



S-FoU Miljøvejledning

November 2004



**Statens Forsknings- og
Uddannelsesbygninger**

Ministeriet for Videnskab
Teknologi og Udvikling

S-FoU Miljøvejledning
November 2004

Statens Forsknings- og Uddannelsesbygninger
Nørre Voldgade 16
1358 København K
www.s-fou.dk

Udarbejdet for S-FoU af:
Vibeke Grupe Larsen, RH ARKITEKTER
Ole Lund, Wissenberg Rådgivende Ingeniørfirma A/S
Christel Ebsen, SBS Rådgivning
Elsebeth Terkelsen, SBS Rådgivning (projektleder)

Som baggrundsgruppe har deltaget:
Jørgen Thomsen, KU
Arne Nielsen, AAU
Klaus Hansen, By og Byg

Herudover har vejledningen været drøftet med
Ulla Kjærvang, Dansk Center for Undervisningsmiljø
Tove Lading, Lading arkitekter
Rie Øhlenschläger, Dansk Center for Byøkologi
Klaus Pilvang, Niras

Publikationen kan downloades på www.s-fou.dk

Indholdsfortegnelse

1	INDLEDNING	2
	S-FoUs miljøprogram	3
	Brugsanvisning til miljøvejledningen	4
2	FIRE FOKUSOMRÅDER	5
	Introduktion til checklisterne	6
	Om den overordnede miljøkortlægning	7
	DET EKSTERNE MILJØ	8
	Miljømålsætninger	8
	Checkliste (Skema 1)	9
	MATERIALER	11
	Miljømålsætninger	11
	Checkliste (Skema 2)	12
	INDEKLIMA	15
	Miljømålsætninger	15
	Checkliste (Skema 3)	16
	ENERGI	19
	Miljømålsætninger	19
	Checkliste (Skema 4)	20
	BILAG	23
	BILAG A Overordnet miljøkortlægning	24
	BILAG B Vejledning i totaløkonomiske beregninger	29
	BILAG C Litteraturliste	37
	BILAG D Ordforklaringer	38

1 Indledning

Byer og bygninger er et af civilisationens mest markante træk. Opførelse, brug og senere nedrivning og deponering af bygninger medfører omfattende indgreb i det omgivende miljø og har konsekvenser for kommende generationers levevilkår.

For at sikre en bæredygtig udvikling af samfundet, må byggeriets parter søge at begrænse indgrebene i miljøet, så miljøproblemer i bygningens levetid så vidt muligt undgås.

S-FoU, der varetager bygherrefunktionen for statslige forsknings- og uddannelsesbyggerier, har udformet denne miljøvejledning, som skal danne grundlag for den miljømæssige indsats i S-FoUs byggerier og renoveringer.

Med miljøvejledningen ønsker S-FoU at sikre, at miljøhensyn indgår i alle S-FoUs fremtidige projekter. Samtidig ser S-FoU også integration af miljøhensyn som en forudsætning for at opnå en fremtidssikret kvalitet i byggeriet og som en udfyldelse af det af Bygherreforeningen i Danmark udsendte Miljøcharter for bygherrevirksomheder, oktober 2004.

Med denne vejledning har S-FoU opstillet en række målsætninger og krav, samt gode idéer til, hvordan kravene kan opfyldes.

Miljøvejledningen er integreret i S-FoUs kvalitetssikringssystem af byggerier.

Miljøområdet er inde i en rivende udvikling, som vil kunne ændre på nogle af de prioriteringer, der er i miljøvejledningen. Den skal derfor betragtes som et dynamisk værktøj, der løbende vil blive justeret og opgraderet.

S-FoU vil evaluere de gennemførte miljøforanstaltninger m.h.p. erfaringsopsamling og indarbejde disse i fremtidige udgaver af vejledningen.

Lars Ole Hansen, Direktør.

S-FoUs miljøprogram består af en række **miljømålsætninger** og **miljøkrav**, der skal inddrages i de konkrete byggerier samt et **idékatalog** med forslag til virkemidler til at nå de opstillede miljøkrav. Miljøkravene der er opdelt i 4 fokusområder ligger udover gældende lovgivning og indgår i afbalanceret prioritering med andre hensyn.

For at gøre det nemt og praktisk for bygherre og rådgiver at gennemføre miljøindsatsen er miljømålsætninger, miljøkrav og virkemidler stillet op i en række checklister i vejledningen. Ved hjælp af checklisterne er det muligt at vælge virkemidler og se, om de totaløkonomisk set er dyrere eller billigere end andre løsninger. Samtidig har man mulighed for at kontrollere, om man har opfyldt S-FoUs miljøkrav.

I de enkelte projekter vil en eller flere af de særlige miljøaktiviteter blive udpeget som "benchmarks" og skal dokumenteres i forbindelse med evalueringen der gennemføres 1 år efter aflevering sammen med 1 års-eftersynet.

S-FoU lægger vægt på, at der er stor frihed for rådgivere og brugere til at finde de bedste løsninger i de konkrete projekter, hvorfor det står enhver frit for at finde yderligere eller alternative virkemidler, blot de har samme eller gerne større effekt.

Af samme grund er der udarbejdet et simpelt regneark med tilhørende vejledning til totaløkonomiske beregninger, der kan dokumentere effekten på totaløkonomien.

Vejledning i udarbejdelse af totaløkonomiske beregninger med eksempler er vedlagt i bilag B.

2 Fire fokusområder



På de følgende sider er der en kort introduktion samt checklister til hvert af de fire fokusområder. Checklisterne bruges i et normalt projektforsløb til en dialog imellem bygherre, bruger og rådgiver med henblik på at fastlægge rammer og virkemidler for et konkret byggeri.

Checklisterne læses på tværs. **Miljømålsætning** er S-FoUs generelle politiske udmelding, der omsættes til dokumenterbare **miljøkrav** – primært såkaldte ”funktionskrav”. Under **Kontrol** er angivet, om kontrol med opfyldelsen af miljøkravene sker ved projektgranskning (P) eller dokumentation (D). Hvordan funktionskravene kan opfyldes er der forslag til i ”**Idékataloget**” med virkemidler. Virkemidlernes totaløkonomi er opgjort i **Anlæg, Drift** og **Total**, så bygherre, bruger og rådgiver kan se konsekvenserne af de valg, de foretager. Under **Bemærkninger** beskriver miljøkoordinator de valgte særlige miljøkrav i projektet, samt uddyber hvorledes kontrollen med udfyldelsen af miljøkravene sker.

Vurderingen af virkemidlernes **totaløkonomi** er opgjort på følgende måde: Referencen er normalprisen ifølge V&S for en BR 95-bygning.
”+25” i totaløkonomien betyder, at det er dyrere end referencen
”-25” i totaløkonomien betyder, at det er billigere end referencen
”-” neutral

Der anvendes følgende procentvise graduering:

-150	150 % eller mere billigere end referencen
-100	100 % billigere end referencen
-50	50 % billigere end referencen
-25	25 % billigere end referencen
-	neutral
+25	25 % dyrere end referencen
+50	50 % dyrere end referencen
+100	100 % dyrere end referencen
+150	150 % eller mere dyrere end referencen

Det betyder, at alle virkemidler med neutrale eller negative tal umiddelbart kan inddrages, idet de er til samme pris eller er billigere.

Se i øvrigt den uddybende vejledning i bilag B, eller på S-FoUs hjemmeside, hvor der også er et regneark, der kan downloades.

Evaluerings ved dokumentation betyder, at rådgiver skal dokumentere med tal, om projektet opfylder det givne miljøkrav. Evaluering ved projektgranskning betyder, at rådgiver skal verificere, at miljøkravet er opfyldt. Resultaterne overføres til projektets faktablad – se afsnit 3.

Konkret har miljøprogrammet sit udgangspunkt i principperne for miljørigtig projektering, hvor det første, vigtige element er miljøkortlægningen.

Kortlægningens formål er at skaffe et overblik over miljøpåvirkninger og deraf følgende miljøeffekter, som et byggeprojekt kan give anledning til i sin samlede levetid. Både store og små byggerier udløser mange forskellige miljøpåvirkninger. Miljøkortlægningen giver mulighed for at vurdere hvilke miljøpåvirkninger, der har betydning for forsknings- og uddannelsesbyggeri – både ved nybyggeri og renovering. Kortlægningen er desuden grundlaget for at prioritere de miljøpåvirkninger, der skal arbejdes videre med ved opstilling af miljømålsætninger, miljøkrav og valg af virkemidler til projekteringen.

Den overordnede kortlægning tager udgangspunkt i bruger- og samfundsinteresser for at sikre, at flest mulige miljøhensyn tilgodeses.

I den overordnede miljøkortlægning er de delelementer, der indgår i et byggeri, vurderet i forhold til, om den miljøpåvirkning, som de afstedkommer, er:

- > Mindre væsentlig
- > Væsentlig
- > Meget væsentlig

Herefter er der foretaget en kvalitativ analyse.

Analysen har bl.a. peget på, at fx placeringen i forhold til de lokale omgivelser - det eksterne miljø - er vigtigt. Det samme gælder infrastruktur, nabobebyggelse, udenomsarealer, beplantning m.v.

Analysen har taget udgangspunkt i 13 typer miljøpåvirkninger:

1. Forbrug af fysiske omgivelser
2. Byrum & landskab
3. Energiforbrug
4. Råstof- og materialeforbrug
5. Vandforbrug
6. Emission til luft
7. Emission til vand
8. Emission til jord
9. Affaldshåndtering
10. Støj og vibrationer
11. Indeklima
12. Arbejdsmiljø
13. Helhed

S-FoU har gennemført kortlægningen for at kunne udpege de typer af miljøpåvirkninger, der skal være hovedhjørnestenene i S-FoUs miljøvejledning. Der er udpeget følgende fokusområder (se også den samlede kortlægning, bilag A):

- > Det eksterne miljø (sammenfatning af 1,2,9,13)
- > Materialer (4)
- > Indeklima (11)
- > Energi (3)

De manglende seks miljøpåvirkninger skal dog også iagttages og prioriteres højt, hvis det konkrete, projekt eller forholdende i øvrigt viser, at det er relevant. Det kan fx gælde forurening af luft, vand og jord, støjforhold m.v.

Der henvises i øvrigt til Praktiserende Arkitekters Råds metodebeskrivelse for Miljørigtig Projektering.

Omgivelser, byrum og landskab, affaldshåndtering og helhed fra miljøkortlægningen er her samlet til ét fælles indsatsområde, som betegnes "Det eksterne miljø".

Ethvert af S-FoUs byggerier skal generelt fremstå som driftsvenligt og miljørigtigt sundt byggeri, der er harmonisk integreret i omgivelserne.

Byggerierne indgår i en række sammenhænge i relation til de lokale omgivelser, som alle vil have betydning for miljøet. De relationer, der inddrages i "Det eksterne Miljø", er følgende:

- > Tilpasning til omgivelserne lokalt
- > Beliggenhed i forhold til infrastruktur
- > Orientering i forhold til sol og vind
- > Genanvendelse af nedrivningsmateriale
- > Beplantning

S-FoUs byggerier skal tilpasses den omkringliggende by, bygninger, evt. fredede bygninger og landskab i et arkitektonisk såvel som i et miljømæssigt samspil.

