme effekt. Ækvivalenter giver et mål for effekten, men kræver kendskab til definition af ækvivalenterne.

Der kan omregnes til ækvivalenter for miljøeffekterne:

- global opvarmning
- nedbrydning af ozonlag
- forsurening
- dannelse af fotokemiske oxidanter.

Ækvivalenter er i øjeblikket for organiske miljøfarlige stoffer og metaller under udvikling.

Effekter med global og regional udbredelse

Drivhuseffekt, CO₂ ækv.

Emissionen af drivhusgasser omregnes til drivhuseffekt ved at benytte en omregningsfaktor for den enkelte drivhusgas. Omregningsfaktoren, GWP, Global Warming Potential, angiver opvarmningseffekten ved emission af 1 kg gas divideret med opvarmningseffekten af 1 kg kuldioxid. Der er idag nogenlunde enighed om disse omregningsfaktorer. Emissionen af den enkelte gas ganges således med omregningsfaktoren, og bidragene summeres. Der fås et tal for den samlede effekt i ækvivalenter kuldioxid (Heijungs (ed.) 1992).

Ozonnedbrydningen,
CFC 11 ækv

Emissionen af halocarboner kan omregnes til effekt ved hjælp af omregningsfaktoren ODP, Ozon Depletion Potential. Denne angiver ozonnedbrydning af 1 kg gas i forhold til ozonnedbrydning af 1 kg CFC 11. Der er i dag enighed om denne omregningsfaktor. Emissionen af den enkelte gas ganges med ODP-faktoren, og bidragene summeres. Derved fås et samlet tal for ozonnedbrydning i ækvivalenter CFC 11 (Heijungs (ed.) 1992).

Dannelsen af fotokemiske
oxidanter, C₂H₄ ækv

Emission af flygtige kulbrinter kan omregnes til effekt ved omregningsfaktoren POCP, Photochemical Ozone Creation Potential. Denne beregner dannelsen af ozon på grund af emission af flygtige kulbrinter i forhold til ozondannelsen ved emission af ethylen (C₂H₄). Der er i dag nogen usikkerhed om omregningsfaktorer for de enkelte kulbrinter, og der findes ikke omregningsfaktorer for alle kulbrinter. Emissionen af den enkelte kulbrinte ganges med POCP - faktoren, og bidragene summeres, hvorved fås et samlet tal for dannelsen af fotokemiske oxidanter i ækvivalenter ethylen (Heijungs (ed.) 1992).

Syreækvivalenter

Emissionen af svovldioxid og nitrogenoxid kan omregnes til antal syreækvivalenter eller til g svovldioxid:

- 1 mol SO₂ danner 2 mol H⁺ (eller 64 g SO₂ danner 2 mol H⁺)

- 1 mol NO_x- N danner 1 mol H⁺ (eller 46 g NO₂ dannes 1 mol H⁺)
Der er i dag enighed om denne omregning. Emissionerne omregnes til syreækvivalenter, idet emissionen af svovldioxid divideres med molmassen for svovldioxid og ganges med to, emissionen af nitrogenoxid (normalt udtrykt i g NO₂) divideres med molmassen for nitrogendioxid. Syreækvivalenterne adderes.

Effekter med lokal udbredelse

For miljøfarlige stoffer er der i dag ikke færdigudviklet en vurderingsmetode. Forslag til ækvivalenter for økotoksiciteter forudsætter, at der er data for:

- emissionsmængde, eller at den aktuelle koncentration i miljøet kan beregnes
- en grænseværdi for stoffet i det pågældende miljø, eller at der kan fastsættes en værdi, hvor der sandsynligvis ikke forekommer toksiske effekter for en given procentdel af økosystemets arter. Denne grænseværdi kaldes No Effect Concentration (NEC).

Miljøfarlige stoffer,
toks.ækv.

Ækvivalenter kan beregnes ud fra emissionsmængden divideret med NEC-værdien for det pågældende miljø (Hauschild et al. 1993). Ækvivalenterne udtrykker således for vandmiljø, hvor meget vand der skal bruges for at opnå en koncentration i vandmiljøet, der ikke giver en effekt. Enheden for ækvivalenter bliver i dette tilfælde m³ vand. Tilsvarende kan beregnes for jordmiljø. Ofte opdeles ækvivalenter i akutte og kroniske toksicitetsækvivalenter. Ækvivalenter kan også beregnes ud fra en beregnet koncentration i miljøet, Predicted Environmental Concentration (PEC) og dividere denne med NEC-værdien for stoffet. (Heijungs et al. 1992). PEC beregnes ud fra emissionsmængde, og oplysning om hvorledes stoffet fordeler sig mellem luft, jord og vand. Ækvivalenter udtrykker her, hvor mange gange udledningen skal fortyndes. Disse ækvivalenter er ubenævnte. Der beregnes både ækvivalenter for jord og vand. Toksicitetsækvivalenterne er adderbare og kan derfor adderes over hele bygningens livsforløbet for flere materialer.

I rammesystemet omregnes der til toksicitetsækvivalenter, men der er ikke valgt hvilken af de ovennævnte metoder, der skal benyttes til at udregne toksicitetsækvivalenter.

Yes/No - metoden

Ved sundhedsskadelige og miljøfarlige stoffer er det ofte svært at få oplysninger om mængder, i stedet kan der i første omgang konstateres, om bestemte stoffer forekommer i bygningens livsforløb, altså om der overhovedet er mulighed for eksponering. I den engelske miljømærkningsordning for Existing Offices (BREEAM 1993) er dette benyttet for:

- Pb i maling
- asbest

Emissionsmængde som et mål for effekt

Emissionsmængde bruges ved vurderinger, hvor det ikke er muligt at omregne til effekt. Emissionsmængde er velegnet i de tilfælde, hvor kun et enkelt stof bidrager til effekten. En reduktion af emissionsmængder giver således direkte en reduktion af effekten.

Der kan opstilles intervaller for emissionsmængder af de enkelte stoffer. Disse intervaller tildeles point. Emissionsmængderne får derved point, og disse sammenlægges. Dette princip er benyttet i:

- den engelske miljømærkningsordning, idet der er opstillet forskellige intervaller for energiforbruget i driftsfasen
- miljømærkning for isoleringsmaterialer (Hansen et al. 1993).

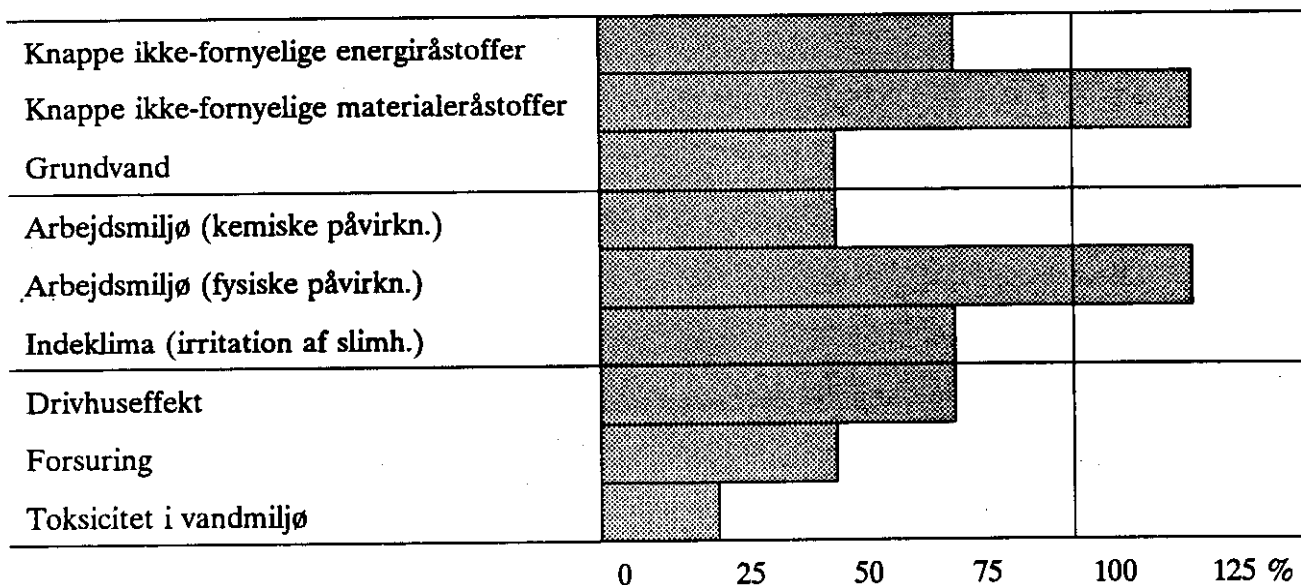
Evaluering

4.4.2 Vurdering af de enkelte effekter

En vurdering kan foretages ved at sammenligne effekterne fra en bygning enkeltvis med effekterne fra alternative bygninger eller en referencebygning. Hertil benyttes ofte en miljøprofil, der giver en oversigt over effekterne.

Miljøprofil

For at anskueliggøre resultaterne af en miljøvurdering kan der optegnes en miljøprofil. Hensigten med miljøprofilen er primært at tilvejebringe et helhedsbillede af den samlede miljøbelastning. Tabellen over de opgjorte effekter og de tilhørende kommentarer vil fortsat være den centrale del af dokumentationen. I rammesystemet afbildes effekterne i et stavdiagram i forhold til effekterne fra en referencebygning.



Figur 21. Miljøprofil for en række vigtige miljøeffekter vist i forhold til de tilsvarende effekter fra en referencebygning. Den enkelte effekt er angivet i % af effekterne for en referencebygning.

Effekterne kan overstige effekterne fra referencebygningen. Det kan skyldes en bevidst prioritering af visse effekter frem for andre, fx indeklima frem for arbejdsmiljø, eller være en konsekvens af ydre omstændigheder, fx varmeforsyning fra en ældre og dårligt fungerende fjernvarmcentral.

I litteraturen foreligger der en lang række andre forslag til udformning af miljøprofiler. Nogle foretrækker et stjerneformet diagram i stedet for stavdiagrammet, og nogle foretrækker at afbilde afvigelserne

fra referenceobjektet i stedet for størrelsen af de enkelte bidrag. I miljøprofilen kan de enkelte effekter være omregnet til fx personækvivalenter for at synliggøre miljøeffekternes betydning i forhold til samfundets andre aktiviteter. Endelig kan fx bygherrens vægtning af miljøeffekterne indregnes i miljøprofilen, således at stavenes længde også afspejler denne prioritering.

Referencebygninger

Der er ikke i forprojektet arbejdet detaljeret med, hvilke krav der skal stilles til de referencebygninger. Umiddelbart synes det dog rimeligt at tage udgangspunkt i:

- at der bør vælges referencebygninger indenfor nogle af de vigtigste bygningskategorier, altså bl.a. etageboligbyggeri, enfamiliehuse, kontorbyggeri og industribygninger samt evt. også boligrenovering,
- at referencebygningerne skal vælges miljømæssigt bedre end de gennemsnitsbygninger, som er repræsenteret i Byggeriets materialeforbrug (1993),
- at der bør tages hensyn til en række foreliggende handlingsplaner og især til hvilke miljømål, det nu er realistisk at sigte mod for de enkelte bygnings- og projektkategorier.

Endelig bør referencebygningerne revideres med korte mellemrum for at sikre, at de stimulerer til en fortsat udviklingsindsats.

Samlet tal for evaluering

En samlet tal for evaluering af en bygning kan ske ved omregning af effekterne til samme enhed og addere disse. Dette foreslås ikke gjort i rammesystemet. Den engelske BREEAM-ordning anvender et simpelt poentsystem, se afsnit 5.1. Her skal dog kort omtales:

- det svenske system, Environmental Priority System EPS, der omregner til environmental load unit
- det schweiziske system, økobalance, der bruger en økofaktor.

EPS-system

I EPS-systemet udregnes for det enkelte produkt et indeks for naturressourcer og et miljøindeks for emissioner til medierne luft, jord og vand. Kriterier til fastsættelse af disse indeks er beskrevet i Ryding og Steen, (1991). De to indeks sammenlægges til en samlet miljøbelastning, SMB, for produktet. Metoden bygger således på nogle antagelser undervejs. Disse præsenteres ikke sammen med resultatet. Resultatet er derfor ikke gennemskueligt for brugeren.

Økobalance

Ved øko-balance systemet vurderes emissioner i forhold til en kritisk belastning af økosystemet. De enkelte forbrug multipliceres med en økofaktor, der er fastsat ud fra en vurdering af belastning af miljøet i forhold til en kritisk belastning af den pågældende ressource eller af det pågældende økosystem. Den kritiske belastning er for ressourcer og for miljøeffekter vurderet, ud fra hvilken belastning økosystemet kan bære eller ud fra handlingsplaner for den pågældende effekt. Den kritiske belastning fastsættes af eksperter (Methodik für Oekobilanzen, 1990). Resultaterne vil være forskellige i de forskellige lande.

5 Internationale kontakter

Miljøvurdering af bygninger og byggeprojekter er et nyt indsatsområde, også internationalt. Der foreligger derfor kun få eksempler på metoder, som er taget i brug i praksis. Den kendteste er den engelske BREEAM-ordning, som bl.a. er inspirationskilde til dette projekt, se afsnit 5.1. Men der er igangsat flere projekter med miljømæssigt sigte, og der foregår et omfattende arbejde med at udvikle metoder og indsamle data. Arbejdet foregår bl.a. inden for ENBRI (European Network of Building Research Institutes) og i nordisk regi, se afsnit 5.2 og 5.3. I det efterfølgende afsnit vil BREEAM-ordningen kort blive gennemgået. Derefter vil ordningen blive kommenteret i forhold til intentionerne med rammesystemet.

5.1 Den engelske miljømærkningsordning, BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) er en engelsk miljøvurderingsmetode for bygninger, som har fungeret siden juli 1990. Metoden er udviklet af det engelske byggeforskningsinstitut BRE (Building Research Establishment), som løbende arbejder på at forbedre metoden og at udvide den til at omfatte nye bygningstyper.

Formål

Hovedformålene med BREEAM er beskrevet som:

- at sørge for, at bygninger med reducerede miljøpåvirkninger er synlige på markedet
- at opmuntre til bedst mulig praksis i forbindelse med projektering, drift og vedligeholdelse af bygninger.
- at opstille kriterier og normer, der går videre end gældende love og regulativer
- at øge ejeres, beboeres, projekterendes og driftspersonales bevidsthed om bygningers uheldige indflydelse på miljøet.

Opbygning

Der er tale om en frivillig vurderingsordning, man som bygherre eller projekterende kan underkaste sig. Belønningen er et miljøbevis, som dokumenterer bygningens grad af miljøvenlighed. Vurderingen udføres af uafhængige vurderingsmænd godkendt af BRE.

Ordningen omfatter både nye bygninger og eksisterende bygninger. Projektet materialet forhåndsvurderes på et så tidligt projektstadium, at de projekterende kan nå at foretage ændringer, som forbedrer bygningens miljømæssige egenskaber og dermed den endelige vurdering. Eksisterende bygninger kan vurderes på ethvert tidspunkt af bygningens liv.

Bygningskategori

5.1.1 Gennemgang af BREEAM

På nuværende tidspunkt omfatter ordningen nye kontorbygninger, nye varehuse og supermarkeder, nye boliger og eksisterende kontorbygninger.

Ordningen omfatter hele bygninger, dvs alle dele af en bygning samt enkelte andre forhold, fx muligheder for offentlig transport. Ordningen omfatter i princippet også alle dele af bygningens livscyklus. BREEAM har hidtil beskæftiget sig med nye bygninger og dermed en vurdering på grundlag af et byggeprojekt, men i 1993 er eksisterende bygninger blevet inddraget, idet BREEAM for eksisterende kontorbygninger, version 4/93, er trådt i kraft.

Miljøforhold

En BREEAM vurdering er ikke en fuldstændig miljøvurdering, idet den kun omfatter miljøforhold, som kan vurderes på basis af let tilgængelig og alment accepteret information. I vejledningen findes der da også en liste over de miljøforhold, der er relevante, men som det endnu ikke har været muligt at få med i ordningen. Miljøforholdene er hovedopdelt i "global, local and indoor issues". Betegnelsen miljøforhold (environmental issues) benyttes her, fordi der kun for nogle af dem er tale om egentlige effektvurderinger.

Vurdering

Vurderingen bygger på et belønnings- eller pointsystem, idet der gives én eller flere "credits" for hel eller delvis opfyldelse af de krav der knytter sig til de enkelte miljøforhold. Det samlede antal "credits" er afgørende for i hvilken af følgende klasser, bygningen placeres: Fair, good, very good, excellent. Figur 22 viser et eksempel på tildeling af "credits" for eksisterende kontorbygninger.

Da vurderingen af eksisterende kontorbygninger er den nyeste udvidelse af af BREEAM, og da den inkluderer mange af de samme vurderinger, som gennemføres for nye kontorbygninger tages der i det følgende udgangspunkt i beskrivelsen af denne. Der vil dog blive suppleret med enkelte kommentarer vedr. den nyeste version af ordningen for nye kontorer.

BREEAM/Existing Offices version 4/93

Vurderingen er delt i to: Del 1 omfatter selve bygningen og dens installationer, del 2 vedrører bygningens drift og vedligeholdelse. Vurderingen af de to dele kan udføres uafhængigt af hinanden og del 2 kan kun vurderes såfremt bygningen er i drift.

Gennemgang af miljøparametre og deres vurderingskriterier:

I det følgende gennemgås ordningens miljøparametre for henholdsvis del 1 og del 2. Gennemgangen følger dette projekts opdeling af miljøtemaerne (ressourceforbrug, sundhedsbelastninger, miljøbelastninger) i stedet for den engelske.

PART 1: Building fabric and services	PART 2: Building operation and management
<p>GLOBAL ISSUES AND USE OF RESOURCES</p> <p>Carbon dioxide emissions</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for less than 120 points * 2 credits for less than 110 points * 3 credits for less than 100 points * 4 credits for less than 90 points * 5 credits for less than 80 points * 6 credits for less than 70 points * 7 credits for less than 60 points * 8 credits for less than 50 points * 9 credits for less than 40 points * 10 credits for less than 35 points * 1 credit for individual check meters for each tenant in multi-tenanted buildings * 1 credit for adequate sub-metering for each tenant to enable energy monitoring <p>Acid rain</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for low-NO_x-emitting boilers <p>Ozone depletion</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for refrigerant ODP of less than 0.06 or no air conditioning * 1 credit for refrigerant ODP of zero or no air conditioning * 1 credit for a refrigerant leak detection system or no air conditioning * 1 credit for on-site refrigerant recovery or no air conditioning * 1 credit for avoiding halon-based fire protection <p>Recycling of materials</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for separate storage facilities for recyclable materials <p>LOCAL ISSUES</p> <p>Water conservation</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for a building with two of the following: <ul style="list-style-type: none"> ● water meter ● WCs with maximum 6-litre flush ● water economy devices on urinals * 1 further credit for all three of the above <p>Legionnaires' disease</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for no evaporative cooling towers or condensers <p>Transport</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for access to good public transport * 1 credit for two of the following features: <ul style="list-style-type: none"> ● secure points for bicycles ● secure points sheltered from rain ● changing facilities for staff who cycle ● facilities for hanging and drying wet clothes ● showers for staff who cycle <p>INDOOR ISSUES</p> <p>Lighting</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for high-frequency ballasts fitted to luminaires <p>Air quality</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for adjustable openable windows in each room or for mechanical ventilation where there is no visible free-standing water in the ductwork * 1 credit for no humidification or for steam humidification * 1 credit for an effective filtration system capable of removing pollen particles <p>Hazardous materials</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for having carried out an asbestos survey and taking necessary action or where the building specification specifically excluded asbestos materials * 1 credit for no visible lead pipes in drinking-water supply <p>Radon</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for ensuring that radon levels do not exceed 200 Bq/m³ or for buildings outside a high-risk area <p>Indoor noise</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for noise levels below: <ul style="list-style-type: none"> ● 45 dB L_{Aeq,T} in small offices ● 50 dB L_{Aeq,T} in large offices <p>Legionnaires' disease</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for buildings which have domestic hot water systems designed to avoid legionellosis 	<p>ENVIRONMENTAL POLICY</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for having an established and openly available overall company policy on the environment * 1 credit for a company purchasing policy which excludes the use of timber from unsustainable sources * 1 credit for a company purchasing policy which excludes the use of other environmentally damaging materials <p>GLOBAL ISSUES AND USE OF RESOURCES</p> <p>Carbon dioxide emissions</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for having an energy policy endorsed by the board of directors, with a suitably trained member of staff to implement it * 1 credit for an energy audit of the building * 1 credit for an energy monitoring and targeting system * 1 credit for an energy efficiency improvement investment budget in relation to refurbishment * 1 credit for an operating manual for services * 1 credit for regular dissemination of information on energy use and means of saving energy to services systems operators and occupants * 1 credit for a regular system maintenance schedule <p>Ozone depletion</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for regular inspection for refrigerant leaks or where no air conditioning is provided * 1 credit for minimising unnecessary emissions of halon or where no halon-based fire protection is in use <p>Building maintenance</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for planned maintenance of the building's fabric * 1 credit for planned maintenance of the building's services <p>LOCAL ISSUES</p> <p>Legionnaires' disease</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for a management system which identifies and ensures regular maintenance and treatment of the building's cooling tower(s) <p>Noise</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for a timed cut-off on burglar alarms with keyholder backup <p>INDOOR ISSUES</p> <p>Lighting</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for a planned programme of luminaire cleaning and lamp replacement <p>Air quality</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for a policy aimed at avoiding health hazards arising from passive smoking * 1 credit for a maintenance policy which ensures regular filter replacement * 1 credit for measured carbon dioxide levels of less than 800 parts per million in selected spaces <p>Hazardous materials</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for informing staff and contractors of the presence of asbestos in the building and suitable precautions to be taken, or when no asbestos is present <p>Legionnaires' disease</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for having carried out a survey of the building's domestic hot water services and for having taken appropriate steps to minimise risk of legionellosis <p>Healthy-building indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> * 1 credit for 30 points or more * 2 credits for 45 points or more * 3 credits for 60 points or more

Figur 22: Oversigt over BREEAM-vurdering af eksisterende kontorbygninger.

Del 1: Bygning og installationer.

Ressourcetab

Ressourcetab, energiråstoffer

Forbruget af energiråstoffer (brændsler) behandles ikke. Indirekte er punktet om CO₂-emission dog også udtryk for driftsforbruget af brændsel, se senere.

Ressourcetab, materialeråstoffer

Der er ingen opgørelse af materialeforbrug. "Recycling of materials" vedrører ikke byggematerialer, men faciliteter til opbevaring af genbrugsmaterialer som aviser, flasker o.lign. For nybyggeri peges der på brug af bæredygtigt dyrket træ og genanvendelse af materialer.

Ressourcetab, vand

Vandforbruget behandles gennem belønning af bygninger med vandmålere og vandbesparende WC'er og urinaler.

Ressourcetab, landskaber

Behandles ikke for eksisterende bygninger. For nybyggeri ses der på den "økologiske værdi" af byggegrunden, se senere under effekter i det ydre miljø.

Sundhed

Sundhedseffekter, kemiske/biologiske belastning

To punkter vedrører materialer, som bør undgås. Det ene er materialer, der indeholder asbest, det andet blyrør i drikkevandssystemer. To punkter har til formål at forhindre legionærsyge. I det ene belønnes bygninger uden køletårne eller kondensatorer i det andet belønnes brugsvandssystemer udformet med henblik på undgåelse af legionærsyge.

Sundhedseffekter, fysiske belastninger

Indeklimaforhold behandles i punkter vedrørende belysning, luftkvalitet og støj. Følgende forhold belønnes:

- anvendelse af lavenergi-belysningskilder
- justerbart oplukkelige vinduer i hvert rum eller effektiv mekanisk ventilation uden vand i kanalsystemet
- undgåelse af befugtning eller dampbefugtning
- Filtre i mekaniske ventilationsanlæg, der
 - er i stand til at fjerne partikler så små som pollen
 - er forsynet med automatik, som indikerer, hvornår filteret bør skiftes
- ikke har nogen utætheder, hvor luft kan slippe igennem.
- støjniveauer under
 - * 45 dB(A) i små kontorer
 - * 50 dB(A) i store kontorer.

Et radonniveau på under 200 Bq/m³ eller en bygningsplacering uden for højrisikoområder belønnes.

For nybyggeri er tillige medtaget lokale vindeffekter og skyggeforhold.

Sundhedseffekter, psykiske belastninger

Behandles ikke.

Ydre miljø

Effekter i det ydre miljø, globale belastninger

Drivhuseffekten behandles kun via parameteren CO₂-emission. Der foretages ikke nogen beregning af bygningens CO₂-emission, men der gives points for et antal foranstaltninger i forhold til hvor stor reduktion i CO₂-emissionen, den enkelte foranstaltning kan forudses at medføre. Foranstaltningerne omfatter isoleringstykkelse, glastype, installeret belysningseffekt, belysningskontrol-type, kedeltype eller alternativ varmekilde, ventilationssystem, varme- og ventilationsautomatik, brugsvandssystem og befugtningsystem. For at bestemme bygningens CO₂-emissionsniveau trækkes det samlede antal points fra et basis pointantal, som er karakteristisk for den pågældende bygningstype. Bygningens "credits" findes derefter i en liste ud fra points-summen. Der gives mellem 1 og 10 credits. Som grundlag for systemet er der udført edb-beregninger.