Byggerierne kan være placeret i naturfølsomme eller fredede omgivelser, tæt på forurenende naboer eller andet, der kan have betydning for projektets opførelse eller drift. Disse forhold skal inddrages i planlægningen af byggeriet.

Med hensyn til infrastrukturen – forsyning med el, vand og varme m.v., bortskaffelse af affald og trafikforhold – skal de positive muligheder i den eksisterende struktur udnyttes. Den belastning, forsknings- og uddannelsesbygninger giver anledning til, skal der desuden tages højde for.

Byggegrundens størrelse og placering har indflydelse på bygningens form og mulighederne for en god orientering i forhold til solen og de fremherskende vindretninger. Byggegrundens størrelse og placering har også betydning for

mulighederne for indretning af friarealerne, herunder hvor meget plads der er til parkering, herunder cykelparkering samt parkering af containere til affaldssortering.

I forbindelse med nedrivninger undersøges mulighederne for at genanvende materialer.

S-FoUs byggerier skal have en god balance imellem naturforhold, befæstelse af arealer med asfalt o. lign. Desuden skal begrønning af facader, espaliers m.v. inddrages i det omfang, det er hensigtsmæssigt.

Skema 1, Det eksterne miljø



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger	
1.1. Ethvert af S-FoUs byggerier skal tilpasses omgivelserne - byen, bygninger, evt. fredede bygninger og landskab - arkitektonisk såvel som miljømæssigt.	1.1.1 Byggeriets samspil med det eksterne miljø/nærområde skal klarlægges og afstemmes med relevante myndigheder.	P	I samspillet vægtes især afklaring af gensidige påvirkninger imellem byggeriet og omgivelserne - belastninger af trafikal, støjmæssig og social karakter samt særlige bevaringsværdige sammenhænge (fx fortidsminder, biotoper og bymiljø).	-	-	-	1.1.1.1	
1.2 Byggerier skal fremstå som gode, gerne markante eksempler på miljørigtigt byggeri gennem fx	1.2.1 S-FoUs byggerier skal vurderes m.h.p. placering med nærhed til den kollektive infrastruktur, herunder kollektive transportmuligheder. Desuden skal der tages højde for vilkårene for cyklist.	D	Kollektiv infrastruktur omfatter el-, vand- og varmeforsyning, kloakforhold og affaldsafhentning. Kollektiv transportmuligheder er tog og bus. Herudover bør hensyn til cykelstier og cykelparkeringsmuligheder inddrages.	-	-	-	1.2.1.1	
<ul style="list-style-type: none"> • Lokalisering (beliggenhed) • Orientering • Udseende • Materialevalg 	1.2.2 Byggerier skal placeres og orienteres på grunden, så de naturgivne forudsætninger udnyttes bedst muligt.	P	Bygninger kan orienteres og udformes, så læ og solorientering udnyttes, mulighederne for passiv solvarme optimeres samt afkøling af bygningens overfladeareal via vindpåvirkning minimeres - fx vha. jordvolde, beplantning m.v.	-	-	-	1.2.2.1	
	1.2.3 S-FoUs byggerier skal vurderes m.h.p. en harmonisk integration af miljømæssige tiltag.	P	Synlige elementer i et miljøorienteret byggeri kan integreres i den samlede løsning. Fx anvendelse af aktiv og passiv solenergi, brug af alternative vandløsninger (regnvand, grundvand, teknisk vand), ventilationsløsninger, solafskærmning samt begrønning	-	-	-	1.2.3.1	
				Der kan tilføjes grønne arealer og vinterhaver til forbedring af microklimaet.	-	-	-	1.2.3.2
				Der kan tilføjes energilagre fx i fundamenter og vejasfalt - tunge bygningsdele, der kan bruges til lagring af vedvarende energi	-	-	-	1.2.3.3
	1.2.4. Byggerier skal fremstå som gedigent kvalitetsbyggeri, der kan tåle at bevares og ældes.	P	Falmede og / eller sribede facader kan signalere behov for vedligehold, udskiftning - og / eller fejlkonstruktion i forhold til vejrlig m.v. Byggematerialer samt konstruktioner bør vælges efter længst mulig levetid, herunder evne til at patinere og til at kunne vedligeholdes.	-	-	-	1.2.4.1	
1.3 Eksisterende bygninger bør genanvendes eller materialer fra nedrivning genanvendes.	1.3.1 Byggerier vurderes m.h.p. at eksisterende bygninger på grunden eller byggematerialer fra eksisterende bygninger på grunden kan genanvendes.	P	Byggemateriale kan som minimum genanvendes til fx belægninger i stedet for stabilt grus, brædder til forskalling m.v.	-25	0	-25	1.3.1.1	
1.4 Naturforholdene skal optimeres gennem fx grøn disponering/indretning af grund, brug af regnvand, beplantning	1.4.1 Begrønning af facader, espaliers m.v. anvendt æstetisk og som klimaskærmsregulator skal overvejes.	D	Begrønning kan medvirke til begrænsning af varmetab og indgå i solafskærmning - samtidig med at den udgør en del af et arkitektonisk hele. Den kan desuden inddrages som virkemiddel i forbindelse med fx byggeriets orientering (jf 1.2.2).	+25	+50	+50	1.4.1.1	
	1.4.2 Grundarealet skal disponeres, så der fremkommer en god balance mellem de bebyggede, befæstede og beplantede arealer (biofaktor).	D	Biofaktoren oplyser om forholdet mellem bebyggede, befæstede og beplantede arealer.	-	-	-	1.4.2.1	
			Stier, veje, p-arealer og lignende overflader kan udføres med vandgennemtrængelig belægning, der øger nedslivning af regnvandet - under hensyntagen til vedligeholdelse og handicaptransport.	+25	-25	+0	1.4.2.2	

Skema 1, Det eksterne miljø

>

Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
	1.4.3 Regnvandet skal genanvendes rekreativt.	D	Afledning af regnvand fra bygninger kan tilrettelægges således, at regnvand kan udnyttes til fx havevanding.	+25	-25	+0	1.4.3.1
	1.4.4 De grønne områder skal etableres med beplantning, der kræver minimal pleje og så der kan indføres bæredygtig pleje.	P	Planlæg efter at der ikke skal anvendes sprøjtemidler (pesticider) i driftsfasen. Jordforbedring - fx planter med dybtgående rødder som lucerne - kan medvirke til at øge jordens evne til at nedsive vand samt skabe forbedrede vækstbetingelser for efterfølgende kulturer.	-	-	-	1.4.4.1
	1.4.5 Eksisterende markante træer skal bevares og beskyttes særligt i byggefasen.	P	Byggepladsindretning koordineres og planlægges generelt, så skader på jord, eksisterende og planlagt beplantning kan undgås.	-	-	-	1.4.5.1

Valg af materialer på alle niveauer i et byggeri – fra facade- og tagmaterialer over gulvbelægninger o.a. aPTering til det løse inventar – er af stor betydning for det fysiske og det psykiske velvære i en bygning, såvel som for miljøbelastningen.

De emner, der inddrages i ”Materialer”, er følgende:

- > Valget af byggematerialer
- > Fleksible løsninger
- > Minimering af materialeforbruget
- > Vedligeholdelsesvenlighed

Materialevalget har betydning både for bygningens udseende, holdbarhed, vedligeholdelse, energiforbrug, for indeklimaet og for prisen. Det gælder både valg af materialer, der indgår i de primære bygningsdele som fx tag og facader, men også kompletterende bygningsdele som vinduer, døre m.v.

S-FoU lægger stor vægt på, at byggerier opføres bevidst med henblik på at undgå miljøfarlige og sundhedsskadelige stoffer og knappe råstofressourcer. Det betyder:

- > At materialer gerne må være så ”naturlige” som muligt med lange (> 30 år) leve- og holdbarhedstider,
- > at de kan repareres,
- > at konstruktioner gerne må være så få og så enkle som muligt.
- > at inventar så vidt muligt er miljømærket

Derudover ønsker S-FoU at der vælges konstruktive løsninger, der let kan genanvendes eller ombygges til at opfylde ændrede behov, samt løsninger, der minimerer materialeforbruget.

For brugerne er det vigtigt, at der tages hensyn til vedligeholdelsesvenlighed - let adgang, rengøringsvenlighed etc.

Desuden er det vigtigt at gennemføre en varieret udformning – også materialemæssigt – der gør det tiltalende for øjet og sanserne at opholde sig i bygningerne.

Gennem valg af materialer og konstruktive principper skal S-FoUs byggerier fremstå som kvalitetsprodukter, der kan patinere uden at nedslides.

Skema 2, Materialer



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
2.1 Materialer og konstruktive løsninger vælges såvidt muligt lokalt og ud fra et minimum af anvendelse af miljø- og sundhedsfarlige stoffer og begrænsning af resourceforbruget.	2.1.1 Miljødeklarerede - og indeklimate mærkede produkter skal vælges i videst mulig omfang.	D	Der bør foretages en generel miljøvurdering i forbindelse med materialevalget, idet dette influerer på en række forhold, bl.a. energiforbrug, arbejdsmiljø og indeklimate.	-	-	-	2.1.1.1
			Der bør vælges indeklimate mærkede produkter. Valg af indeklimate mærkede produkter har som mål at forbedre luftkvaliteten ved bl.a. at nedbringe luftens indhold af "gasser" fra byggematerialer.	+25	0	+25	2.1.1.2
			Materialer med ringe eller ingen afgangning kan også omfatte naturmaterialer, der ikke er indeklimate mærkede.	+25	0	+25	2.1.1.3
			Udover de almindeligt "kendte" miljø- og sundhedsfarlige stoffer har Miljøstyrelsen oversigter som "Listen over uønskede stoffer", "Effektlisten" o.l.: dokumentation skal fremlægges, hvis anvendelse af produkter med disse stoffer er nødvendig.	-	-	-	2.1.1.4
			Usikkerhed ved indkøb af byggevarer kan afklares ved at stille miljømæssigt relevante krav til producenterne om produktoplysninger, herunder forbrug og indhold af miljø- og sundhedsfarlige stoffer.	-	-	-	2.1.1.5
			Det kan prioriteres at vælge materialer/byggevarer fra virksomheder med certificerede miljøledelse. Alternativt kan virksomheden dokumentere, at de arbejder aktivt med udviklingen af virksomhedens miljøledelse.	-	-	-	2.1.1.6
			Som design - og materialemæssige virkemidler peges på:				2.1.1.7
			at der anvendes konstruktiv træbeskyttelse frem for imprægnering	-	-	-	
			- ved en klimatilpasset udformning af selve konstruktionen med udhæng, vandnæser, ventilering m.v.	-	-	-	2.1.1.8
			- ved en rigtig udnyttelse af fx kerneved samt	+25	-50	+25	2.1.1.9
			- ved valg af selvimprægnerende træsorter: undtaget herfra er dog særligt udsat træværk, jf. SBI-anvisninger samt brandtrykimprægnering til skoler, klasse I til lofter o.l.	+25	-25	0	2.1.1.10
			at MAL-kode kan nedsættes ved levering af produkt af fabrik som fx døre, vinduer, skabslåger, trappegelændere m.v. (MAL-kode 00-1 er bedst / mindst farlig. Jo højere tal, jo større sundhedsfare).	-	-	-	2.1.1.11
			at MAL-kode bør vælges med omhu og afbalanceret efter effekt på indeklimate/brugeren og malerens arbejdsmiljø - gælder alle former for maling, lim og lak.	-	-	-	2.1.1.12
at kabler, kabelbakker, tagrender, fodlister, fejllister, dørkarme, vinduer og døre, sternbrædder, gulvbelægninger og toiletsæder er PVC frie.	+25	0	+25	2.1.1.13			