Dette punkt omfatter også credits for energimålere til opdeling af forbrug på lejere eller forskellige forbrugstyper, fx belysning, rumopvarmning, brugsvand, ventilatorer, køling mv.

Nedbrydning af ozonlaget behandles i et punkt, som har til formål at reducere udslippet af CFC- og HCFC-gasser samt haloner til atmosfæren, og som omfatter belønning af:

- ingen air conditioning eller et mindre ODP (ozone depletion potential) end 0,06 fra kølemedierne anvendt i luftkonditionerings-systemet
- ingen air conditioning eller et ODP på nul
- lækagedetektions-system eller ingen air conditioning
- fast eller bærbar kølemiddelsøger i bygningen eller ingen air conditioning
- intet halon-baseret brandbeskyttelsessystem i bygningen.

Effekter i det ydre miljø, regionale belastninger

Forsuring (syreregn) behandles i et punkt som omfatter belønning af kedler med lav-NO_x brændere (mindre end 200 mg/kWh af forbrugt brændsel ved fuld last).

Punktet "transport" belønner dels god adgang til offentlig transport dels gode forhold for cyklister (skure, omklædningsfaciliteter mv).

Lokale belastninger

Behandles ikke, for eksisterende bygninger. For nybyggeri medtages den "økologiske værdi" af byggegrunden, idet der gives "credits" for anvendelse af økologisk set dårlige arealer og for forbedringer i forbindelse med byggeriet.

Del 2: Drift og vedligeholdelse

Miljøstyring

Del 2 indeholder nogle punkter som ikke kan rubriceres under listen over miljøeffekter fordi de primært vedrører miljøstyringen af ejendomme, fx:

- 1 credit for en åben generel miljøpolitik for firmaet

- 1 credit for planlagt vedligeholdelse af bygningen
- 1 credit for planlagt vedligeholdelse af bygningens installationer.

De øvrige punkter rubriceres i det følgende under miljøeffekterne, men vedrører også i væsentlig grad miljøstyringen.

Ressourcetab

Ressourcetab, energiråstoffer

Der kræves ingen oplysninger om energiforbrug eller brændselstype. Under overskriften "Kuldioxid-emissioner" findes en række punkter, som mere direkte vedrører energiforbruget end emissionerne. De nævnes derfor her. Der gives "1 credit" for hvert af følgende punkter:

- en energipolitik godkendt af direktionen og med et driftspersonale uddannet til at gennemføre den
- energianalyse af bygningen
- energiregistrerings- og budgetteringssystem
- budget for forbedring af energieffektiviteten i forbindelse med renoveringer
- driftsmanual for installationerne
- regelmæssig formidling af information om energiforbrug og energibesparelser til driftspersonale og brugere
- system for planlagt vedligeholdelse.

Ressourcetab, materialeråstoffer

En politik for bygningens drift, som udelukker brugen af tømmer fra ikke bæredygtige kilder belønnes med 1 credit.

Ressourcetab, vand

Behandles ikke.

Ressourcetab, landskaber

Behandles ikke.

Sundhed

Sundhedseffekter, kemiske/biologiske

En politik for bygningens drift, som udelukker brugen af:

- isoleringsmaterialer, der indeholder CFC- eller HCFC-gasser
- maling, der indeholder organiske opløsningsmidler
- bly-baserede malinger
- asbest.

Et driftssystem som identificerer og sikrer planlagt vedligeholdelse og behandling af bygningens køletårne til forebyggelse af legionærsyge. (Punktet er placeret under "local issues").

En gennemført undersøgelse af bygningens brugsvandssystem og gennemførte foranstaltninger for at minimere risikoen for legionærsyge (Punktet er placeret under "indoor issues").

En politik med henblik på at undgå sundhedsrisiko fra passiv rygning
En politik som sikrer regelmæssig filterskift
Målte CO₂ niveauer på under 800 ppm udvalgte steder.

Informering af personale og håndværkere om forekomsten af asbest i bygningen og passende forholdsregler som bør tages, *eller* at der ikke forekommer asbest.

Der gives fra 1 til 3 credits for opfyldelsen af et antal "healthy-building indicators" på ialt 30. Punkterne vedrører varme- og ventilation-sanlæg, materialer anvendt til bygning og inventar, belysnings- og solafskærmningskontrol, støj, bygningsudformning, drift og vedligeholdelse.

Sundhedseffekter, fysiske

Tidsindstillet afbryder på udendørs tyverialarm (20 min.), og tilknyttet sikkerhedspersonel, der skal tage sig af alarmen når der ingen er i bygningen.

Planlagt rengøring af belysningsarmaturer og udskiftning af lyskilder.

Sundhedseffekter, psykiske

Ikke behandlet.

Ydre miljø

Effekter i det ydre miljø, globale belastninger

Under overskriften CO₂-emissioner findes de punkter som her er behandlet under energiråstoffer.

Nedbrydning af ozonlaget har følgende punkter:

- Regelmæssig lækage-inspektion eller ingen air conditioning
- Minimering af unødvendigt halon-udslip eller ingen halon-baseret brandsikring.

Effekter i det ydre miljø, regionale belastninger

Ikke behandlet.

Effekter i det ydre miljø, lokale belastninger

Ikke behandlet.

BREEAM bruges

5.1.2 Vurdering af BREEAM

Det er vigtigt at konstatere, at BREEAM er i brug og hidtil har været anvendt i forbindelse med projekteringen af mange bygninger, især kontorbygninger, hvor en betragtelig del af nybyggeriet har været underkastet en BREEAM-vurdering. Der har altså været interesse for en sådan ordning, og de ressourcekrav der stilles til brugen af den er altså akcepteret af brugerne, som direkte betaler for den eksterne vurdering. BREEAM har især været brugt af developpere ved markedsføringen af især nye kontorbyggerier.

Det er derfor af stor interesse at vurdere BREEAM i forhold til intentionerne med rammesystemet, fordi den engelske ordning tydeliggør, hvad der nu anvendes i praksis i England.

I det følgende er BREEAM kort vurderet i forhold til de mål, der nu er opstillet for rammesystemet.

Samlet vurdering

Rammesystemet skal kunne anvendes til at foretage en samlet miljøvurdering af en bygning, herunder af bygge- og ombygningsprojekter.

Dette er også målet med BREEAM, men det fremgår tydeligt af listen over udvalgte miljøtemaer, at disse dels inbefatter centrale effekter som drivhuseffekten og nedbrydelsen af ozonlaget dels inbefatter effekter som mere har karakter af projekteringsvejledning, fx når der gives "credits" for etableringen af særlige faciliteter for opmagasinerings af papir til genbrug, for cyklister og for rygning. En projekteringsvejledning som også gælder fx aircondition, vind- og skyggeforhold omkring bygningen og valg af byggegrund.

Når man så efterfølgende vægter de enkelte temaer med et antal credits og sammevejer disse, er det svært at se, at "summen" skulle være et udtryk for en vægтет, samlet repræsentativ miljøvurdering. BREEAM er selv utilfreds med det nu anvendte vægtningsssystem og arbejder på at udvikle et bedre. Når der overhovedet anvendes en sammenvejning, er det efter et stærkt ønske fra brugerne af systemet.

Livscyklusvurdering

Vurderingen skal gælde alle de væsentligste miljøtemaer. De anvendte vurderingsmetoder skal være alment anerkendte, og skal i videst muligt omfang gælde effekterne og følge principperne for livscyklusvurdering.

Som ovenfor nævnt, og som det også fremgår af beskrivelsen, har det - ikke endnu - været hensigten med BREEAM at udvælge miljøforhold udfra en strukturering og prioritering af en række af de vigtigste miljøeffekter fx de i rammesystemet anvendte hoved- og undergrupper. Hensigten har snarere været at udpege et antal aktuelle og alment anerkendte miljømæssige indsatsområder.

De anvendte vurderingsmetoder er drøftet med eksperter på de enkelte områder under hensyntagen til at de skulle være let anvendelige i praksis. De anvendte metoder har derfor en meget forskellig karakter, som også udspringer af de valgte miljøforholds meget forskellige formulering.

BREEAM vurderer nu i hovedsagen belastninger knyttet til brugen af bygningen, men ønsker på længere sigt at udvide vurderingen til hele livsforløbet, bl.a. er der stor interesse for at inddrage energiforbruget til materialefremstilling, som SBI nu arbejder med.

Anerkendte metoder

Vurderingen skal forenkles og kvalitetssikres ved i videst muligt omfang at benytte sig af allerede foreliggende anerkendte datakilder, opgørelses- og vurderingsmetoder.

BREEAM har endnu ikke taget fat herom, måske fordi der ikke var ret mange andre metoder og systemer at knytte an til, da BREEAM blev udviklet. Heri ligger formentlig også en af grundene til, at mange af de anvendte vurderingsmetoder er meget enkle, fx blot en konstatation af om visse - nye - tekniske virkemidler er taget i anvendelse i det betragtede byggeri.

BRE står selv inde for alle de anvendte principper og metoder, men benytter sig af en række kontakter til eksperter på de enkelte områder, og BRE lægger megen vægt på at brugerne af systemet medvirker ved udviklingen af de enkelte ordninger. Erfaringen er, at inddrages branchen ikke så bliver ordningen heller ikke brugt.

Rådgiveren vurderer

Miljøvurderingen skal kunne foretages af den projekterende inden for de ressourcerammer, der vil kunne stilles til rådighed ved projektering af nybyggeri. Dette indebærer bl.a., at data i vid udsrækning skal forefindes i projekt materialet, i byggevaredeklarationer mm.

Ved brugen af BREEAM foretages vurderingen af en uafhængig person, som er godkendt af BRE, men fordi kriterierne og vurderingsmetoderne er alment kendt, benyttes disse i vid udstrækning direkte af de projekterende.

Derimod har kravet om, at vurderingen alene skal bygge på foreliggende projektoplysninger, været essentielt for BREEAM. Det er i den forbindelse vigtigt for rammesystemet, at få en belysning af, om det er muligt at gennemføre en mere dybtgående miljøvurdering, uden at sprænge rammerne for det ressourceforbrug, der normalt kan stilles til rådighed herfor. Altså bl.a. om nye beregningsmetoder for totalenergiopgørelse mm kan medvirke til en mere dybtgående miljøvurdering.

Opsummering

BREEAM kan måske bedst opfattes som en - i praksis - velfungerende 1. generations model for samlede miljøvurderinger af byggeprojekter og bygninger og er dermed et godt udgangs- og sammenligningspunkt for nye ordninger på området. Også BRE arbejder løbende med at revidere og udbygge ordningen, bl.a. i retningen af at foretage mere kvantitativt betonedede vurderinger.

5.2 "European Network of Building Research Institutes"

Samarbejdet i "European Network of Building Research Institutes"

SBI er medlem af en ENBRI-arbejdsgruppe vedrørende miljøemner. Deltagerne i gruppen, som har afholdt ni møder siden 1991, er følgende:

BRE (England), CSTB (Frankrig), ICITE (Italien), NBI (Norge), SIB (Sverige), TNO (Holland), VTT (Finland), CSTC (Belgien), EVE/-CADEM (Spanien), SBI (Danmark).

Arbejdsgruppen gennemfører bl. a. følgende aktiviteter:

- på gruppemøderne gives en gensidig orientering om planlagte og gennemførte tiltag inden for miljøområdet i de enkelte lande
- der planlægges og afholdes workshops inden for emner af særlig interesse
- der er planlagt et egentligt projektsamarbejde på grundlag af ansøgte EF-midler.

På det seneste møde i arbejdsgruppen den 11. oktober 1993 i Finland rapporteredes følgende fra medlemslandene:

UK PB said that over 40 assessments had been undertaken under the updated BREEAM/New offices Scheme. The version for existing Offices had started slowly but around 15 assessments had now been started. Companies that would be licensed to assess their own buildings were now being trained. This included a number of major banks and insurance companies. The new version for industrial warehousing buildings would be launched by the Minister for the Environment in November and could be circulated then to members. BRE had put proposals for Government funding for new BREEAM schemes for schools, hotels and leisure buildings. They had also bid for support for the development of a "toolkit" to help firms develop an environmental management system for their buildings.

SPAIN The energy certificate has been maintained but demand has been weak. A system had now been developed for non-domestic buildings. Summaries and certificates would be circulated. A computer interface for environmental assessment had been developed and the method would be finished in December. It would be circulated to members. A review of energy consumption in non-domestic buildings had been started for the Government. This would involve extensive working. 27 million pesetas had been budgeted.

FRANCE A demonstration project for "green" dwellings had been agreed by the Ministry of Buildings. This would be selected from builders' proposals, built and maintained.

An OPET seminar had been held in Nice in September and was successful with about 100 delegates. This had been a first opportunity for debate amongst different laboratories and building professionals. It was necessary to have field testing and appraisal of environmental assessment. A good quality data base was needed.