Skema 2, Materialer



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
			at der anvendes natursten, træ eller keramiske materialer som gulvbelægning.	+25	0	+25	2.1.1.14
			at der ligeledes kan anvendes bygge- og isolerings-materialer som papir, hør, uld, træ- og plantefibre, hvor det er bygge- og brandteknisk muligt.	+25	0	+25	2.1.1.15
	2.1.2 Af hensyn til minimering af transporten skal der såvidt muligt vælges lokalt producerede bygge-materialer fremfor importerede.		Undersøg evt. hvor der i lokalområdet er leverandører af miljøcertificerede materialer.	-	-	-	2.1.2.1
2.2 Materialer og konstruktive løsninger vælges og udformes i en kvalitet, så de kan vedligeholdes / repareres.	2.2.1 Der skal generelt vælges bygge-materialer og produkter med lange leve- og holdbarhedstider. Sliddele og lignende skal kunne udskiftes uden destruktive indgreb i øvrige bygningsdele.	D	Det er væsentligt at overveje materialer og konstruktioner ud fra perspektivet om en fremtidig bevarende istandsættelse / levetidsforlængelse frem for udskiftning- jf. 1.2.4 patinering - ved fx	-	-	-	2.2.1.1
			at anvende vinduesrammer af kernetræ frem for splintved eller plastik	+25	-50	-25	2.2.1.2
			at anvende konstruktiv beskyttelse af udsatte bygningsdele, så vedligeholdelses- og udskiftningsbehovet mindskes.	+25	-25	0	2.2.1.3
			at rørinstallationer for brugsvand udføres i korrosionsfaste materialer som fx rustfrit stål. Bemærk at nye produkter gerne må anvendes, men efter aftale og dokumentation.	0	-25	-25	2.2.1.4
	2.2.2 Med henblik på at undgå fugt i konstruktioner mv. skal konstruktioner opbygges, så fugtphobning ikke kan finde sted.	P	Generelt kan fugt i konstruktioner ligeledes undgås ved at tænke i diffusionsåbne konstruktioner, dvs. konstruktioner der kan ånde.	-	-	-	2.2.2.1
			Vådtrum udføres af uorganisk materiale.	-	-	-	2.2.2.2
			I 2.4.1 stilles krav om fleksibilitet og heri indgår også målsætning om, at alle installationer skal være let tilgængelige og relativt lette at udskifte/renovere.	-	-	-	2.2.2.3
2.3 Materialeforbruget skal evalueres og konstruktioner vælges, så forbruget af byggematerialer og dermed råstof-ressourcer reduceres.	2.3.1 Byggeriets væsentlige dele må kun bestå af naturligt forekommende og / eller genanvendelige materialer såsom tegl, beton, natursten, træ, stål, aluminium, glas og lignende. Anvendelse af byggevarer, som indeholder eller er baseret på knappe ressourcer skal reduceres.	P	Anvendelse af materialer, der ikke er syntetiske eller lignende øger ligeledes sandsynligheden for, at de indeholder et minimum af miljø- og sundhedsfarlige stoffer (jf.2.1)	-	-	-	2.3.1.1
			Kompositprodukter som plader af diverse laminat-belægninger bør undgås, ligesom der ved valg af tropiske træsorter bør anvendes FSC-godkendt træ. Det gælder dog ikke laboratorier og andre lokaler, hvor arbejdsprocessen nødvendiggør brug af laminatoverflader m.m.m og hvor der ikke findes alternative muligheder.	+25	0	-25	2.3.1.2
	2.3.2 Forbruget af materialer minimeres under hensyntagen til andre bygningsegenskaber som varmeakkumulering samt hygroskopiske og akustiske egenskaber.	P	Der anvendes konstruktioner, hvor kræfterne føres direkte til fundamentene.	-	-	-	2.3.2.1
			Som del af klimatilpasset design kan der indpasses varmeakkumulerende overflader indendørs - fx i form af tunge vægge af sten eller ler.	-25	-25	0	2.3.2.2

Skema 2, Materialer



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
2.4. Materialer og konstruktive løsninger på bygningsdele vælges, så de let kan genanvendes eller ombygges til at opfylde ændrede behov uden væsentligt øget resourceforbrug.	2.4.1 Nybyggeri (råhus) disponeres med en fleksibel rumopdeling, så senere ændringer kan ske med minimum af miljømæssige følgevirkninger.	P	Målsætningen gælder især for bygningsdele, der ofte udskiftes eller renoveres.	-	-	-	2.4.1.1
			Ved renovering bør eksisterende materialer af god kvalitet genanvendes på den konkrete byggeplads eller i lokalområdet.	-25	0	-25	2.4.1.2
	2.4.2 Nybyggeri (råhus) disponeres med dekomponerbare konstruktioner, så senere ændringer kan ske med minimum af miljømæssige følgevirkninger.	P	Som et designmæssigt virkemiddel bør overvejes konstruktionsprincipper, der sikrer mulighed for en selektiv nedrivning og dermed bedre mulighed for genbrug af materialer - fx af gips-plader. Derved undgås det at skabe miljøskadeligt affald, der skal deponeres, fordi det ikke kan skilles ad.	-	-	-	2.4.2.1

I S-FoUs bygninger skal indeklimaet være sundt, så bygningerne er gode at opholde sig i.

Det gode indeklima opnås i en teknisk balance mellem krav til styring af ventilation, temperaturforhold, luftkvalitet og -fugtighed, lys- og lydforhold.

De emner, der inddrages i ”Indeklima”, er følgende:

- > Ventilation
- > Rengøringsvenlighed
- > Lys/dagslys
- > Støj

I en række lokaletyper - fx i undervisningslokaler - skal der tages særlige hensyn. Komfortniveauet skal være i overensstemmelse med og understøtte rummets funktion.

Valget af materialer, inventar og overfladebehandlinger er vigtigt både for det fysiske og det psykiske indeklima - jf. afsnittet om materialer.

Energiforbrug og indeklima hænger i en vis forstand sammen. Bygningers energiforbrug stiger til stadighed i disse år, især i institutions- og erhvervsbyggeriet. Det skyldes ikke mindst, at mange moderne byggerier udformes uden hensyntagen til fx solorienteringen. S-FoUs bygninger skal udformes optimalt i forhold til det omgivende klima, således at de bedst muligt og med mindst muligt energiforbrug kan tilpasse sig skiftende klimatiske forhold og sikre et godt indeklima.

Ventilationsanlæg – naturlige såvel som mekaniske – skal tilrettelægges, så de ikke giver hverken træk eller støjgener. Det er ligeledes afgørende, at anlæggene er simple og robuste at drive og vedligeholde, så den opnåede funktionalitet opretholdes i lokalernes funktionstid.

Rengøring skal være enkelt og effektivt. Et godt indeklima beror i høj grad på, at der er rent. Derfor er det vigtigt, at der ved byggeriets udformning lægges stor vægt på rengøringsvenlighed.

Det er vigtigt, at der tages særlige hensyn til dagslys, solindfald, refleksioner, udsyn og kunstlys, både i undervisningslokaler og auditorier samt i administrationslokaler.

Støj er uønskede lydpåvirkninger. S-FoUs byggerier skal tilrettelægges, så både udefra kommende støjpåvirkninger og støjniveauet fra interne støjkilder bliver mindst mulige. Det kan fx ske ved, at støjende aktiviteter samles i lokaliteter, der støjmæssigt kan isoleres fra andre områder.

Skema 3, Indeklima



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
3.1 I S-FoU's bygninger skal der tages særlige hensyn til indeklimaet, så det bliver sundt og godt at opholde sig i med henblik på at styrke forskningen og undervisningen.	3.1.1 Det gode indeklima opnås i en balance mellem krav til styring af ventilation, temperaturforhold, lys- og lydforhold.	P	Vær opmærksom på at de enkelte områder lapper over hinanden – og at det vigtigste er vælge virkemidler m.v., der integreres fra tidligste fase, så byggeriet kommer til at fungere som en samvirkende organisme.	-	-	-	3.1.1.1
Ventilation							
3.2 Indeklimagener skal forebygges ved bl.a. krav til luftkvalitet.	3.2.1 Ventilationen skal udføres som behovsstyret ventilation, så inde-luften er behagelig at opholde sig i og styres efter den personbe-lastning der er i lokalerne. Luftmængden skal være mindst 6 l/s pr. person i lokalerne (til ophold).	D	En tilstrækkelig og regulerbar ventilation er vigtigt for et godt indeklima. Udgangspunktet i byggeprogrammet kan være en optimering af design – bygning, rum, form – med henblik på naturlig/hybrid ventilation. Det kræver betydelig omtanke og nytænkning at opfylde dette, der i de fleste tilfælde skønnes at indeholde flere indeklimatiske fordele end energi- og ressourcemæssige ulemper!	-	-	-	3.2.1.1
	Der skal ikke udføres mekanisk ventilation i opholdslokaler, herunder én- og tomandskontorer.						3.2.1.2
	Der skal etableres oplukkelige vinduer i lokaler uden mekanisk ventilation.		Oplukkelige vinduer er fx vippevinduer med begrænset åbning a.h.t. alarmsystemer.	-	-	-	3.2.1.3
	Byggerierne skal tilrettelægges på en sådan måde, at aktiviteter der forurener luften samles og afskærmes fra øvrige områder og sådan at spredning kan forebygges med særlig ventilation. Lokaler, hvor ventilationen dimensioneres a.h.t. rygere skal begrænses.						3.2.1.4
	Der skal etableres behovs- og brugerstyring af ventilation i lokaler med forurenende og giftige arbejdsprocesser, fx laboratorier og værksteder med procesventilation.		Uanset behovstyring af rummene bør der være mulighed for at overstyre og skabe hyppigere luftskifte.	-	-	-	3.2.1.5
	Der skal etableres punktudsugning, hvor der foregår forurenede processer, såsom kopiering, madlavning, garderober med gangtøj og lignende.		Det bør overvejes at indrette særlige rum til elektrostatiske kontormaskiner (kopimaskiner, printere) og til rygere i form af rygekabiner med særlig kraftig ventilation. Alternativt kan der vedtages en lokal rygepolitik.	-	-	-	3.2.1.6
	Konstruktioner skal ikke virke befordrende på luftens relative fugtighed og dermed skabe grundlag for vækst af råd, svamp eller skimmel m.m., der kan afgive sundhedsskadelige stoffer.		Det bør overvejes at udføre særlig ventilation af fugtbelastede rum som garderobe, toiletter, badeværelser o.lign., evt. styret efter rummets relative fugtighed.	-	-	-	3.2.1.7
	Der skal anvendes naturlige hygroskopiske materialer som cement, ler, tegl og træ, der kan ånde og dermed medvirke til at holde et stabilt fugtniveau, hvis de ikke pakkes ind i fx tætte malerbehandlinger		Luftfugtigheden bør ligge i området 45-70 %.	-	-	-	3.2.1.8
	3.2.2 Friskluftindtag skal placeres, så udeluften har den bedst mulige kvalitet og i passende afstand fra ventilationsafkast.	P					3.2.2.1

Skema 3, Indeklima



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
3.3 Det skal være enkelt og let at rengøre indvendige overflader	3.3.1 Der skal vælges byggematerialer og inventar med flader, som muliggør en miljøvenlig rengøring / vedligeholdelse, og som samtidig er varieret og tiltalende for øjet og sanserne.	P	Indeklimaet kan forbedres ved at reducere omfanget af vandrette støvsamlende overflader (jf. SBI's rapport 246, "hyldefaktoren")	-	-	-	3.3.1.1
			at reducere omfanget af tæppebelægninger, gardiner og persiener. Variationen kan skabes ved forskellige materialer og farver.	-	-	-	3.3.1.2
Temperaturforhold							
3.4 Temperaturforholdene i byggerierne skal være behagelige og komfortable at opholde sig i.	3.4.1 I forbindelse med projekteringen skal rådgiverne redegøre for temperaturforhold i de forskellige rumkategorier / zoner, og byggerierne skal tilrettelægges således, at de ydre termiske belastninger påvirker det termiske indeklima mindst muligt.	P	Byggerierne bør tilrettelægges ud fra en vurdering af den operative temperatur. Byggerierne bør indrettes med forskellige rumkategorier / zoner afhængig af funktioner. Der tages hensyn til påvirkning fra kolde flader, strålingsasymmetri m.v.	-	-	-	3.4.1.1
			3.4.2 Ventilationsanlæg - naturlige såvel som mekaniske - skal tilrettelægges og udføres, så ventilationsåbninger ikke giver anledning til trækgener.	P	Målet opstår ud fra de hyppigste anvendte udsagn for dårligt oplevet indeklima: Der er for varmt, der er for koldt, det trækker.	-	-
	3.4.3 Der skal træffes foranstaltninger til at solindstråling gennem glaspartier ikke giver anledning til ukontrollerbare temperaturstigninger.	P	Meget høje temperaturer er generende for arbejdsmiljøet/indeklimaet. Samspil med varmeanlægget i forhold til hele byggeriet er væsentligt, ligesom her solindfald, ventilation og luftindtag.	-	-	-	3.4.3.1
			Minimering af uønsket solindfald sker bedst med udvendig solafskærmning.	+25	+25	+25	3.4.3.2
Lys							
3.5 Udsyn til omgivelserne og dagslysforsyning skal optimeres under hensyn til indeklimaet og de aktiviteter, der foregår i lokalerne.	3.5.1 Byggerier skal tilrettelægges, så opholdslokaler og almindelige kontor- og undervisningslokaler m.m. får maksimalt dagslys (dagslysfaktor (DF) minimum 2.0 %), mens auditorier samt laboratorier og værksteder med særlige funktioner skal have en så lav dagslysfaktor som muligt.	D	Der kan fx arbejdes med reflekterende lyslylter udenfor vinduerne	+25	0	+25	3.5.1.1
			3.5.2 Visuel kontakt til omgivelserne fra alle arbejdspladser, hvor der er krav om DF, skal optimeres ved at glasarealer er på min. 18 % af facadearealet og afstand fra arbejdsplads til vindue er max 5 meter.	P	Rumdybder overvejes og bør ikke være større end 6 - 8 m i kontorer med ensidig dagslysbelysning og 6 m i almindeligt undervisningslokale.	-	-
	3.5.3 Byggerier skal placeres således, at bygninger og lignende i omgivelserne ikke hindrer daglystilgangen.	P					
3.6 Belysningsstyrken i de enkelte lokaler skal være behagelig og afpasses de aktiviteter, der finder sted.	3.6.1 Farvevalg på vægge, loft, gulv og inventar skal afpasses så reflektans og luminans-fordelingen bliver behagelig uden risiko for blænding og sorte huller. Farvesætningen skal dog tage hensyn til, at 20% af befolkningen ikke kan opfatte variation i ensfarvede former.	P	Døre og dørkarme må ikke have samme farve eller luminans som væggene.	-	-	-	3.6.1.1

Skema 3, Indeklima



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
	3.6.2 Der skal sikres tilstrækkeligt lys uden blænding og refleksioner ved arbejdspladser og i undervisningslokaler.	P					3.6.2.1
Lyd							
3.7 Bygningerne skal indrettes, så støjniveauet fra interne støjkloder bliver mindst mulige.	3.7.1 Aktiviteter, såsom fx samtale, musik, maskinprocesser, spisning og lignende skal samles i lokaler, der støjmæssig kan isoleres fra andre områder.	P	Udformning og materialer vælges, så de bedst mulige akustiske forhold opnås, herunder god lufttydsisolation og mindst mulig trinøj. Det betyder, at fx gulve udføres, så trinøj undgås, døre udføres med tætningslister m.m.	-	-	-	3.7.1.1
			Kontor og undervisningslokaler skal indrettes, så efterklangstiderne er på et passende niveau i forhold til de aktiviteter, der finder sted.	-	-	-	3.7.1.2

Bygningers energiforbrug til opførelse såvel som drift udgør mere end 50 % af det samlede samfundsmæssige energiforbrug. En reduktion af energiforbruget er derfor et mål i sig selv. Men også en omlægning af energiforbruget til energiformer, der har mindre effekt på miljøet (lavere CO₂ udledning), kan give fordele.

De emner, der inddrages i ”Energi”, er følgende:

- > Orientering, klimaskærm, indretning
- > Varmeanlæg
- > Forbrugsregistrering
- > Tekniske installationer
- > Vand

S-FoUs byggerier skal planlægges og koordineres med henblik på at minimere energiforbruget i hele bygningens levetid - bl.a. ved optimering af solorienteringen og indretningen af bygningerne.

I forhold til indretningen er rumstørrelser, rummenes beliggenhed i forhold til hinanden, behovet for gangarealer m.v. af stor betydning. Jo større bygningen er, jo mere skal der varmes op, hvorfor en komprimering af bygningsvolumener i forhold til miljøoptimering af bygningens energiforbrug kan være en væsentlig strategi.

Bygningens klimaskærm skal også udformes under hensyntagen til det samlede energiforbrug. Fx kan solvægge med solceller være et alternativ til normale facadebeklædninger og bidrage til bygningens energiforbrug.

Også karakteren af byggeriets varmeanlæg er vigtigt i forhold til vurderingen af miljøpåvirkninger. Opvarmningen af S-FoUs byggerier skal være så energiøkonomisk som muligt. Det bør desuden tilstræbes at anvende vedvarende energiformer i et omfang, der svarer til 20 % af det samlede energiforbrug – i byområder fx grøn el, kraftvarme, solceller m.v.

Hvor laboratorie- og værkstedsprocesser ikke nødvendiggør bestemte teknologier, bør der vælges systemer med mindst mulig energi- og ressourcebelastning. For at påvirke brugeradfærden bør der endvidere være mulighed for brugerstyring i mindre kontorer og opholdslokaler, ligesom der anbefales etableret synlige målere på centrale punkter.

Ved valg af belysning o.a. elektriske installationer inddrages energimæssige overvejelser.

Udover anvendelsen af almindelig kendt teknologi – vandbesparende armaturer o.s.v. – er det vigtigt at inddrage muligheder for anvendelse af regnvand.

Skema 4, Energi



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
4.1 Der skal foretages en planlægning og koordinering af det enkelte projekt med henblik på at minimere det samlede energi- og ressourceforbrug i byggeriets levetid - og dermed forbruget af fossile brændsler og CO2 udledningen.	4.1.1 Den beregnede energi(forbrugs)ramme skal være mindst 30% mindre end foreskrevet i BR95.	D	Ud over forbedring af klimaskærmen kan der - for at nedbringe energiforbruget - arbejdes med:				4.1.1.1
			Vedvarende energi i form af passive / aktive solenergisystemer, energilagring eller energibesparende systemer.				4.1.1.2
			Udnyttelse af dagslyset til reduktion af elforbruget.				4.1.1.3
	4.1.2 Materialer og produkter udvælges og vurderes under hensyntagen til energi- og ressourceforbruget i hele materialets eller produktets levetid, herunder fremstilling, udførelse, drift, vedligeholdelse og bortskaffelse.	D	Køling til temperaturregulering udføres ved tilrettelæggelse af bebyggelsens orientering, anvendelse af solafskærmning, anvendelse af varmeakkumulerende bygningsdele, udnyttelse af nattekøling o.s.v.				4.1.2.1
			Energiforbruget til fremstilling og produktion er fx lavere ved genbrugsmaterialer end ved nyproducerede materialer.				4.1.2.2
			God byggepladslogistik reducerer intern transport m.m.				4.1.2.3
	4.1.3 Orientering og indretning af bygninger skal planlægges under hensyntagen til at begrænse energiforbruget.	P	Bygninger kan orienteres og udformes, så afkøling af bygningens overfladeareal via vindpåvirkning minimeres - fx ved beplantning af læbælte i fremherskende vindretning, jordvolde m.v. Solorienteringen kan udnyttes, fx ved optimering af mulighederne for passiv solvarme.				4.1.3.1
			Indretning med vindfang, svingdøre m.m. anvendes som bufferzoner mellem varme og kolde områder.				4.1.3.2
	4.2 Bygningernes klimaskærm skal udformes under hensyntagen til det samlede energiforbrug.	4.2.1 Klimaskærmens muligheder og ydeevne skal udnyttes i et samspil i forhold til reduktion af energiforbrug.	P	Klimaskærmen består af mange delelementer, der hver for sig kan optimeres og samlet bidrage til den ønskede reduktion (jf. 4.1.1). Fx kan man prioritere: Solafskærmning for uønsket varmetilskud			
og solvægge til foropvarmning af frisk luft. Begge principper kan overvejes udført med transparente solcelleelementer. Jf. ligeledes anbefalinger under indeklimaet.							4.2.1.2
4.2.2 Der anvendes energiruder med relativ U-værdi lavere end eller lig med 1,0 W/m ² °C.		D	Kravet gælder for målinger for hele ruden.				4.2.2.1

Varme

4.3 Varmeanlæg skal opbygges ud fra principper, der giver det lavest mulige energiforbrug.	4.3.1 Det beregnede energiforbrug til varme bør ikke overstige følgende: Kontor, Administration Ikke fyrede anlæg: 70 kWh/m ² /norm. år. Fyrede anlæg: 80 kWh/m ² /norm. år. Skoler, Forskningslaboratorier Ikke fyrede anlæg: 90 kWh/m ² /norm. år.	D	Energiforbruget til varme kan søges begrænset ved fx				
			at anvende fyringsteknikker, der tillader kondenserende drift	+25	0	-25	4.3.1.1
			at anvende varmeenergi, der er tilvejebragt ved samproduktion af el og varme. (Kraft/varmeanlæg)	0	0	-25	4.3.1.2
			at begrænse længden af rørinstallationerne og optimere isoleringen heraf	-25	-25	-25	4.3.1.3