ITALY On new developments had been produced. There had been a delay in funding. Results on indoor air quality expert system were now expected in February and would be reported to the following workshop.

DENMARK A project was being undertaken for the Danish National Environment Agency for a framework of building assessment. This would include analyses of BREEAM and a Danish scheme would be produced as a result. It was intended to use the LCA approach as far as possible.

FINLAND The project on the environmental effects of building methods would be completed, in Finish, in the autumn. Some simple materials, (cement, timber, mineral insulation, polystyrene insulation). An inventory had been undertaken but was incomplete. Three other projects were being undertaken covering timber, concrete and the environmental assessment of buildings.

BELGIUM A study on waste production during construction would be started next year. The programme for evidence of asbestos risk would be started soon and KdeC would report accordingly.

NORWAY The life cycle account project was continuing. It would cover cement, concrete, steel, aluminium, mineral wool, PU, PS and cellulose aggregate, bricks and light aggregate. Data would continue to be collected. 5 buildings were being assessed with different construction methods and materials. At the end of the year a project to look at the adoption of BREEAM to Norwegian conditions would be undertaken.

SWEDEN The final organisation was yet settled. A network on environmental assessment at the Stockholm Technical University. In April a seminar on ecocycled would be held.

NETHERLANDS There was nothing new on environmental assessment to report. A law to require only licensed organisations to remove or assess the presence of asbestos was being introduced. A Government initiative to develop an integrated environmental management system for buildings to ensure the passing on of data had been started. It would be based on ISO 9000. TNO hoped to be involved. TNO was working with the Real Estate Norm to match occupiers' needs continued but the environmental aspects lagged behind.

Workshops

Den 12. oktober 1993 afholdtes en workshop om livscyklusvurderinger i Finland. Workshop'en havde til formål at give en oversigt over eksisterende metoder til vurdering af bygningers og byggevarers miljøpåvirkninger, samt at give et overblik over igangværende projekter og samarbejdsmuligheder.

Der var indlæg fra Finland, Frankrig, Danmark, Holland, Italien, Sverige og England.

Det danske indlæg fremlagde SBI's forslag til "Et rammesystem for miljøvurderinger af byggeri". Der var interesse for arbejdet, men de konkrete kommentarer gik på betæneligheder ved dets omfang (se nedenstående resume af workshop'en). Ud over Danmark talte kun englænderne om miljøvurdering af en hel bygning i form af en videreudvikling af BREEAM-ordningen. De øvrige lande holdt sig til bygningsdele eller andre mindre komplicerede produkter.

Efter indlæg og diskussioner resumerede gruppens formand, Roger Baldwin fra BRE bl.a. at det er meget kompliceret at gennemføre en fuldstændig livscyklusvurdering af en bygningsdel, og endnu mere af en hel bygning, og at det er nødvendigt at forenkle vurderingen bl.a. under hensyntagen til hvad der er behov for og hvad markedet er indstillet på at betale.

Egentligt projektsamarbejde

Arbejdsgruppen ansøgte i 1992 EF om midler til et projekt vedrørende "Udvikling af en metode til miljøvurdering af byggematerialer og

komponenter." Projektet er nu principielt godkendt af EF, dog med et reduceret tilskud i forhold til det ansøgte, og det er planlagt til start den 1. april 1994. Hver af de seks deltagende parter får et EF tilskud på 30.750 ECU og skal selv betale et tilsvarende beløb. EFTA landene Norge, Sverige og Finland deltager for egne midler.

Projektet har til formål at udvikle en metode, anvendelig i hele Europa, til vurdering af de væsentligste miljøbelastninger fra byggematerialer og komponenter.

Danmark skal med støtte fra Norge stå for den del af projektet, der vedrører udvinding af råmaterialer og produktion af byggevarer. Som "Industrial endorsers" af projektet har SBI truffet aftale med Rockwool og Aalborg Portland.

5.3 Nordisk samarbejde

Inden for det nordiske byggeforskningssamarbejde har SBI været initiativtager til et projekt vedr. miljødata for byggevarer. Projektet har til formål:

- at udarbejde retningslinier for indsamling, bearbejdning og anvendelse af miljødata for byggevarer
- at fastlægge hvilke byggevarer, der skal indsamles data for, samt hvilke data, der skal indsamles for de enkelte byggevarer
- at indsamle data for byggevarer, herunder aftale om arbejdsdeling vedrørende indsamlingen
- at diskutere projekter, hvor data anvendes, fx i forbindelse med livscyklusanalyser af bygninger, bygningsdele mv.

Projektet tager udgangspunkt i flere igangværende projekter i de nordiske lande. Det er påbegyndt i september 1993 og har følgende deltagere: Norges Tekniske Høgskole, Norges Byggeforskningsinstitut, Chalmers Tekniska Högskole i Sverige, VTT i Finland og SBI i Danmark.

Projektet omfatter konkrete arbejdsopgaver i form af notater og oplæg, som afsluttende samles til en rapport. Tidsrammen er ca. 3 år med 4-5 møder pr. år til udveksling af erfaringer og diskussioner af oplæg. I arbejdet indgår én eller flere workshops, hvor bl.a. byggevarereproducenter, som har leveret data, inviteres til at deltage.

Projektet finansieres i første omgang af de deltagende institutter, men der søges om nordiske midler til arbejdet.

6 Seminar

6.1 Indledning

Formål

Formålet med seminaret var at diskutere forslaget til rammesystem med en række bygherrer, projekterende og forskere. Debatten skulle både vedrøre behovet, videngrundlaget og mulighederne for at udvikle et rammesystem for miljøvurdering af bygninger. Herudover skulle diskussionen belyse relationerne til andre igangværende miljøindsatser indenfor byggeriet.

Indlæggene og drøftelserne på seminarer levede fuldt ud op til formålet. Der fremkom således mange centrale spørgsmål og forslag, hvoraf flere bør indgå i den fortsatte udvikling af rammesystemet. Det blev især fremhævet, at holdningerne og den indledende indsats er meget vigtige for de resultater der opnås under projekteringen, og at der er behov for gode vejledninger og checklister herfor.

Forslag

For rammesystemet blev der især peget på:

- at brugen og udformningen heraf skal knyttes tæt til miljøindsatserne under projekteringen, og især til miljøkravene i byggeprogrammet,
- at vurderingen også bør omfatte udearealerne knyttet til bygningen, og at også affaldshåndteringen i brugsfasen bør overvejes medtaget,
- at det bør undersøges i hvilket omfang de lokale forudsætninger spiller en rolle for vurderingen, og hvilken rolle kommunen spiller,
- at vurderingen bør omfatte alle væsentlige miljøforhold, bl.a. bør vurderingen af indeklimaet være bredere end nu forslået, og
- at databehovet og mulighederne for at inddrage mere kvalitative vurderinger, bl.a. brug af checklister, bør overvejes.

Hovedspørgsmål

Forud for seminaret var der udsendt en kort beskrivelse af hovedintentionerne med rammesystemet, et udkast til rapport og nogle hovedspørgsmål hertil. I det følgende er de udsendte hovedspørgsmål kort begrundet og besvaret på baggrund af drøftelserne på seminaret.

Hvad skal vurderes ?

Miljøvurderingen foreslås at omfatte hele bygningens og alle dens bestanddeles livsforløb fra indvinding af råstoffer til bortskaffelse af bygningsaffald efter nedrivning. Vurderingen gælder altså ikke kun opførelsen, driften og nedrivningen af bygningen. Vurderingen foreslås **ikke** at omfatte:

- Lokalplanmæssige forhold, medmindre de i væsentlig grad påvirkes af projekteringen.
- Inventar og friarealer.
- Brugs-mæssige aktiviteter som ikke i væsentlig grad er knyttet til bygningen, fx håndtering af husholdningsaffald og vurdering af fx produktionsprocesser i bygningen.

Friarealer og husholdningsaffald	Flere foreslog at rammesystemet også indbefattede friarealer og håndtering af husholdningsaffald. Friarealerne planlægges og udformes i sammenhæng med bygningen og bør derfor inddrages, især hvis det kan påvises at der knytter sig væsentlige miljøeffekter hertil. Affaldshåndteringen er i væsentlig grad afhængig af lokale affaldsordninger og affaldsmængderne påvirkes næppe i væsentlig grad af bygningsudformningen. Men mulighederne for at separere affaldet og for at kompostere det lokalt kan dog også afhænge af bygningens og friarealernes udformning.
Infrastruktur	Herudover blev sammenhængen med andre lokale forsynings- og bortskaffelsessystemer og muligheder nævnt. Der bør bl.a. derfor foretages en nøjere vurdering af sammenhængen mellem miljøindsatsen vedr. projekteringen og kommunernes miljøindsats, som bl.a. kommer til udtryk i lokalplanerne, en sammenhæng som også må afspejle sig i rammesystemet, eller i brugen heraf.
	<p><i>Hvilke miljøeffekter skal vurderes ?</i></p> <p>Miljøvurderingen foreslås at omfatte en række vigtige miljøeffekter indenfor ressourcetab, sundhedseffekter- og effekter i det ydre miljø hvortil byggeriet bidrager i væsentlig grad. Herudover må det nøjere vurderes, om de øvrige miljøforhold, som indgår i BREEAM og andre vejledninger og ordninger vedr. byggeriets miljøbelastninger, bør give anledning til udbygning af listen over miljøeffekter. Bl.a. er der i Miljørigtig projektering (1994) peget på, at selve bygningens tilstedeværelse i miljøet kan give anledning til påvirkninger heraf, altså til særlige effekter.</p>
Målbarhed og helheds-vurdering	Seminardeltagerne pegede især på faren ved kun at medtage effekter, som nu kunne måles og vejes og ved alene at vurdere fx slimhindeirritation i indeklimaet fremfor at foretage en helhedsvurdering af indeklimaet. Vedr. det sidste blev der svaret, at der netop på indeklimaområdet burde kunne laves nogle bredere helhedsvurderinger. Det er vigtigt i videst muligt omfang at inddrage alle væsentlige effekter, evt. også selv om dette vil involvere brugen af mere kvalitativt prægede effektmål. Der bør ikke kunne spekuleres i suboptimering ved kun at iagttage nogle få udvalgte miljøeffekter.
Sammenhæng med projekteringen	Herudover blev det af flere fremholdt som et centralt mål for rammesystemet, at de iagttagne miljøeffekter bør hænge nøje sammen med de prioriteringer og miljømål der indgår i byggeprojekternes miljøprogrammer, og med de virkemidler som anvendes under projekteringen. Således at rammesystemet kan anvendes til at vurdere i hvilket omfang disse prioriteringer og mål er fulgt i det efterfølgende projekteringsarbejde. Det blev påstået at nogle af byggeprojekters miljøbelastninger i væsentlig grad afhænger af de lokale omstændigheder, fx er det ikke vigtigt at spare på vandet i alle egne af Danmark.
Overordnede miljømålsætninger	Der blev desuden stillet spørgsmål til Boligministeriet om hvilke miljømål ministeriet sigter mod at nå. Der blev svaret at Boligministeriet i hovedsagen søger at efterleve andre ministeriers handlingsplaner. Boligministeriet har ikke (endnu) formuleret konkrete

mål som fx i Energi 2000, selvom der for øjeblikket arbejdes med at udforme en økologisk handlingsplan. Også disse bør iagttages i det videre arbejde med rammesystemet, bl.a. ved valget af referencebygninger, se afsnit 4.4.

Hvilke miljøparametre skal registreres og opgøres ?

Forslaget indebærer at de parametre, der skal iagttages, refererer direkte til de valgte miljøeffekter. Dette indebærer at parametrene primært omfatter en række vigtige input og output (miljørelationer) knyttet til livsforløbet for bygningen og dens bestanddele. Miljørelationerne omfatter bl.a. råstofforbrug, vandforbrug, emissioner og affald til deponering.

Andre parametre?

Seminaret gav ikke anledning til en dybtgående diskussion af hvilke parametre der skal opgøres og vurderes udover de parametre som blev nævnt i indlæggene om vurdering af arbejdsmiljø og økotosisitet, se afsnit 6.3. Det videre arbejde må vise i hvilken udstrækning, der generelt bør iagttages andre forhold end de typer af parametre, som forprojektet især har koncentreret sig om.

Hvordan skal parametrene registreres og opgøres ?

Det foreslås, at de udpegede miljøparametre i videst muligt omfang opgøres for hele livsforløbet. Og forslaget bygger i væsentlig grad på, at der nu eller senere vil foreligge en række datakilder og værktøjer som kan støtte en sådan opgørelse. Fx kan der peges på følgende datakilder og opgørelsesværktøjer, som nu er under udvikling:

- EF's miljømærkningsordning som også omfatter en række byggevarer, snart fx isoleringsmaterialer til isolering af ydervægge, (dk-Teknik, 1993).
- DTI's arbejde med at udvikle modeller for miljøinformation for byggevarer; (Miljøinformation om byggevarer, 1994).
- Det nu foreliggende oplæg til indeklimamærkning af byggevarer (Wolkoff, P. og Peter A. Nielsen, 1993).
- SBI's model for opgørelsen af en bygnings totalenergiforbrug og af de hertil knyttede emissioner, en model som formentlig kan udvides til også at omfatte visse andre parametre (SBI-rapport, 1993).

I det omfang der ikke foreligger specifikke data og opgørelsesmetoder herfor, må det overvejes om der i stedet kan anvendes tilgængelige generelle data.

DTI's arbejde med byggevarerinformation og SBI's arbejde med totalenergiopgørelse blev kort omtalt under session 3. Herudover blev datakilder og opgørelsesmetoder ikke diskuteret.

Det er vigtigt at fremhæve, at opgørelsen også nødvendiggør en opgørelse af en række bygningsdata, gerne med udgangspunkt i de data, som allerede nu er til stede under projekteringen. Der lægges op til at bygningsdata i væsentlig grad knyttes til de enkelte bygningsdele efter SIB-systemet.

Checkliste

Brugen af BREEAM indebærer, som det fremgår af det foregående, en enklere form for opgørelse, fordi vurderingen i væsentlig grad bygger på en konstatering af om en række miljømæssige virkemidler

er anvendt eller ej. Hvilket kan ses i sammenhæng med udsagn på seminaret om at projekteringen og den efterfølgende dokumentation bør kunne baseres på anvendelsen af checklister.

Hvordan skal miljøeffekterne vurderes ?

Det foreslås at vurderingen i videst muligt omfang har karakter af - evt. forenkede - effektvurderinger, som meget gerne må være i overensstemmelse med de metoder, der nu er under udvikling til brug for livscyklusvurderinger. Der sigtes i første omgang mod at angive et kvantitativt mål for størrelsen af de enkelte effekter. Vurderingen skal i videst muligt omfang være objektiv, bl.a. fordi den bør kunne foretages af den projekterende selv.

Flere deltagere stillede spørgsmål ved, om det var realistisk at sigte mod at kunne foretage miljøvurderinger i form af livscyklusvurdering af hele bygninger, bl.a. i betragtning af de problemer der har knyttet sig til gennemførelsen af selv meget enkle industriprodukter. Medfører dette at der kun medtages de miljøeffekter, for hvilke dette kan lade sig gøre og for hvilke der nu foreligger de nødvendige data, kan miljøvurderingen risikere at begrænse sig til meget få miljøeffekter.

Forenkede vurderingsmetoder

Der blev svaret, at målet for den videre udvikling af rammesystemet er at udvikle en første praktisk anvendelig version, som dækker det bredest mulige spekter af væsentlige miljøeffekter. Dette kan indebære at der for nogle miljøeffekter må vælges stærkt forenkede vurderingsmetoder.

Hvordan skal resultaterne præsenteres ?

Det foreslås at de ovenfor nævnte kvantitative mål for de enkelte miljøeffekter opgives pr. m² pr. år og at målene sammenlignes med tilsvarende mål for referencebygninger, således at der kan optegnes en miljøprofil, se afsnit 4.4. Derimod sigtes der ikke mod at anvende pointtal eller en samlet evaluering af miljøprofilen. Det overlades til bygherren og de projekterende.

Ikke pointtal

Der var tilslutning til at rammesystemet ikke sigter mod at anvende pointtal eller en samlet evaluering. Når dette gøres i BREEAM skyldes det pres fra brugerne af systemet, som i væsentlig grad er developpere, som anvender miljømærkninger til markedsføringen af især nybyggede kontorbygninger.

Sessioner

Seminarprogram

Med udgangspunkt i hovedmålene for seminaret, var dette opdelt i 4 sessioner, se afsnit 6.5. Programmets hovedpunkter er:

1. BEHOV og MÅL for udarbejdelsen af et rammesystem for miljøvurdering af byggeri
2. VIDENGRUNDLAG for miljøvurdering af byggeri
3. MULIGHEDER for udarbejdelsen af et rammesystem for miljøvurdering af bygninger

4. VIDERE indsats

I det følgende vil indlæggene og diskussionerne i session 1, 2 og 3 kort blive refereret. Session 4 vil ikke blive refereret, fordi denne primært indeholdt SBI-indlæg om det videre arbejde, samt en omtale af forprojektet om "Miljørigtig projektering" som nu er afrapporteret, se Miljørigtig projektering (1994), Miljøanalysemodel for byggeri (1994) og Miljøinformation om byggevarer (1994).

6.2 Behov og mål

Udgangspunktet for udviklingen af rammesystemet har været en tro på at der fremover vil være et behov herfor såvel hos bygherrer som hos projekterende. Når bygherrer i øget omfang stiller programkrav om større hensyntagen til de ressource-tab, sundhedseffekter og effekter i det ydre miljø, som er forbundet med byggeriet, bør disse effekter kunne opgøres og vurderes i relation til programkravene og til et referenceprojekt. Og værktøjet hertil bør tillige kunne anvendes under projekteringen til at vurdere alternative løsninger.

Vigtige faser i projekteringen

Flere deltagere på seminaret fremhævede at indsatsen i de tidlige faser af projekteringen er de væsentligste, altså kortlægningen, programskrivningen og forslagsstillelsen. Det er derfor vigtigt at rammesystemet også kan bruges i disse faser, se afsnit 2.2. Dette kan formentlig primært ske ved at programskrivningen bl.a. tager udgangspunkt i rammesystemets miljøeffekter og dets effektmål for referencebygninger. I samme forbindelse blev det tillige fremhævet at holdningen er meget væsentlig, en holdning som bl.a. kan give sig udtryk i at også rådgivende firmaer etablerer en miljøpolitik, som fx kan referere til DS/INFO 75 om miljøledelse. Det er i det mindste et af de store rådgivende ingeniørfirmaer nu i gang med.

6.2.1 Diskussionsindlæg

I det følgende vil nogle af diskussionsindlæggene blive kort refereret uden at der dog er forsøgt gengivet en bare nogenlunde fuldstændig referat af de mange indlæg og diskussioner. Klaus Hansens indledende indlæg gengav de hensigtserklæringer, som er beskrevet i kapitel 1 og afsnit 3.2.1.

Styrelsernes indsats

Jette Skårup fortalte kort om Miljøstyrelsens støtte til en række væsentlige projekter på bygge- og anlægsområdet og nævnte især projektet "Miljørigtig projektering", som især forestås af FRI, PAR, DTI og SBI. Bente Hammer fortalte tilsvarende om Bygge- og Boligstyrelsens indsatser på området, bl.a. har styrelsen medvirket til iværksættelsen af en lang række udviklingsbyggerier på området, såvel i tilknytning til nybyggeri, som til byfornyelse.

Holdninger og tidlig indsats

Max Kjellerup mente at, de rådgivendes holdninger er meget vigtige, og at det er i programfasen, at de overordnede rammer for miljøindsatsen bliver fastlagt, programfasen er derfor den vigtigste. Rammesystemet kan så sidenhen bruges til at dokumentere rigtigheden og

konsekvenserne af de opstillede mål. Han fremhævede iøvrigt, at der fra starten skal være et meget tæt samarbejde mellem arkitekt og ingeniør for at nå et godt resultat, dette gælder for nybyggeri og især for byfornyelse.

Sammenhæng mellem mål og dokumentation

Susse Lausten fortalte kort om Globorama-huset i Herning og fremhævede, at der må skabes en sammenhæng mellem de mål der opstilles i miljøprogrammet og rammesystemets dokumentation af de opnåede resultater. Miljøprogrammet bør præges såvel af bygherrens ideer og krav, af de involverede miljøspecialister og af de projekterende. Hun talte iøvrigt for i videst muligt omfang at inddrage helhedsmæssige vurderinger af hele bygningen, fx på indeklimaområdet.

Dokumentation

Merete Schmidt fortalte, at NOVO især har interesseret sig for byggematerialernes mulige påvirkning af NOVO's produkter og har været stillet over for massive dokumentationskrav herom i USA, samt at NOVO også mere generelt er interesseret i at fremtræde som en grøn virksomhed og dermed i at reducere de miljøbelastninger, der knytter sig til virksomhedens byggerier.

Udearealer og styring

Niels Arne Jensen plæderede for, at også udearealerne medtages i vurderingen, og var glad for, at der ikke blev satset på anvendelsen af pointsystemer. Han opfordrede også til at overveje inddragelsen af bygherrens og den projekterendes miljømæssige holdninger og miljøstyring.

Nye materialer

Søren Schächter talte dels om de mange nye materialer, hvis miljømæssige konsekvenser det kan være svært at vurdere og overskue, dels om at især arkitekterne har brug for enkle opslagsværker til støtte for programmeringen og forslagsstillelsen.

Kommunernes rolle ?

Helene Hjort Knudsen spurgte om hvilken rolle kommunen spillede i relation til rammesystemet. Kommunerne har nu meget store opgaver, især på byfornyelsesområdet. Også andre pegede på behovet for at vurdere sammenhængen med kommunernes miljøindsats og forsyningspolitik.

Affaldshåndtering

Endelig nævnte flere, at også håndteringen af husholdningsaffaldet bør medtages i rammesystemet. Max Kjellerup nævnte at skaktløsninger burde undgås, og at der bør sikres plads og mulighed for containere og kompostering.

6.3 Videngrundlaget

Hanne Krogh gennemgik de væsentligste miljøeffekter for byggeri samt hvorledes disse foreslås opgjort og vurderet i rammesystemet.

Metodeudvikling

I øjeblikket foregår der en udvikling af metoder til opgørelse og vurdering i livscyklusvurderinger af produkter. Dette sker i projektet Udvikling af Miljøvenlige Industri Produkter (UMIP) med Institut for Produktudvikling som projektleder og med Institut for Arbejdsmiljø

og Laboratoriet for Økologi og Miljølære som projektdeltagere. Livscyklusvurderinger skal her bruges ved produktudvikling d. v. s. meget tidlig i produktets livsforløb. Projektet udføres i tæt samarbejde med produktudviklere på 5 store danske industrivirksomheder. Projektet består dels i en udvikling af værktøjer og dels af metoder til vurdering af konkrete fremtidige produkter i forhold til nuværende produkter, de såkaldte referenceprodukter.

På seminaret fortalte Elizabeth Rasmussen om vurderingsmetoder for sundhedseffekter i arbejdsmiljø og Michael Hauschild om vurderingsmetoder for effekter i det ydre miljø med lokal udbredelse som fx. effekten af miljøfarlige stoffer. Metodeudviklingen i dette projekt vil blive beskrevet i et miljøprojekt fra Miljøstyrelsen i foråret 1994, de enkelte effekter i det ydre miljø vil blive beskrevet i arbejdsrapporter fra Miljøstyrelsen. Princippet i vurderingen af arbejdsmiljø er beskrevet i Broberg et al (1993).

6.3.1 Metoder til vurdering af arbejdsmiljø i UMIP-projektet

Elizabeth Rasmussen fortalte om, hvorledes arbejdsmiljø vurderes i UMIP-projektet. I dette projekt tages der udgangspunkt i typen af påvirkninger, da flere påvirkninger kan føre til samme effekt fx. kan kræft skyldes eksponering for kemiske stoffer men også andre forhold i arbejdsmiljøet kan medvirke hertil. Det er således den samlede påvirkning, der fører til effekten, se figur 23.

Type af påvirkning

Type af påvirkning	Effekter	Kriterier for opgørelse
Kemisk	Kræft Reproduktionsskader Allergi Nervesystemskader	Tilstede ved processen eller der er eksponeringsrisiko
Støj	Høreskader	over 80 dB(A)
Ensidigt gentaget arbejde	Skader på bevægeapparatet	Arbejdscyklus på mere end 4 gang i minuttet samtidig med ubekvemme eller låste stillinger
Ulykkesrisiko	Ulykker	Ulykker med mere en 1 dags fravær

Figur 23. Typer af påvirkninger, effekter og kriterier for, hvornår en påvirkning skal opgøres.

De nævnte påvirkninger er valgt ud fra, hvilke påvirkninger der generelt er væsentlige i Danmark. Dette er dokumenteret i publikationer fra Arbejdstilsynet som branchebilleder (se Bygge og anlæg, 1993). I en vurdering af risikoen for effekt indgår arten af eksponering og tiden for eksponering. For nye produkter er der ingen målinger af eksponeringen, denne må derfor vurderes ud fra litteraturen. Et groft mål for eksponeringen er arbejdstiden ved den pågældende proces.