Skema 4, Energi



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
	Fyrede anlæg: 110 kWh/m ² /norm. år. Tallene angiver forbruget til opvarmning og varmt brugsvand.		at anvende dynamisk virkende strengreguleringsventiler for at minimere den cirkulerende vandmængde i anlægget	+25	-25	0	4.3.1.4
			at indbygge optimal styring og overvågning af energiforbrug via fx CTS-anlæg samt tænd/sluk automatik med styringsoptimering	+25	0	-25	4.3.1.5
			at varmegenvinding af ventilationsluft udføres med varmeveksler med størst mulig virkningsgrad.	+25	-50	-25	4.3.1.6
	4.3.2 Der skal forberedes for måling og registre-ring af energiforbruget med henblik på at inspirere til energirigtig adfærd samt gøre det muligt at lave grønne regnskaber.	D	Der udføres et anlægsdesign, der muliggør en målingsstrategi, hvor en kombination af energimålere og individuelle varmefordelingsmålere anvendes.	+25	-25	0	4.3.2.1
4.4 Det tilstræbes at anvende vedvarende energiformer til opvarmning.	4.4.1 Mindst 20% af det samlede beregnede varmeforbrug dækkes af vedvarende (ikke fossile) energiformer.	D	Den "billigste" form for tilskud er at lade passiv solvarme indgå som integreret del af designet af klimaskærm og rumindretning m.v. i videst mulig udstrækning. Vær opmærksom på at anvendelse af passiv solvarme skal planlægges med omhu af hensyn til indeklimaet. Undgå at have ekstreme glasarealer mod syd – med mindre der er arbejdet bevidst med rumvolumen, varmelagringskapacitet samt zonedeling.	-	-	-	4.4.1.1
			I områder uden fjernvarmeforsyning anbefales at anvende solfangere til opvarmning af brugsvand.	+25	-25	0	4.4.1.2

El

4.5 El-forbrug til belysning, ventilation, maskiner og inventar skal minimeres.	4.5.1 Det beregnede el/energiforbrug bør ikke overstige følgende: Undervisning, forskning: 19 kWh/m ² /år Offentlig administration: 15 kWh/m ² /år Højere læreanstalter: 21 kWh/m ² /år	D	En stor besparelse i elforbruget ligger grundlæggende i omtanke for dagslyset ved at undgå anvendelse af kunstig lys i dagtimerne.	-	-	-	4.5.1.1							
								4.5.2 El forbruget til almen belysning bør maksimalt være 4 w/m ² i gangarealer, 8 w/m ² i kontorer og undervisningslokaler.	P		-	-	-	4.5.2.1
								4.5.3 Der skal etableres bimålere på enheder med forbrug over 50.000 kWh/år samt på selvstændige driftsenheder, idrætsafsnit m.v.	D		+25	-25	0	4.5.3.1
	4.5.4 Der skal anvendes den mindst elforbrugende teknologi i alle relevante sammenhænge.	D	Som konkrete retningslinjer og virkemidler kan anvendes: - tænd/sluk/automatik efter behov - kombineret med bevægelsesfølere, skumringsanlæg m.v. - lavenergi-lyskilder overalt - Hårde hvidevarer med lavenergiklasse A. - Ventilatormotorer og pumpemotorer som sparemotorer iht. Elsparefondens sparemotorliste.					4.5.4.1						

Skema 4, Energi



Miljømålsætning	Miljøkrav	Kontrol	Idékatalog	Anlæg	Drift	Total	Bemærkninger
	4.5.5 Der udformes en samlet strategi, hvor komfortkrav og indeklimakrav vejes op mod energiforbruget ved udformning af ventilations-, køle- og andre elforbrugende systemer. I laboratorier, værksteder m.v. med stort kølebehov skal fordele og muligheder ved alternative / vedvarende energiformer, herunder grundvandskøling, vurderes.	D	Som udgangspunkt bør en bebyggelse disponeres således, at kompressorbaserede køleanlæg til opretholdelse af acceptable indeklima forhold i almindelige undervisnings- og mødelokaler, samt kontorer og opholdsrum ikke er nødvendige.	-	-	-	4.5.5.1
			Kølebehovet kan mindskes ved punktudsugning fra varmekilder og adskille lokaliteter med særlig stor varmebelastning fra øvrige områder. (Serverrum, kopirum og lign.)	+25	-25	0	4.5.5.2
			Der kan anvendes køling med natteluft.	-	-	-	4.5.5.3
			Udnytte jordkøligheden ved at udføre luftindtag via kanaler i jord.	+25	0	0	4.5.5.4
			Byggeprojektet bør i princippet være designet til at udnytte naturlig ventilation gennem udformning, indretning og orientering. Om sommeren kan understøttes med udsugningsventilatorer (Hybridventilation) eller solskorstene og der kan benyttes tværvæntilering (gennemtræk).	-25	0	-25	4.5.5.5
4.6 Der søges anvendt alternative energikilder til supplerende elproduktion.	4.6.1 Der tages i forbindelse med udformning af tag og facader stilling til indpasning af solceller og der forberedes under alle omstændigheder for en eventuel senere montage af nettilsluttede solceller på tage eller facader.	D	Der tænkes især på anvendelse af solcelleanlæg i forbindelse med fx pumpe til solvarme, ventilatorer m.v.	+150	-25	+50	4.6.1.1

Vand

4.7 Vandforbruget til hygiejne, teknik, vask, rengøring og vanding skal minimeres.	4.7.1 Der skal forberedes for måling og registrering af vandforbruget med henblik på at inspirere til vandbesparende adfærd samt gøre det muligt at lave grønne regnskaber.	P	Der etableres bimålere på enheder, hvor det er naturligt og altid på enheder med for over 2000 m ² /år.	+25	-25	0	4.7.1.1
	4.7.2 Der skal anvendes den mindst vandforbrugende teknologi i alle relevante sammenhænge.	D	Som konkrete virkemidler kan anvendes:				
			- håndvaske på toiletter med selvluukkende armatur med maksimal gennemstrømning på 6 liter/ minut og i køkkenet/kantine anvendes berøringsfri armatur med maksimal gennemstrømning på 12 liter/ minut	+50	-25	+25	4.7.2.1
			- håndvaske i køkken/kantine med etgrebsarmaturer med sparefunktion og med maksimal gennemstrømning på 12 liter/ minut	0	0	0	4.7.2.2
			- Nye vandbesparende toiletter med 4 liters skyl eller 3/6 liters kombinationsskyl	0	0	0	4.7.2.3
			- Pissoirer af vandfri type	+25	-25	0	4.7.2.4
			- termostatisk brusearmatur med begrænsning af tappetid ved fælles bruserum	+50	-50	0	4.7.2.5
			- Genbrug af teknisk vand	+50	-25	0	4.7.2.6
	- Opvaskemaskiner af klasse A mærke.	-	-	-	4.7.2.7		
4.7.3 Regnvand søges anvendt til nytteformål (jf.1.4.3).	D	Afledning af regnvand fra bygninger kan tilrettelægges således, at regnvand kan udnyttes til fx havevanding.	-	-	-	4.7.3.1	

Bilag

>

BILAG A Overordnet miljøkortlægning	24
BILAG B Vejledning i totaløkonomiske beregninger	29
BILAG C Litteraturliste	37
BILAG D Ordforklaringer	38

I forbindelse med revision af S-FoU's tidligere miljøvejledning februar 2002 er der foretaget en overordnet og generel miljøkortlægning. Kortlægningens formål er at skaffe et overblik over miljøpåvirkninger og deraf følgende miljøeffekter, som et byggeprojekt kan give anledning til i den samlede levetid. Både store og små byggerier udløser mange forskellige miljøpåvirkninger med dertil hørende behov for dataindsamling, og derfor er det nødvendigt allerede i en første overordnet kortlægning for forsknings- og uddannelsesbyggeri at foretage en prioritering af miljøpåvirkningerne, for at lægge indsatsen det rigtige sted.

Denne prioritering foretages i samarbejde med S-FoU.

Overordnet kortlægning består af følgende vurderinger og processer i forhold til hinanden

Det vil sige:

Det planlagte byggeris forventede miljøpåvirkninger skal vurderes inden for 13 hovedområder på 3 skalatrin i forhold til 4 faser i et livscyklusforløb. På baggrund heraf skal miljøpåvirkningerne prioriteres m.h.p. fastsættelse af væsentlige indsatsområder.

Baggrund

I den generelle kortlægning af forsknings- og uddannelsesbyggeris miljøpåvirkning er der taget udgangspunkt i en teoretisk bygningskonstruktion på en ikke-defineret beliggenhed, der er karakteriseret ved at indeholde almindelige undervisningslokaler, særlige undervisningslokaler såsom laboratorier, administrationslokaler, kantiner, andre fælles opholdsrum og gangarealer. Der er desuden taget udgangspunkt i, at forsknings- og uddannelsesbyggeriet har en sådan størrelse og frekventeres af så mange mennesker, at det har afgørende indflydelse på omgivelserne.

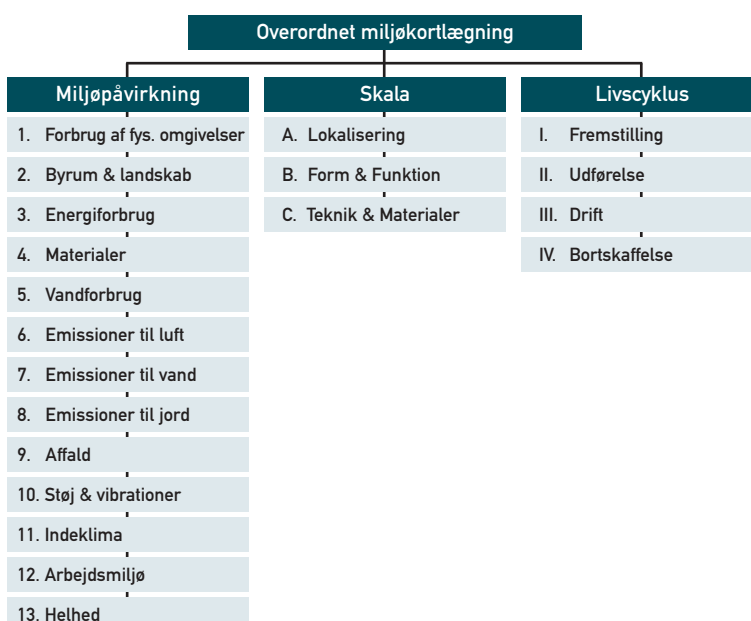
Herudover er der taget udgangspunkt i, at der for brugeren er en række miljøpåvirkninger, der er af stor betydning. Det er vigtigt, at bygningen er sund og behagelig at opholde sig i, at den er driftsvenlig f.s.a. fx rengøring, at energiforbruget er så lavt som muligt, samt at arkitektur, beplantning o.s.v. er i overensstemmelse med omgivelserne og den ønskede signalværdi.

Udover brugerens interesser er der også en række almene samfundsmæssige interesser, som skal vurderes i miljøkortlægningen. Det gælder primært den påvirkning, uddannelsesbyggeriet har på det ydre miljø – emissioner til jord, vand og luft, støj- og trafikgener. Desuden skal belastningen af infrastrukturen undersøges i forhold til el, vand og varme og affald. Endelig har byggeriets arkitektur, samspil med omgivelserne også betydning.

Skala

Bygværkets formmæssige, funktionelle og tekniske planlægning er i kortlægningen opdelt i følgende tre fysiske hovedområder, skalaer, som tilsammen udgør bygværkets endelige udformning:

1. **Bygværkets lokalisering** - Her forstås den betydning, som beliggenheden har for et bygge- eller anlægsprojekt, f.eks. flora og fauna, forsyningsstrukturer eller jordbundsforhold m.v. (Miljøpåvirkning 1, 2, 3, og 13)



2. **Bygværkets form og funktion** - Her forstås de miljømæssige konsekvenser, som bygge- eller anlægsprojektets form eller funktion kan have. F.eks. har det arkitektoniske udtryk, herunder eksempelvis bygningens overfladeareal stor betydning for energiforbruget. (Miljøpåvirkning 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12 og 13)
3. **Bygværkets teknik og materialer** - Her forstås de miljømæssige konsekvenser, som valg af konstruktioner, bygningsdele og materialevalg giver anledning til. Eksempelvis kan valg af en tung konstruktion medføre et stort ressourceforbrug, og desuden er materialernes levetid af afgørende betydning for miljøpåvirkningerne, set i byggeriets livscyklus. (Miljøpåvirkning 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 og 11)

Livscyklus

Det er vigtigt at se en bygning – ikke som et produkt, men som en proces i tid og rum. Derfor er det også vigtigt at se på de tre fysiske hovedområder i relation til bygningens livscyklusfaser. Livscyklusfaserne er følgende:

1. **Fremstilling** - dækker over såvel råstofudvinding og -forarbejdning af de materialer der er indeholdt i byggevarer eller som anvendes som hjælpe-stoffer under forarbejdningen samt den egentlige fremstilling af selve byggevarerne.
2. **Udførelse** - dækker den proces, der foregår under udførelsen af bygge- eller anlægsprojektet - eller det er ændringer eller renoveringer af eksisterende bygninger eller anlæg.
3. **Drift** - dækker selve driften af et byggeri eller et anlæg, herunder den nødvendige vedligeholdelse, og hvad der i øvrigt kan være en konsekvens af brugen.
4. **Bortskaffelse** - dækker såvel nedrivning af byggeriet eller anlægget som bortskaffelse af det materiale, der opstår som følge heraf.

I den overordnede kortlægning er der taget udgangspunkt i, at det er livscyklusfaserne ”Udførelse” og ”Drift”, der er de tungeste processer, når man anskuer et byggeris miljøpåvirkninger gennem samlet levetid – idet miljøbelastningerne fordeler sig med 20-25% på anlæg og 75-80% på drift. Den overordnede miljøpåvirkning vises i skemaet.

Livscyklusfase Miljøpåvirkning - input	Fase 1 Produktion af byggevarer	Fase 2 Byggeproces	Fase 3 Drift og vedligehold	Fase 4 Nedrivning og bortskaffelse
Energiforbrug	X	XX	XXX	X
Råstof- og Materialeforbrug	X	XXX	XX	X
Vandforbrug	(X)	XX	XXX	X
Forbrug af fysiske omgivelser	X	XXX		X
Miljøeffekt - output				
Emission til luft		XX	XX	
Emission til vand		XX	XX	
Emission til jord		XX	XX	
Fast affald	X	XXX	XXX	XXX
Støv		X		
Støv og vibrationer		XX		
Arbejdsmiljø		XXX	XXX	
Indeklima			XXX	
Landskab, flora og fauna	X	XX		

X Ingen indflydelse
 XX Mindre indflydelse
 Indflydelse
 XXX Mere indflydelse

Miljøkortlægningen giver mulighed for at vurdere, hvilke miljøpåvirkninger, der overhovedet har relevans for forsknings- og uddannelsesbyggeri. Kortlægningen er desuden grundlaget for at prioritere, hvilke miljøpåvirkninger der skal arbejdes videre med ved opstilling af miljøkrav og virkemidler til projekteringen af uddannelsesbyggeri.

Den overordnede kortlægning tager udgangspunkt i brugerens interesser såvel som samfundsinteresser. Den overordnede miljøkortlægning inkl. sorteringer jf. nedenfor er vedlagt som bilag.

Påvirkning	Højeste vægtning fra begge parter	Påvirkning	Højeste vægtning fra den ene part og næsthøjest fra nr.2	Påvirkning	Højeste vægtning fra den ene part
1	Infrastruktur – Trafik			1	
	Infrastruktur - Vandforsyning				
	Infrastruktur - Varmeforsyning			2	
				3	Rumstørrelser
2	Beplantning på byggegrund	2	Byggeriets udstrækning		
	Veje og befæstede arealer		Bymiljø, bebyggelse	4	
			Jord- og grundvandsforurening fra bygningsanlæg	5	
3	Varmeforbrug		Udenomsarealer		
	Vindforhold på byggegrund			6	
4		3	Elforbrug		
			Energiforbrug til materialer og produkter	7	
5	Vandforbrug		Form og solorientering, bygning	8	
6			Varmeantæg	9	
7					
		4	Kompletterende bygningsdele	10	
8			Primære bygningsdele		
			Tag	11	Indeklima
9	Affaldshåndtering	5			Inventar
					materialsammensætning
10		6	Ventilationsafkast	12	
11		7	Afløb		
			Emissioner til jord	13	
12					
		9	Byggeaffald		
13	Udtryk				
		12	Rengøring		
					2,5
		13	Nuværende og tidligere anvendelse		
			Stilretning		

Miljøpåvirkninger for uddannelsesbyggeri

I den overordnede miljøkortlægning er de delelementer, der indgår i et byggeri, vurderet og sorteret i forhold til, om den miljøpåvirkning, som de afstedkommer, er:

- > Mindre væsentlig (1)
- > Væsentlig (2)
- > Meget væsentlig.(3)

Hvert af delelementerne kan stilles op efter følgende kriterier:

- > Rækkefølge i forhold til relation til miljøpåvirkningerne 1-13
- > Rækkefølge i forhold til relation til lokalitet, form & funktion, teknik og miljø
- > Rækkefølge i forhold til livscyklus
- > Rækkefølge i forhold til interessenter

De fire regneark er vedlagt i et særskilt bilag.

I kortlægningen er der forskellige sorteringer sammenholdt med henblik på at skaffe et overblik over, hvordan miljøpåvirkningerne kan prioriteres. Relationen til livscyklus tages ikke op her – der henvises til ovenstående skema. Herefter er der foretaget en kvalitativ analyse, som giver et prioriteret overblik over:

- > Miljøpåvirkninger fordelt på 13 typer af miljøpåvirkninger og efter bruger- og samfundsinteresser (interessenter)

På denne side gennemgås den kvalitative analyse, hvor bruger og samfundsinteresser gøres op i forhold til de 13 typer af miljøpåvirkninger. Alle miljøemner, der har fået højeste vægtning (3/3) er listet i kolonne 1, emner, der har vægtning 3/2 er i 2.kolonne, og emner, der har fået vægtning 3/1 er i 3.kolonne. Herefter er det vurderet – og markeret med en ring – hvor der er størst interesse.

I oversigten over hvilke miljøpåvirkninger, der set fra brugers og samfunds synsvinkel i fællesskab, er af betydning, kan altså isoleres fem områder af interesse:

- 1.+2.+13 Omgivelser
(Byrum og landskab + forbrug af fysiske omgivelser + helhed)
- 3. Energiforbrug
- 4. Materialer
- 11. Indeklima

1+2+13 Omgivelser

Forbrug af fysiske omgivelser, byrum og landskab og helhed er her samlet til ét fælles indsatsområde, som betegnes ”Omgivelser”.

I forsknings- og uddannelsesbyggeriets forhold til omgivelserne er der overordnet fokus på tilpasningen til omgivelserne, byen, bygninger, herunder den eksisterende bebyggelse på byggegrunden og landskab.

Herudover skal infrastrukturen inddrages – både forsyningsstrukturen og trafikforholdene. Tilsvarende gælder naturforholdene, beplantningen på byggegrunden og omfanget af befæstede arealer.

3 Energiforbrug

Energiforbruget er et problem, fordi det påvirker miljøet på en række områder: Afbrænding af fossile brændstoffer udvikler CO₂, hvilket bidrager til drivhuseffekten, de fossile brændstoffer er begrænsede ressourcer, og afbrænding kan føre til udledning af sundheds- eller miljøskadelige stoffer til luft, jord eller vand. Derudover har energiforbrug også på andre væsentlige områder betydning: energi er dyrt - både for bygherren og for samfundet og en stor del af brændstofferne hentes i politisk ustabile områder af verden (f.eks. Rusland og Mellemøsten) Derfor er en reduktion af energiforbruget et mål i sig selv, men også en omlægning af energiforbruget kan give fordele.

Der skal ved anlæg af uddannelsesbyggeri tages hensyn til både el-, vand- og varmforsyning i forhold til byggeriets lokalisering – herunder vindforhold og solorientering, byggeriets form og ind-

retning. Mht. sidstnævnte er rumstørrelser, rummenes beliggenhed i forhold til hinanden, behovet for gangarealer m.v. af stor betydning for bygningens størrelse. Samtidig er det en kendsgerning, at jo større bygningen er, jo mere skal der varmes op, hvorfor komprimering af bygningsvolumener i forhold til miljøoptimering af bygningens energiforbrug kan være en væsentlig strategi.

Også karakteren af byggeriets varmeanlæg er vigtigt i forhold til vurderingen af miljøpåvirkninger.

4 Materialevalg

Materialevalget har stor betydning både for bygningens udseende, holdbarhed, vedligeholdelse, energiforbrug, for indeklimaet og for prisen. Det gælder både primære bygningsdele som fx tag, men også kompletterende bygningsdele som fx vinduer og døre.

11 Indeklima

Energiforbrug og indeklima hænger i en vis forstand sammen. Bygningers energiforbrug stiger til stadighed, især institutions- og erhvervsbyggeriet. Det skyldes ikke mindst at mange moderne kontorhuse udformes på en sådan måde, at der opstår store problemer med overophedning. De indeklimaproblemer, som det medfører, kræver køling - og køling kræver et stort energiforbrug. Bygninger bør udformes optimalt i forhold til det omgivende klima, således at det bedst muligt og med mindst muligt energiforbrug kan tilpasse sig skiftende klimatiske forhold for at sikre et godt indeklima.

Indeklimaet er desuden meget påvirket af materialesammensætningen – ikke mindst overfladebehandlinger. Desuden påvirkes indeklimaet også af valget af inventar. Det er primært det fysiske indeklima, der behandles i kortlægningen, men det er klart, at det psykiske indeklima også påvirkes af materialevalg - bl.a. farver, variation m.v.

5-10 og 12 Øvrige

Til konkretiseringen af S-FoU's generelle miljømål er der taget udgangspunkt i at lokalisere og prioritere de indsatsområder, der er vigtigst – generelt og som et minimum – i forbindelse med miljøbelastninger, der er forbundet med uddannelsesbyggeri som sådan. Mange af de øvrige nævnte miljøpåvirkninger (5-10 og 12 Øvrige), der kan knytte sig til uddannelsesbyggeri, er omfattet af indsatsområder, der er udvalgt som generelt vigtige, på baggrund af den foretagne analyse.

Det er vigtigt at bemærke sig, at når et nyt uddannelsesbyggeri påbegyndes, skal der under alle omstændigheder altid foretages en uddybende miljøkortlægning, der tager højde for de specifikke forhold, der måtte gøre sig gældende i forhold til lokalisering, form og funktion, og teknik & materialer, som knytter sig til det konkrete projekt.