Mål for eksponering

Påvirkningstid

Disse tider kan estimeres, men der ses ved denne opgørelse bort fra hvilket niveau eksponeringen har og om flere påvirkninger spiller sammen. Resultatet for opgørelsen bliver påvirkningstid pr produkt for forskellige typer påvirkninger som:

- Kemisk
- Støj over 80 Db(A)
- Ensidedt gentaget arbejde

Resultatet kan afbildes i en miljøprofil. Opgørelsen kan sættes forhold til et samlet antal belastningstimer i Danmark, dvs en normalisering. Vurderingen kan så ske ved at sætte dette tal i forhold til antal anmeldte arbejdslidelser. De enkelte effekter kan efter en vægtning sammenlægges til et arbejdsmiljøtal. Denne vurderingsmetode er ikke endelig færdigbearbejdet.

6.3.2 Vurdering af miljøfarlige stoffer i UMIP-projektet

Michael Hauschild fortalte om, hvorledes miljøfarlige stoffer vurderes i UMIP-projektet. Til forskel fra andre effekter i det ydre miljø er der ingen generelt accepteret metode til vurdering af miljøfarlige stoffer. Metoderne er under udvikling.

Der er tale om effekter af stoffer, der har en lokal og i visse tilfælde en regional udbredelse og der er tale om mange forskellige stoffer. Stofferne er karakteriseret ved at være giftig eventuelt i kombination med manglende bionedbrydelig og med mulighed for en akkumulering i økosystemerne. Giftigheden kan give enten en akut eller kronisk effekt og giftigheden kan være af vidt forskellig art.

Screening

Da der er tale om mange forskellige stoffer, er det nødvendigt at lave en screening inden der indhentes kvalitetssikrede data for stofferne. En sådan screening kan tage udgangspunkt i liste I og liste II for miljøfarlige stoffer (Rådets direktiv, 1976). Screeningen kan bestå i en simpel registrering af stofferne og deres emission. Der kan dog udelades stoffer, der har en meget lille emission, under en vis grænse (bagatelgrænse). Resultatet kan være en samlet vægt af stoffer på liste I og liste II. Der er ikke taget hensyn til forskel i giftighed ved denne screening.

På baggrund af screening foretages en kvantitativ opgørelse efterfulgt af en vurdering. Vurderingen baserer sig på oplysninger om den emitterede mængde af stoffet pr produkt og en vurdering af dets toksicitet.

Toksiciteten fastlægges ud fra data om stoffet og omregnes til No Effect Concentration NEC for det konkrete miljø, her jord-, luft- og vandmiljø.

Toks. ækv.

Toksicitetsækvivalenter beregnes ved:

$$\text{Toks. ækv.} = Q/\text{NEC}$$

Enheden for toksicitetsækvivalenter bliver således et volumen d. v. s. det volumen, der skal fortyndes med for at opnå en koncentration i miljøet, der ikke giver effekt. Disse toksicitetsækvivalenter kan summeres for alle stoffer, og der fås et samlet antal toksicitetsækvivalenter for jord-, vand- og luftmiljø. Tok-

sicitiesækvivalenterne kan indgå i miljøprofilen på samme måde som ækvivalenter for andre effekter i det ydre miljø.

Ved bestemmelse af ækvivalenterne er der ikke foretaget en vurdering af, om der overhovedet sker en eksponering. Vurderingen er ikke gjort afhængig af de lokale forhold.

6.3.3 Diskussion

Generelt var der en holdning til at medtage alle væsentlige effekter, selvom der i øjeblikket ikke var data for alle fx. må arbejdsmiljø ved brydning af mineraler medtages, hvis denne medfører væsentlige sundhedseffekter. Arbejdsmiljø bør medtages både under materialefremstilling, opførelse, drift, vedligehold og renovering. I arbejdsmiljøet for byggeri er støv en væsentlig påvirkning, og der bør i rammesystemet medtages ulykker under arbejdsmiljø.

Der blev diskuteret, om der for miljøfarlige stoffer skal indgå en vurdering af niveau og tid for eksponering af stoffer i et konkret økosystem. Michael Hauschild rådede til at starte med en screening af stofferne ved brug af lettilgængelige data og skønne, hvor der ingen data er. Efter screeningen kan der at fremskaffes kvalitets sikrede data for udvalgte stoffer til den videre vurdering.

6.4 Mulighederne

Den videre udvikling af rammesystemet vil formentlig tydeliggøre i hvilken udstrækning, det på kortere sigt vil være muligt at foretage en samlet miljøvurdering efter de krav og principper, der er beskrevet i kapitel 3 og 4. BREEAM peger på en lidt anden og mere pragmatisk mulighed for en samlet vurdering af et byggeprojekts "miljørigtighed", bl.a. fordi metoden har karakter af en mærkningsordning. Denne er foreløbig udviklet til brug for et begrænset antal bygningskategorier, se kapitel 5.

Helhedsvurdering og sammenhæng med projekteringen

Seminaret pegede som tidligere nævnt især på, at rammesystemet bør sigte mod en helhedsvurdering og ikke alene koncentrere sig om nogle få målbare miljøeffekter, og mod at elementerne i rammesystemet tydeligt skal relateres til programskrivningen og arbejdet med forslagsstillelsen under projekteringen. Der blev ikke taget stilling til om systemet også bør inkludere kvalitative vurderinger svarende til dem, som BREEAM i vid udstrækning anvender.

Rammesystemet

6.4.1 Forslaget til rammesystem og den engelske BREEAM-ordning
Jørn Dinesen gennemgik kort hovedelementerne og anvendelsen af det oplæg til rammesystem, som er beskrevet i kapitel 3 og 4, samt SBI's model for opgørelse af totalenergiforbruget.

BREEAM

Klaus Hansen gennemgik kort den engelske BREEAM-ordning for miljømærkning (Report and certificate) af byggeprojekter og bygninger, se afsnit 5.1.

To forskellige modeller

Disse to modeller for miljøvurdering af byggeprojekter repræsenterer i en vis forstand to yderpunkter herfor, en principielt rigtig model, som ikke er færdigudviklet, og en pragmatisk model, som er bragt i anvendelse. Seminaret kommenterede primært SBI's forslag til rammesystem, BREEAM blev ikke diskuteret direkte. Men nogle af forslagene om tilføjelser til rammesystemets liste over miljøeffekter, fx håndteringen af husholdningsaffald, og om mere kvalitativt at vurdere effekter som kan være svære at vurdere kvantitativt, kan ses i sammenhæng med nogle af BREEAMS vurderingskriterier.

Et demonstrationsbyggeri

6.4.2 Diskussionsindlæg

Inden diskussionen gennemgik Jørgen Marcussen og Susse Fischer kort arbejdet med det igangværende demonstrationsprojekt "Miljøvenligt boligbyggeri i Ballerup Kommune", hvor der bredt sigtes mod anvendte gendanvendte materialer og renere teknologi. Det hidtidige arbejde hermed viser, at økonomi, træghed hos producenterne og krav om dokumentation gør det svært at forbedre byggeskikken. Men også at medvirken af entreprenører og interesserede producenter kan medvirke til en positiv udvikling.

Herefter indledtes paneldiskussionen med en række indlæg fra paneldeltagerne. Disse indlæg refereres og kommenteres kort i det efterfølgende. Nogle af kommentarerne er nye og har derfor efterfølgende været forelagt deltagerne i seminaret, de er klart markeret i teksten.

Miljøledelse

Henrik Kærgaard indledte med at sige, at han især arbejdede med miljøledelse bl.a. af byggeprojekter, og at COWIconsult nu er ved at udarbejde sit eget projektorienterede miljøledelsessystem. Han fremhævede, ligesom det blev gjort i 1. session, at der allerede på et meget tidligt stadium af projekteringen også gøres overvejelser om miljøet. I de senere stadier af processen, skal de vigtigste spørgsmål foreligge på forhånd. En kombination af site-vurderinger og en livscyklusvurdering kan bruges til at screene sig ind på de vigtigste spørgsmål.

Langtrækkende beslutninger

Det er også vigtigt at gøre sig klart, at der ofte er tale om langtrækkende beslutninger, og at virkeligheden ser anderledes ud om 5 - 10 år end da man traf beslutningen. Der kan altså spares penge ved at være forudseende, hvorfor det bl.a. er vigtigt at kunne flytte penge fra driftsbudgettet til rådgivnings- og anlægsbudgettet. Energiafgiften kan fx være 3 - 4 gange større end i dag. Det er essensen i miljøledelse og også i miljørigtig projektering.

Undgå for mange data

Så kan man sige, at det er vigtigt med livscyklusvurderinger, men disse er meget komplicerede at gennemføre for et hus. Pas på med for mange data, og sørg for i den tidlige fase at få et overblik over alle væsentlige miljøforhold, gerne beskrevet på en banal kvalitativ måde. Også når man træffer de indledende beslutninger, skal man gøre sig klart, at de ikke kan træffes objektivt, fordi miljøvurdering i den sidste ende altid handler om en indbyrdes prioritering af usammenlignelige miljøbelastninger. I det foreliggende oplæg er der lagt

for megen vægt på livscyklusvurderinger og for lidt vægt på vurderingen af den konkrete lokalitet.

Følg praksis

Pas på med at designe systemet for bastant før vi har flere praktiske erfaringer med, hvordan vi i praksis gennemfører en mere miljørettet projektering. Relater systemet meget tæt til standardiseringen af miljøledelse. Det er tillige meget vigtigt at tydeliggøre om systemet alene kan anvendes til dokumentation, eller om det også kan anvendes til støtte for de indledende overvejelser om miljømæssige mål og prioriteringer. Henrik Kærgaard tror nu mest på, at man i hvert enkelt byggeprojekt primært må tage udgangspunkt i den relevante information for netop dette projekt.

Kommentar

Kommentar: Rammesystemet bør kunne anvendes såvel til støtte for fastlæggelsen af de miljømæssige mål og prioriteringer, som til de efterfølgende overvelser og dokumentationer, se afsnit 2.2. Ved videreførelsen af projektet bør det nøjere vurderes i hvilken grad de lokale og aktuelle omstændigheder påvirker miljøvurderingen. Forslaget til rammesystemet forudsætter, at lokalplanmæssige forhold er afklaret og at anvendelsen af rammesystemet ikke indebærer en prioritering eller værdisætning af de betragtede miljøeffekter. Brugen af rammesystemet vil formentlig indebære, at dokumentationen kan knyttes sammen med miljøprogrammet for byggeriet og at lokale forholds betydning, fx for energiforbrug knyttet til fjernvarmeforsyning kan tydeliggøres.

Standardisering

Kim Christiansen nævnte at han dels deltager i det internationale standardiseringsarbejde, dels deltager i nordisk samarbejde om indledende livscyklusvurderinger, altså om hvordan man laver en sammenlignende vurdering af to produkter med samme funktion ved hjælp af let tilgængelige data. Den videre bearbejdning af rammesystemet bør støtte sig til standardiseringsarbejdet.

Livscyklusvurdering

Miljøvurderinger efter konceptet for livscyklusvurderinger bør være:

- Gennemskuelige, at gøre det objektivt er umuligt.
- Dækkende, alle væsentlige miljøeffekter og faser i livsforløbet skal iagttages.
- Konsistente, vurderingerne skal være fagligt velfunderede.
- Symmetriske - ved sammenlignede vurderinger, begge produkter skal vurderes ligeværdigt i alle henseender.
- Reproducerbare, gentagne vurderinger skal give samme resultat.

Det er desuden nu vigtigt at gøre sig klart, at begrebsapparatet omkring livscyklusvurdering langt fra er færdigt, og at oplæggene fra SETAC ikke er endelige.

Metaller

Metallerne bør vurderes nærmere end i det foreliggende oplæg, især bly bør der ses nærmere på. Og CFC bør fortsat iagttages, bl.a. fordi der fortsat importeres byggevarer hermed.

Kim Christiansen opfordrede til måske i første omgang at satse på udarbejdelsen af checklister og vejledninger, som den projekterende kan støtte sig til, evt. sådan at der må argumenteres, når rådene ikke

følges. Det vigtigste er at satse på at gøre tingene i praksis, at kunne se overvejelserne og indsatserne omsat i praktisk byggeri.

Start nu

Senere tilføjede han dog, at også han vil støtte, at der tages fat på at udarbejde vurderingsmodeller for vigtige miljøeffekter, hvor det i dag er muligt at gøre dette. Det er bedre at starte hermed nu, fremfor at vente 10 år med at lave totalmodellen.

Kommentar

Kommentar: Der er ingen tvivl om, at der er et stort behov for gode vejledninger således som det nu er sket i projektet "Miljørigtig projektering". Og det videre arbejde kan meget vel vise, at den første praktisk anvendelige udgave af rammesystemet indeholder checklisterlignende elementer, således som BREEAM også gør det.