I denne proces kan der opstå den situation, at aspekter, der knytter sig til et konkret projekt, kan overrule de generelle miljømålsætninger – f.eks. kan udledning af forurenede spildevand vise sig vigtigt at imødekomme i ét projekt, frem for et andet. De øvrige delemner og deres påvirkning af miljøet kan derfor blive vigtige at vurdere i de konkrete uddannelsesbyggerier på baggrund af en sådan uddybende miljøkortlægning og må derfor ikke tilsidesættes, selvom der er udpeget en række overordnede aspekter, som de generelle indsatsområder.

Indhold

1. Indledning
2. Elementer i totaløkonomi.
3. Algoritmer til totaløkonomi.
4. Generelle forudsætninger.
5. Regneark til beregning af totaløkonomi

1. Indledning

Totaløkonomi er populært sagt en beregning, hvor alle de omkostninger en bygning, bygningsdel, foranstaltning eller andet giver anledning til i hele sin levetid, bliver opgjort til et samlet beløb, omregnet til nutidsværdi.

Totaløkonomiske beregninger anvendes i denne vejledning til at vurdere de økonomiske konsekvenser af to eller flere sammenlignelige løsninger.

2. Elementer i totaløkonomi

Totaløkonomiske beregninger består i at beregne nutidsværdien for anskaffelses- og opretningsomkostningerne, driftsudgifterne i bygningens levetid eller anden udvalgt periode samt bortskaffelsesudgifterne. I dette afsnit gennemgås de enkelte elementer, og der anføres hvor og hvordan, de enkelte oplysninger kan fremskaffes.

Anskaffelsesomkostninger

Vurdering af anskaffelsesomkostninger kan udføres på baggrund af erfaringer eller forskellige opslagsværker som f.eks. V&S opslagsværker. Det er vigtigt, hvis man anvender opslagsværker, at man finder de undersøgte alternativer i samme værk, og at omkostningerne er sammenlignelige.

Driftsudgifter

Driftsudgifterne opdeles i følgende:

- > Vedligeholdelse.
- > Opretning.
- > Forsyning og fællesdrift.

Vedligeholdelse

Omkostningerne er løbende udgifter til rengøring, maling, smøring, udskiftning af sliddele, abonnementer på serviceaftaler m.v.

Vurdering af vedligeholdelsesomkostninger kan udføres på baggrund af erfaringer fra egne bygninger og installationer. Forskellige opslagsværker som f.eks. V&S (renovering) kan anvendes.

Databasen i By og Bygs edb program ”Trambolin”, der indeholder en bearbejdning af indberetningerne fra almennyttige boligbyggerier over hele landet, hvor vedligeholdelsesudgifterne er opgjort i forhold til bebyggelseskategori, boligtyper, lokalitet m.v. kan anvendes. Der er tale om tal for boligbyggeri men der vil være mange sammenfald.

Opretning

Omkostningerne til opretning dækker over hel eller delvis fornyelse af elementer i løsningen. Det vil sige, at levetiden er udløbet for det pågældende element, som nu skal fornyes. Har man bestemt anskaffelsesomkostningerne, vil det i langt de fleste tilfælde være de samme beløb, som benyttes, eventuelt med et renoveringstillæg, som kan være omkostninger til stillads, byggeplads eller andet relevant for det aktuelle tilfælde.

Det problematiske element i totaløkonomisk henseende er at bestemme levetiden, altså intervallet mellem, hvor ofte der skal finde en opretning sted. Mange elementer, bygningsdele, kan indeholde flere komponenter med hver sin levetid, og de skal i så fald vurderes hver for sig.

Vurdering af levetider kan udføres på baggrund af erfaringer fra egne bygninger og installationer. Fabrikkerne vil sædvanligvis kunne give oplysninger om produktens levetid, men oplysningerne skal naturligvis justeres med egne overvejelser.

Der kan skønnes ud fra oplysninger i publikationen ”Planlægning af driftsvenligt byggeri”, Byggeriets Udviklingsråd, 1985.

I By og Bygs edb program Beat 2002 findes nogle gode bud på bygningsdeles levetid. De benyttes til at beregne bygningsdele og bygningers miljøbelastning og vil være meget relevante at anvende i denne sammenhæng. I nogle opslagsværker, f.eks. V&S, findes der sammen med priserne oplysninger om levetider. Det er vigtigt at huske på, at der arbejdes med sammenligninger mellem løsninger, derfor er det nødvendigt at arbejde med samme vurderingsgrundlag for de enkelte løsninger.

Forsyning og fælles drift

Omkostningerne dækker over forbrug af el, varme, vand, afløbsafgifter, renovation og andet, der er knyttet til bygningens driftsperiode.

Det er ikke vanskeligt at finde frem til priserne på de enkelte elementer, der skal indgå i beregningerne. Det vil være listepreiser fra forsyningsselskaber og lignende. Prislisten fra afsnittet ”beregningsskemaer” kan anvendes.

Forsyning og fællesdrift er ofte, sammen med anskaffelsesomkostningerne, det vigtigste element i totaløkonomisk hensende, når der skal vurderes på forskellige energiløsninger. Det skal derfor altid ofres særlig opmærksomhed.

Problemerne ved vurderingen af omkostninger til forsyning og fællesdrift vil næsten altid være at vurdere, i hvilket omfang en løsning forvalter de tilførte ressourcer i forhold til en anden. Udnyttelse af gratis ressourcer og prisforskelle på forskellige energiformer giver sig selv. Vurderingen af virkningsgrader m.v. vil i næsten alle tilfælde skulle vurderes på baggrund af overslagsmæssige beregninger, og man må støtte sig til erfaringer m.v.

Bortskaffelse

Omkostningerne vil i de fleste tilfælde knytte sig til deponi af ”volumenaffald”. Det er affaldstyper, der er karakteriseret ved ikke at være genbrugelige og ikke at kunne brænde. Der afregnes efter volumen eller vægt.

I By og Bygs edb Beat 2002 findes nogle gode bud på fraktioner og mængder affald, de forskellige bygningsdele giver anledning til ved bortskaffelse. Det kan være forbundet med nogen vanskelighed at fastsætte denne omkostning. Dels skal der tages hensyn til eventuelt genbrugelige elementer i bygningsdelen og priser på disse, findes der en brændværdi, der kan udnyttes osv.

Det vil ofte være omkostninger, der ligger meget langt ude i fremtiden. De er vanskelige at prissætte, og de udgør sædvanligvis en lille del af den samlede omkostning. Medmindre ganske særlige forhold gør sig gældende, anbefales det at se bort fra denne omkostning.

Beregning og beregningsforudsætninger

Som tidligere nævnt består en totaløkonomisk beregning i at finde nutidsværdien for de ovenfor nævnte elementer.

3. Algoritmer til totaløkonomi

I dette afsnit beskrives de algoritmer, der er anvendt i regnearket til beregning af totaløkonomi.

Til beregning af realrenten, ses der på forholdet mellem den nominelle kalkulationsrente og den forventede inflation.

$$r_{rud} = \frac{r_n - i_{ud}}{1 + i_{ud}}$$

r_{rud} = realrenten for øvrig drift
 r_n = nominelle kalkulationsrente
 i_{ud} = prisstigningstakt for øvrig drift

$$r_{ruf} = \frac{r_n - i_{uf}}{1 + i_{uf}}$$

r_{ruf} = realrenten for forsyning
 r_n = nominelle kalkulationsrente
 i_{uf} = prisstigningstakt for forsyning

Vedligeholdelsesomkostningerne beregnes ud fra en årlig udgift på den enkelte bygningsdel.

$$NU_{va} = NU_{vu} * \frac{1 - (1 + r_{rud})^{-n}}{r_{rud}}$$

NU_{va} = nutidsværdien i år nul
 NU_{vu} = udjævnet nutidsværdi i år nul
 r_{rud} = realrenten
 n = antal år

Opretning

Nutidsværdien består af en række omkostninger, der afholdes med et antal års interval.

Først beregnes den udjævnede nutidsværdi NU_{ou} , opgjort pr. år efter udtrykket.

$$NU_{ou} = U_{ox} * \frac{(1 + r_{rud})^{-x}}{1 - (1 + r_{rud})^{-x}} * r_{rud}$$

NU_{ou} = Udjævnet nutidsværdi i år nul
 U_{ox} = opretningsudgift
 r_{rud} = realrenten
 x = antal år for opretning

Herefter beregnes den samlede absolutte nutidsværdi NU_{oa} efter udtrykket

$$NU_{oa} = NU_{ou} * \frac{1 - (1 + r_{rud})^{-n}}{r_{rud}}$$

NU_{oa} = nutidsværdien i år nul
 NU_{ou} = udjævnet nutidsværdi i år nul
 r_{rud} = realrenten
 n = antal år

Forsyningsudgifter

$$NU_{fa} = NU_{fu} * \frac{1 - (1 + r_{ruf})^{-n}}{r_{ruf}}$$

NU_{fa} = nutidsværdien i år nul
 NU_{fu} = udjævnet nutidsværdi i år nul
 r_{ruf} = realrenten
 n = antal år

Fælles driftsudgifter

$$NU_{fa} = NU_{fu} * \frac{1 - (1 + r_{ruf})^{-n}}{r_{ruf}}$$

NU_{pa} = nutidsværdien i år nul
 NU_{pu} = udjævnet nutidsværdi i år nul
 r_{ruf} = realrenten
 n = antal år

4. Generelle forudsætninger

Levetid

Det anbefales at anvende levetider på mindst 30 år. Det anvendes sædvanligvis i økonomiske vurderinger. Man skal dog være opmærksom på, at ved sammenligninger mellem flere bygninger, bygningsdele eller foranstaltninger bør man mindst anvende et åremål, der er længere end det interval på det element, der har det længste genopretningsinterval, ellers vil man ikke få den reelle virkning på genopretningsomkostningerne beregnet.

Den reelle levetid for et byggeri må i de fleste tilfælde forventes at være betydelig længere end 30 år med varierende grader af udskiftning af bygningsdele.

Rentesatser

Det anbefales at benytte følgende renteværdier.

Nominel kalkulationsrente: 5.0%

Prisstigningsrente: 2.0% for forsyning
2,4% for øvrig drift.

På baggrund heraf beregnes kalkulationsrenten, der anvendes ved beregningen.

Anskaffelsesomkostninger

Anskaffelsesomkostningerne på de undersøgte elementer skal være sammenlignelige. Samme prisindeks, samme beregningsforudsætninger m.v.

Anskaffelsesomkostningerne forudsættes beregningsmæssigt afholdt samtidigt, og dette tidspunkt defineres som år 0 ved nutidsværdiberegningerne for de øvrige udgifter.

Energipriser

Nedenfor er anført de energipriser, der kan anvendes, når energiforhold indgår i beregningerne. Priserne er indhentet fra forsyningsvirksomheder i februar 2003 og er excl. moms.

El-forsyning	kr./kWh	1,42
Fjernvarme	kr./MWh	400,18
Naturgas	kr./Nm ³	4,87
Olie	kr./liter	4,43
Vand	kr./m ³	23,46

Eksempler

Alle priser i eksemplerne er excl. moms.

Eksempel 1

(Pkt. 1.4.3)

I eksemplet sammenlignes en belægning med asfalt, der ikke tillader nedsivning af overfladevand og græsarmeringssten, der tillader nedsivning.