Byggevarer

Flemming Tram fortalte kort om arbejdet med at tilskynde byggevarerleverandørerne med at supplere deres informationsmateriale med relevant miljøinformation, se Miljøinformation om byggevarer (1994). Et arbejde som foretages i tilknytning til projektet "Miljørigtig projektering". I den forbindelse ligger der et forslag om senere at udarbejde miljøprofiler for de enkelte byggevarer eller delsystemer. På den baggrund kan det godt virke lidt uoverskueligt også at udarbejde miljøprofiler for hele bygninger. Han så gerne at der blev udviklet nogle hjælpeværktøjer, som gradvist kunne udbygges, og som kunne støtte vurderingen af byggeprocessen og hele bygninger.

Merete Schmidt nævnte at NOVO har brug for en meget omfattende dokumentation af de anvendte byggevarer i sine produktionsbygninger. Jørgen Marcussen tilføjede at det for boligbyggeriet måske snarere gjaldt om at få forbedret de oplysninger, der nu forelå, fx om levetider.

Vejledninger

Niels Arne Jensen fremhævede behovet for vejledninger til bygherrer i at formulere de relevante miljøkrav og i at identificere de områder, hvor der er brug for mere specifikke krav. Også vejledninger i miljømæssig optimal drift er der brug for. Udarbejdes der samlede miljøvurderinger for bygninger, er det vigtigt at de kan forstås og at gøre sig klart, at forudsætningerne for denne vurdering ikke altid kommer til at svare til virkeligheden. Bygningen får måske ikke den forventede levetid, fordi fleksibiliteten ikke var stor nok.

Dokumentation

Helene Hjort Knudsen påpegede, at det ikke er nok at kunne gennemføre demonstrationsbyggerier, det er også nødvendigt at kunne dokumentere, hvilke resultater der er opnået hermed. Ofte fokuseres der på enkeltindsatser vedrørende stærkt afgrænsede forhold. Det er vigtigt at have analysemodeller, som kan anvendes til en tværgående vurdering.

Lili Kirkeskov Jensen lagde vægt på, at der foretages en grundig dokumentation af miljø- og arbejdsmiljømæssige forhold ved valg af byggetekniske løsninger, og at indeklimamærkningsordningen, i det mindste på længere sigt, udbygges til at omfatte mere end hensynet til slimhindeirritation. Vi bør stille krav om miljømæssig dokumentation, inden varerne kommer på markedet.

Per Nielsen tilføjede at der nu kræves, at vi bruger det mindst farlige materialer. Vi har derfor brug for viden om, hvad materialerne og varerne indeholder.

Forsøgsbyggerier

Bente Hammer fortalte, at der allerede er lavet mange forsøgsbyggerier på dette område, også ud fra totalkoncepter. Lad os nu se hvordan de fungerer, og lad os afprøve rammesystemet i praksis. Det er vigtigt at nogen hele tiden sammenholder erfaringerne i praksis med den viden, vi mener at have om tingene.

Økonomiske barrierer

Susse Fischer konstaterede at det var godt med mange af disse tiltag til støtte for et mere miljøvenligt byggeri, men at det med de gældende rammebeløb var næsten umuligt at gennemføre disse tiltag, når det gjaldt det sociale boligbyggeri, som i dag udgør en væsentlig andel af nybyggeriet.

Var pragmatiske

Erik Christophersen talte for, at tage fat i problemerne, der hvor det var muligt, fx afgangningen fra byggematerialerne. Når dette projekt skal implementeres i praksis må man bære sig lidt pragmatisk an, således som BREEAM også demonstrerer det. Der er der taget fat i en række ting, som man umiddelbart kan gøre noget ved. Og der er samtidig lavet en liste over de forhold, som endnu ikke lader sig vurdere.

Afslutning

Han sluttede af med at sige, at det havde været en meget spændende dag med mange gode indspark til det videre arbejde. Der havde været indlæg om holdninger og sund fornuft samt om behovet for grundig dokumentation. Det er vigtigt at kunne foretage afgrænsninger, at undgå suboptimeringer og at være pragmatiske.

6.5 Program og deltagerliste

6.5.1 Program for seminar 25. november 1993

09.00 Velkomst og introduktion
v. Jørn Dinesen, SBI

- 09.15 1. Behov og mål for udarbejdelsen af et rammesystem for miljøvurdering af byggeri
- * Hvad er formålet med rammesystemet og hvilke krav bør der stilles til det?
v. Klaus Hansen
 - * To indlæg fra Miljøstyrelsen og Bygge- og Boligstyrelsen om rammesystemets indpasning i deres arbejde.
 - * Korte indlæg og efterfølgende paneldiskussion om bygherrens og projekterendes miljøindsats og om rammesystemets indpasning heri.
*v. 4-5 repræsentanter for bygherrer og projekterende
ordstyrer: Klaus Hansen, SBI*

10.45 **Pause**

- 11.00 2. Videngrundlag for miljøvurdering af byggeri
- * Hvilke miljøtemaer belastes især af byggeriet og hvordan vurderes de?
v. Hanne Krogh, SBI
 - * Vurdering af arbejdsmiljø ved livscyklusvurderinger
v. Elizabeth Rasmussen, Inst. f. Arbejdsmiljø, DTH
 - * Vurdering af økotoksicitet ved livscyklusvurderinger
v. Michael Hauschildt, Inst. f. Produktudvikling, DTH
 - * Diskussion
Ordstyrer: Hanne Krogh, SBI

12.00 **Frokost**

- 13.00 3. Muligheder for udarbejdelsen af et rammesystem for miljøvurdering af byggeri
- * Gennemgang af elementerne og brugen af rammesystemet samt af SBI's model for opgørelse af totalenergiforbrug og hertil knyttede emissioner
v. Jørn Dinesen, SBI
 - * Gennemgang af den engelske BREEAM-ordning for miljøvurdering af byggeri set i relation til det foreliggende forslag til rammesystem
v. Klaus Hansen
 - * Korte indlæg om "Miljøvenligt boligbyggeri i Ballerup Kommune"
v. Jørgen Marcussen/Susse Fischer
 - * Kort indlæg og efterfølgende paneldiskussion om andre miljøindsatser, bl.a. inden for byggeriet, og om rammesystemets indpasning heri
v. 4-5 repræsentanter for andre miljøindsatser
Ordstyrer: Jørn Dinesen

14.30 **Pause**

- 14.45 4. Videre indsats
- * Færdiggørelsen af forprojektet incl. kort opsummering af hovedkommentarerne til det foreliggende udkast til rapport
v. Jørn Dinesen
 - * Forslag til udarbejdelsen af 1. version af et praktisk anvendeligt rammesystem for miljøvurdering af byggeri, incl. hensyntagen til indkomne kommentarer under seminaret
v. Klaus Hansen
 - * Kort omtale af planerne for videreførelsen af projektet "Miljørigtig projektering" og relationerne til rammesystemet
v. Allan Christensen, FRI
 - * Diskussion
Ordstyrer: Erik Christophersen

- 15.45 Afslutning
v. Erik Christophersen

6.5.2 Deltagere i seminaret

Niels Andersen, Dissing + Weitling A/S
Overgaden neden Vandet 45, 1414 København K

Finn Bro-Rasmussen, Lab.f. Økologi og Miljølære, DTH
Bygning 224, 2800 Lyngby

Allan Christensen, O.H. Brødsgaard A/S
Hollandsvej 12, 2800 Lyngby

Kim Christiansen, I. Krüger A/S
Gladsaxevej 363, 2860 Søborg

Ulf Christiansen, SBI

Erik Christophersen, SBI
Postboks 119, 2970 Hørsholm

Anders Clausen, Rockwool A/S
Hovedgaden 501, 2640 Hedehusene

Jørn Dinesen, SBI

Susse Fischer, Eleven Design A/S
Forbindelsesvej 4, 2100 København Ø

Bente Hammer, Bygge- og Boligstyrelsen
Stormgade 10, 1470 København K

Klaus Hansen, SBI

Michael Hauschild, Inst.f. Produktudvikling, DTH
Bygning 425, 2800 Lyngby

Lili Kirkeskov Jensen, Arbejdsmedicinsk Klinik
Glostrup Amtssygehus, Nordre Ringvej 57
2600 Glostrup

Niels Arne Jensen, Inst.f. Anlægsteknik, DTH
Bygning 115, 2800 Lyngby

Max Kjellerup, Wissenberg A/S
Vejlegade 6, 2100 København Ø

Helene Hjorth Knudsen, i-68, rådg. ing.firma K/S
Ordrupvej 74 A, 2920 Charlottenlund

Hanne Krogh, SBI

Henrik Kærsgaard, COWiconsult AS
Parallelvej 15, 2800 Lyngby

Susse Laustsen, COWiconsult AS
Parallelvej 15, 2800 Lyngby

Jørgen Marcussen, Foreningen Socialt Boligbyggeri
Rådhuspladsen 59, 1550 København V

Anders Nielsen, Lab.f. Bygningsmaterialer, DTH
Bygning 118, 2800 Lyngby

Per Nielsen, Snedker- og Tømreforbundet i Danmark
Mimersgade 41, 2200 København N

Peter Nielsen, SBI

Erik Bitsch Olsen, Axel Nielsen - Carl Bro as
Vehrmehrensvej 14, 5230 Odense

Ebbe H. Petersen, SBI

Elizabeth Rasmussen, Inst.f. Arbejdsmiljø, DTH
Bygning 424, 2800 Lyngby

Merete Schmidt, Novo Nordisk Engineering A/S
Krogshøjvej 55, 2880 Bagsværd

Søren Schächter, Bygge- og Boligstyrelsen
Stormgade 10, 1470 København K

Finn Selmer, DOMUS
Gl. Lundtoftevej 1 D, 2800 Lyngby

Jette Skaarup, Miljøstyrelsen
Strandgade 29, 1401 København K

Steen Traberg-Borup, SBI

Flemming Tram, DTI - Byggeteknisk Institut
Gregersensvej, 2630 Tåstrup

Jørn Trelldal, Rambøll, Hannemann & Højlund
Bredevej 2, 2830 Virum

7 Litteratur

A conceptual framework for life cycle impact assessment (1992).
Workshop Report. February 1.-7. Sandesteyn, Florida, USA.

Anvisning for bestemmelse og vurdering af afgasning fra byggevarer.
Forslag til Dansk Standard (1993-08-15).

Bechmann, Dorthe (1994). Strategier for fremtidens vandforsyning i boligområdet. Igangværende Ph.D.-projekt på Statens Byggeforskningsinstitut.

Bekendtgørelse om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af kemiske stoffer og produkter (1991). Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 586 af 8. august.

Boyle, S.T. og J. Brown (1989). Reducing greenhouse gas emissions - case study of the electricity, building and commercial industrial sectors in UK. IEA/OECD expert seminar. Paris 12th-14th April.

BREAAM: Existing offices version 4/93. Building Research Establishment, Garston.

Broberg, O., Jelnes, J.E., Kamp, A., Laustsen, S., Midtgård, U., Rasmussen, E., Schmidt, A., Seedorff, L., Wilhardt, P. og Winge, U. (1993). Livscyklusvurderinger og arbejdsmiljø. Arbejdsmiljøinstituttet, København.

Bygge og anlæg (1993). Branchebilleder 4. Arbejdstilsynet.

Byggeriets Materialeforbrug (1993). Axel Nielsen, Carl Bro as, Statens Byggeforskningsinstitut. Miljøprojekt nr. 221. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.

Byggeri og renere teknologi. Litteratur, projekter og videntcentre vedrørende byggeriets ressourceforbrug, sundheds- og miljøbelastninger (1993). Statens Byggeforskningsinstitut, I. Krüger A/S og Dansk Teknologisk Institut, Byggeteknisk Institut. Arbejdsrapport nr. 23. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Carl Bro Gruppen as (1991). Udkast til rapport over opgørelse af forbrug og emission af organiske opløsningsmidler i brancherne. DOK F 33. 10. Oktober.

Danmarks Statistik (1990). Danmarks vareindførsel og -udførsel 1990. Danmarks Statistik.

dk-Teknik (1993). Wall insulation products impact assessment and criteria for eco-labelling. Draft. dk-Teknik, København.

Energi 2000 (1990). Handlingsplan for en bæredygtig udvikling. Energiministeriet.

Energistyrelsen (1991). Udvikling og initiativer på energiområdet. Statusnotat. Energistyrelsen.

Fenger J., Fenhann J. og N. Kilde (1990). Danish budget for greenhouse gases. Nord 1990: 97, Nordisk Ministerråd, København.

Hansen, L.E., Jensen, A.A., Stranddorf, H.H. og Marianne Thorsen (1993). Thermal Wall Insulation Products. Impact assessment and criteria for eco-labelling. Draft, October. dK-teknik, Miljøstyrelsen.

Handlingsplan for renere teknologi 1993-1997 (1992). Miljøministeriet.

Hauschild, M. og Christensen, H.W. (1993). Kvantitativ vurdering af emissioner til det ydre miljø: Drivhuseffekt. Review version, november 1993. Laboratoriet for Økologi og Miljølære. Institut for Produktudvikling. DTH. Lyngby.

Hauschild, M. og Christensen, H.W. (1993). Kvantitativ vurdering af emissioner til det ydre miljø: Stratosfærisk ozonbrydning. Review version, november 1993. Laboratoriet for Økologi og Miljølære. Institut for Produktudvikling. DTH. Lyngby.

Hauschild, M., Wenzel, H., Damborg, A. og Jens Tørslev (1993). Methods for Screening and quantitative Assessment of Ecotoxicity in Life Cycle Analysis of Products. Presented at SETAC/SECOTOX workshop, January 7.-8. in Lyngby.

Heijungs, R. (ed.) (1992). Environmental Life Cycle Assessment of Products. Backgrounds - October 1992. Centrum voor Milieukunde, Leiden.

Heijungs, R. (ed) (1992). Environmental Life Cycle Assessment of Products. Guide - October 1992. Backgrounds - October 1992. Centrum voor Milieukunde, Leiden.

Houghton, J.T., Jenkins G.I. og J.J. Ephraum (1990). Climate change. The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge.

Indeklimahåndbogen (1994). SBI-anvisning xx (under udarbejdelse). Statens Byggeforskningsinstitut.

Jensen, A. og Jakob Markussen (1993): Forbrug af og forurening med cadmium. Miljøprojekt nr. 213. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.

Methodik für Oekobilanzen auf der Basis ökologischer Optimierung. Ein Bericht der Arbeitsgruppe Oeko Bilanz. Schriftenreihe Umwelt nr. 133 (1990). Abfälle Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), oktober, Bern.

Miljøanalysemodel for byggeri (1994). FRI, PAR, SBI, DTI, DSI og Vejdirektoratet. Arbejdsrapport nr. 11. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Miljöfarliga ämnen. Exempellista och vetenskaplig dokumentation (1989). Rapport från Kemikalieinspektionen 10/89.

Miljøinformation om byggevarer (1994). Byggeteknisk Institut, DTI, i samarbejde med FRI, PAR, SBI, DSI og Vejdirektoratet. Arbejdsrapport nr. 9. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Miljørigtig projektering (1994). FRI, og PAR i samarbejde med SBI, DTI, DSI og Vejdirektoratet. Miljøprojekt xx Miljøstyrelsen.

Nielsen, P.A. og Peder Wolkoff (1993). Indeklimamærkning af byggevarer. Del 1: Beskrivelse af prototypeordningen. SBI-Rapport 232. Statens Byggeforskningsinstitut.

Norberg-Bohm, V. (1991). Reducing CO₂ emission in the building sector. Environment. April, p. 16-45.

Nordisk handlingsplan mod luftforureninger beslutad av Nordiska Ministerrådet (Miljöministrarna) 2/3 (1990).

Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler (1993). Orientering nr. 1. Miljøstyrelsen.

Regeringens handlingsplan for de tropiske skove (1992). Udenrigsministeriet og Miljøministeriet.

Ryding, S.O. og Bengt Steen: Ett PC-anpassat system för att utveckla och tillämpa miljö-prioriteringar vid produkt- utveckling från vaggan till graven. L91-85 1991. Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning.

Rådets direktiv af 4. maj 1976 om forurening, der er forårsaget af visse farlige stoffer i fællesskabets vandmiljø (76/464/EØF) (1976).

Rådets forordning (EØF) nr. 793/93 af 23. marts 1993. Om vurdering af kontrol med risikoen ved eksisterende stoffer.

SBI-rapport 224: Livscyklus-baseret bygningsprojektering. Energi- og miljøanalysemodel, beregningsværktøj og database. Sigurd Østergaard Andersen, Jørn Dinesen, Helene Hjort Knudsen og Annelise Willendrup. Statens Byggeforskningsinstitut 1993.

SETAC: Guidelines for Life-Cycle Assessment: A "Code of Practice". Draft. SETAC-EUROPE. 1993.

Sigfrid, C (1993). Miljöstörande material i rivningsaffald. FoU nr. 81. Stiftelsen Reforsk.

Sørensen, E. (1993). Lovgivning og retningslinier for myndighedsbehandling. DIEU. Røggasrensning, oktober 1993. Dansk Ingeniørforening.

Tal om natur og miljø (1990). Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.

Valbjørn, O. og N. Kousgård (1986). Hovedpine og slimhindegener hjemme og på arbejde. Indeklimaets påvirkninger. SBI-Rapport 230. Statens Byggeforskningsinstitut.

Vandmiljø-1990: Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr. 1. Miljøstyrelsen.

Wolkoff, P. og Peter A. Nielsen (1993). Indeklimamærkning af byggevarer. Del 2: Faglig og teknisk dokumentation af en prototypeordning. SBI-Rapport 233. Statens Byggeforskningsinstitut.

World Resources 1992-93. World Resources Institute: in collaboration with the United Nations Environment Programme and the United Nations Development Programme New York, Oxford University Press.

8 Summary

A framework system for environmental assessment of buildings

Broad efforts are now being made to increase use of cleaner technology in the building sector industry. Much of the work has to take place during the design of new buildings and major conversions and alterations. That implies a need to be able to document the results of this work in the form of a complete environmental assessment, a need to make the environmental work visible, and a need to encourage further work.

A holistic environmental assessment of a building project, covering the whole of the building and its components throughout their life cycle is a comprehensive task. It can only be done provided a systematic procedure can be developed which makes the widest possible use of the data sources, computing tools and methods of assessment that are now being developed. Such a procedure is now under development, and this report describes the preparatory work in that connection. The procedure is called a framework system for environmental assessment of buildings.

This report describes the basis of the framework system, its elements, limitations, methods etc. The intension is later on to develop a full applicable version of the system, see the sections about international contacts, seminar and further action.

The work done so far concerning the basis for the system is reported briefly in the following, here related to the main steps in a life-cycle assessment:

- Goal definition and scope, see the sections concerning objectives, the assessment procedure and the environmental impacts. The system points out the impacts to be assessed.
- Inventory analysis, see the section about data sources and computing methods. The system points out practical computing methods for buildings.
- Impact assessment, see the sections concerning assessment methods, reference buildings and environmental profiles. The system points out precise assessment methods for the selected environmental impacts, and is also aiming at the use of reference buildings.

Objectives

The work done so far on the assessment procedure has been based on the following objectives:

- that use of the procedure result in a neutral and transparent environmental assessment that can subsequently be compared with the environmental objectives for the building project in question,
- that the environmental procedure cover the entire building with the exception of fittings and activities that are not significantly affected by the building and its components,
- that the assessment cover all the principal environmental impacts - at any rate those that are mainly affected by the design work,
- that the assessment cover the entire life cycle of the building and its components and as far as possible follow the principles for life-cycle assessment,
- that the procedure be based on generally accepted data sources and methods of calculation and assessment,
- that the development of the system be seen in correlation with other European work in the same direction, and
- that it be possible for the assessment to be made by the designers within the resources expected to be earmarked for this purpose during the design phase, and that it be possible for the results of the entire assessment to be published.

It is realised, however, that the first usable version of the procedure may very well involve the use of rough data and simplified methods of evaluation.

The object of the exercise is to be able to calculate the contributions to the principal environmental impacts and to be able to compare these with a relevant reference building and possibly to plot an environmental profile. It is not an aim at present to be able to carry out a full evaluation, for example in the form of a summation of points. The evaluation is left to the client and his designers and should include consideration of special local conditions, the use of the building and, particularly, the client's environmental priorities and objectives.

The assessment procedure

The envisaged procedure includes a description of:

- The use of the procedure
- Environmental impacts that are of importance to the building project
- Data sources and calculation tools for the relevant environmental parameters
- Methods of assessing the environmental impacts

- Reference buildings and environmental profile as support for the evaluation

It is important for the assessment procedure to be designed and used in a way that supports the environmental work in the design phase and, at the end, is used to evaluate the extent to which the project lives up to the environmental objectives of the building programme.

The building must be described in detail, so that the data needed for the assessment is available or can be extracted from the description. The description consists of the project documents with associated data for the materials and building products used.

Environmental impacts

An environmental assessment of a product involves assessment of the impacts that can arise as a result of the product's production, use and disposal. In the assessment procedure, the environmental impacts are broken down into three main categories:

- Depletion of resources: fuels, raw materials, water and landscape
- Health impacts: chemical/biological, physical and mental
- Ecological health impacts: global, regional and local

Health impacts are treated as impacts in the working environment, the indoor climate and the external environment.

On the basis of available data, the report documents the environmental impacts that are of importance to the building sector. There is therefore still some uncertainty concerning the sector's contribution to some impacts. The documentation shows that the building sector contributes significantly to most environmental impacts.

For some significant environmental impacts, the parameters causing them are indicated and must therefore be calculated for the entire life cycle. The parameters originate directly in the input and output associated with the processes in a building's life cycle.

Data sources and calculation methods

Data must be procured and calculations made of the parameters identified as causing the individual environmental impacts. It is essential to have tools that make the calculations manageable. Tools of this nature are being developed - for example:

- Energy computing tool developed by SBI
- EU scheme for allocation of environmental label
- Nordic environmental labelling scheme
- Indoor climate labelling scheme.

SBI has developed a computing tool, the first version of which is designed for calculating the energy consumption and energy-related environmental impacts during a building's life cycle. The tool is described in SBI Report 224, Life-cycle-based building design. This tool is going to be further developed to enable it to be used for other environmental impacts as well. When the tool is fully developed it is expected to be suitable for use in connection with calculations concerning scarce fuels, mineral resources, global warming, acidification and environmentally hazardous substances.

Assessment methods

An assessment consists in translating the calculated parameters into impacts and assessing these. There are some parameters that cannot as yet be translated into impacts, and in these cases, the assessment must be based on the calculated parameters. In the assessment procedure, parameters are translated into impacts wherever possible. This is illustrated by a detailed description of the assessment of the following impacts:

- Scarce non-renewable fuels
- Scarce non-renewable raw materials
- Irritation of the mucosa in the indoor climate
- Global warming
- Acidification
- Ecotoxicity in the aquatic environment

Reference buildings and environmental profiles

It is proposed that the final assessment be supported by the use of reference buildings and environmental profiles. Comparison with reference buildings is particularly useful in all phases of the design process.

However, the requirements that must be made concerning the reference buildings have not been worked out in detail in the preliminary project. However, it seems reasonable to require:

- that the reference buildings be selected within some of the principal building categories, i.e. apartment buildings, detached housing, office buildings, industrial buildings, and possibly also housing refurbishments,
- that the reference buildings selected are environmentally better than an average building,
- that consideration must be paid to a number of existing action plans, and

- that it must be decided which environmental aims can be considered realistic within each building and project category.

Lastly, the list of reference buildings must be revised at short intervals to ensure continuous stimulation of development work.

To illustrate the results of the environmental assessment, an environmental profile can be plotted. It is suggested that the impacts be depicted in a bar diagram in relation to the impacts from a reference building. However, the table of calculated impacts and the associated comments must still be the central element of the documentation.

International contacts

Environmental assessment of buildings and building projects is a new field, internationally as well. There are therefore only a few examples of methods that have been used in practice. The report describes the British BREEAM-scheme, which was one of the sources of inspiration for this project.

However, many other projects with environmental aims have also been initiated, and extensive work is in progress on developing methods and collecting data - for example, within ENBRI (European Network of Building Research Institutes) and in a Nordic context.

Seminar

At the conclusion of this project, a seminar was held at which the proposal for an assessment procedure was submitted to a number of clients, designers and environmental experts with a view to discussion of the need for development of such a procedure, the knowledge base required, and the potentials.

The participants in the seminar pointed out that the results achieved depended very much on the attitudes and the work already done in the early design phase. As far as the assessment procedure was concerned, it was pointed out:

- that the design and use of the procedure should be closely related to the environmental work carried out during the design phase(s ?) and, particularly to the environmental requirements in the building programme,
- that the assessment should also cover the building site and that the handling of domestic waste should perhaps also be taken into account,
- that the extent to which local criteria affect the assessment and the role played by the local authority should be studied,
- that the assessment should cover all significant environmental factors - for example, the assessment of the indoor climate should be broader than proposed here, and

- that consideration should be given to the need for data and to the possibility of including more qualitative assessments, e.g. use of check lists, which might also supply the designers during their work.

Further action

The work carried out so far shows that the assessment procedure can be made to cover a number of significant environmental impacts and that the assessment can be made in a reasonably qualified way provided the plans to procure environmental data and develop computing tools and assessment methods are implemented. Work should now start on the first version of the assessment procedure, although this will presumably have to be based to some extent on the use of general data and simplified assessment principles.

The continued work on development of the procedure must take place in close cooperation with its future users.

Pris kr. 50,- (inkl. 25% moms)

ISSN 0908-9195
ISBN 87-7810-171-9

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**
Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf 32 66 01 00