Der tages udgangspunkt i en parkeringsplads på ca. 600 m².

Der forudsættes, at belægningerne er dimensioneret adgangs- og boligvej med let trafik.

Asfaltbelægning

Opbygningen udføres med 150 mm stabil grus, 50 mm grusasfaltbeton GAB og 20 mm slidlag af pulverasfalt PA. Pris 204 kr./m².

Levetiden regnes til 5 år, genopretning svarer til 50% af anskaffelsesomkostningerne. Den årlige vedligeholdelse sættes til 0.5% af anskaffelsesomkostningerne. Til fællesdrift, snerydning og lignende afsættes 13 kr./m².

Græsarmeringssten

Opbygningen udføres med 100 mm stabil grus, 50 mm afretningslag og græsarmeringssten. Der fyldes med muld og sås græs. Pris 270 kr./m².

Levetiden regnes til 20 år, genopretning svarer til 75% af anskaffelsesomkostningerne. Den årlige vedligeholdelse sættes til 0.2% af anskaffelsesomkostningerne. Til fællesdrift, snerydning, græsslåning og lignende afsættes 18 kr./m².

>

Beregningsskema	Asfalt			Græsarmering		
	kr.	år	Nutidsværdi	kr.	år	Nutidsværdi
	20 mm pulverasfalt 50 mm GAB 120mm stabil grus			85 mm græsarmeringssten 50 mm afretningslag 100 mm stabil grus		
Anskaffelse	204		204	270		270
Vedligehold	1,02		21	0,5		10
Opretning	102	5	380	203	20	150
Forsyning			0			0
Fællesdrift	13		271	18		375
Drift			672			535
Nutidsværdi total			876			805

Resultatet af beregningen viser, at selv om anskaffelsesomkostningerne er størst for græsarmeringsbelægningen, bliver den samlede nutidsværdi lidt mindre på grund af lavere driftsomkostninger.

Oplysninger om priser m.v. er indhentet i V&S Byggedata. Bygningsdele 2001.

Eksempel 2 (Pkt. 2.2.1)

I eksemplet sammenlignes et uspecificeret vindue, fremstillet af træ, hovedsagelig splintved og et klassificeret vindue fremstillet af træ hovedsagelig kærneved.

Der tages udgangspunkt i et sidehængt, to-fløjet fyrretræsvindue med energiruder, dimension 1188 x 1188 mm. Vinduet leveres færdigmalet. Der skal leveres i et antal over 50 stk.

Vindue med splintved

Vinduet er fremstillet af usorteret fyrretræ og vakuumimprægneret uden klasseangivelser. Der er isat to-lags energiruder, U-værdi 1.0 w/m²K.

Bundglaslisterne er eloxeret aluminium. Maling er udført med to gange akrylplastmaling. Pris 3.600 kr./stk.

Levetiden regnes til 15 år, genopretning svarer til 150% af anskaffelsesomkostningerne. Den årlige vedligeholdelse sættes til 5 % af anskaffelsesudgifterne.

Vindue med kærneved

Vinduet er fremstillet af fyrretræ, sorteringsklasse 1-4, og vakuumimprægneret til klasse B. Vinduet er certificeret af DVC, det betyder, at den udvendige del af vinduet er fremstillet af mindst 60% kærneved. De bedste kvaliteter ligger i området 80-90%, og det gælder alle dele af vinduet. Der er isat to-lags energiruder, U-værdi 1.0 w/m²K.

Bundglaslisterne er eloxeret aluminium. Maling er udført med 2 gange akrylplastmaling. Pris 4.500 kr./stk.

Levetiden regnes til 30 år, genopretning svarer til 150% af anskaffelsesomkostningerne. Den årlige vedligeholdelse sættes til 3 % af anskaffelsesudgifterne.

Beregningsskema	Vindue - splint			Vindue - kærneved		
	kr.	år	Nutidsværdi	kr.	år	Nutidsværdi
	Usorteret træ Vakuumimprægneret			Træ klasse 1-4 eller bedre Vakuumimprægneret kl. B DVC-godkendt		
Anskaffelse	3600		3600	4500		4500
Vedligehold	180		3748	135		2811
Opretning	5400	15	5759	8750	30	2829
Forsyning			0			0
Fællesdrift	13		0			0
Drift			9507			5640
Nutidsværdi total			13107			10140

Resultatet af beregningen viser, at selv om anskaffelsesomkostningerne er størst for vinduet med kærneved, bliver den samlede nutidsværdi mindre på grund af meget lavere driftsomkostninger.

Oplysninger om priser m.v. er indhentet i V&S Byggedata. Bygningsdele 2001.

Eksempel 3

(Pkt. 3.2.1)

I eksemplet sammenlignes ventilationsanlæg, der arbejder efter CAV-princippet, og et ventilationsanlæg, der arbejder efter VAV-princippet, med individuel styring efter rumbelastning.

Der tages udgangspunkt i en bygning med undervisningslokaler og auditorium på 1000 m², den gennemsnitlige rumhøjde er 3,0 m. Bygningen kan rumme 600 personer. Den dimensionerende luftmængde er 9000 m³/h. Anlægget er udført som et luftskifteanlæg efter omrøringsprincippet med isothermisk indblæsning om vinteren og køling med udeluft om sommeren.

Brugstiden er fra kl. 08.00 til kl. 17.00 5 dage om ugen. Den gennemsnitlige personbelastning sættes til 30 %. Ejendommen er fjernvarmeopvarmet og varmeanlæggets virkningsgrad sættes 85%.

CAV-anlæg

Anlægget er opbygget med sammenbyggede udsugnings- og indblæsningsaggregater med krydsvarmeveksler, varmeplade, filtre og automatisk regulering via CTS-anlæg. Ventilatorerne er radialventilatorer med B-hjul og to-hastigheds sparemotorer.

Anlægget har driftsformerne: fuld drift, halv drift, stoppet. Der kan manuelt skiftes mellem hel og halv drift. Anlægget stoppes og startes af et ur i ventilationsanlægget.

Temperaturreguleringen sker ved rumføler i udvalgt referencerum og føler i indblæsningskanal. Der omstilles automatisk fra sommer- til vinterdrift.

Anskaffelsesomkostningerne er 1.195.000 kr.

Vedligeholdelsesudgifterne sættes til 2% af anskaffelsesomkostningerne.

Levetiden sættes til 15 år genopretningen er 130%.

Forsyning

Der opstilles følgende driftsforudsætninger:

- > Anlæggets årlige driftstimer er 2043. Heraf kører anlægget på halv drift 613 timer, svarende til 30 %.
- > Anlæggets krydsvarmeveksler har en årsvirkningsgrad på 50 %.
- > Indblæsningstemperaturen sættes til 20 ° C.
- > Anlæggets 2 ventilatorer overvinder, hver et tryktab på 800 pa ved max.
- > luftmængde og optager derved ca. 3 kW ved hel hastighed og 0.6 kW ved halv drift.

Under disse forudsætninger beregnes det årlige varmeforbrug til 32 MWh til en pris af kr. 400,18 kr./ MWh svarende til kr. 15.140 og det årlige el-forbrug pr. ventilator til 4.800 kWh til en pris af 1,42 kr./ kWh, svarende til kr. 13.750. Energi-indkøb i alt kr. 28.889.

VAV-anlæg

Anlægget er opbygget med sammenbyggede udsugnings- og indblæsningsaggregater med krydsvarmeveksler, varmeplade, filtre og automatisk regulering via CTS-anlæg. Ventilatorerne er radialventilatorer med B-hjul og trinløs hastighedsregulerbare sparemotorer.

Anlægget har driftsformerne: drift, stoppet. Anlægget stoppes og startes af et ur i ventilationsanlægget.

Luft- og temperaturreguleringen sker ved rumføler og CO₂-føler i de enkelte lokaler, der via motorspjæld i forsyningskanalerne regulerer luftmængden til lokalerne. Ventilatorerne afpasser hastigheden i overensstemmelse med de tryk og luftmængder, der kræves i den øjeblikkelige driftssituation. Der omstilles automatisk fra sommer- til vinterdrift.

Anskaffelsesomkostningerne er 1.434.000 kr.

Vedligeholdelsesudgifterne sættes til 2% af anskaffelsesomkostningerne. Levetiden sættes 15 år genopretningen er 130%.

Forsyning

Der opstilles følgende driftsforudsætninger:

- > Anlæggets årlige driftstimer er 2043. Anlægget kører modulerende hele året med variationer mellem 10% og 100%. Den gennemsnitlige belastning vurderes til ca. 50 % af maksimum.
- > Anlæggets krydsvarmeveksler har en årvirkningsgrad på 50 % .
- > Indblæsningstemperaturen sættes til 20 ° C, og der holdes en CO2 koncentration på 1000 ppm.
- > Anlæggets 2 ventilatorer overvinder hver et tryktab på 800 pa ved max. luftmængde og optager derved ca. 3 kW ved maksimum hastighed og ved den gennemsnitlige belastning 0.54 kW.

Under disse forudsætninger beregnes det årlige varmeforbrug til 19 MWh til en pris af kr. 400,18, svarende til kr. 8.906, og det årlige el-forbrug pr. ventilator til 1103 kWh til en pris af kr. 1,42, svarende til kr. 3.133. Energi-indkøb i alt kr. 12.039.

Eksempel 4

(Pkt. 4.5.5)

I eksemplet sammenlignes ventilationsanlæg, der arbejder efter VAV-princippet, med individuel styring efter rumbelastning og et naturligt ventilationsanlæg med ventilatorunderstøtning (hybrid ventilation).

Der tages udgangspunkt i en bygning med undervisningslokaler og auditorium på 1000 m², hvor den gennemsnitlige rumhøjde er 3,0 m. Bygningen kan rumme 600 personer. Den dimensionerende luftmængde er 9000 m³/h. Anlægget er udført som et luftskifteanlæg efter omrøringsprincippet med isothermisk indblæsning om vinteren og køling med udeluft om sommeren.

Brugstiden er fra kl. 08.00 til kl. 17.00 5 dage om ugen. Den gennemsnitlige personbelastning sættes til 30 %.

Ejendommen er fjernvarmeopvarmet og varmeanlæggets virkningsgrad sættes 85%.

Der vurderes på et VAV-anlæg med individuel styring efter rumbelastning og et anlæg, baseret på naturligt ventilation med ventilatorunderstøtning (hybrid ventilation).

VAV-anlæg (som eksempel 3)

Anlægget er opbygget med sammenbyggede udsugnings- og indblæsningsaggregater med krydsvarmeveksler, varmefflade, filtre og automatisk regulering via CTS-anlæg. Ventilatorerne er radialventilatorer med B-hjul og trinløs hastighedsregulerbare sparemotorer.

Anlægget har driftsformerne: drift, stoppet. Anlægget stoppes og startes af et ur i ventilationsanlægget.

Luft- og temperaturreguleringen sker ved rumføler og CO₂ i de enkelte lokaler, der via motorspjæld i forsyningskanalerne regulerer luftmængden til lokalerne. Ventilatorerne afpasser hastigheden i overensstemmelse med det tryk og

Beregningskema	Anlæg uden individuel regulering			Anlæg med individuel regulering		
	kr.	år	Nutidsværdi	kr.	år	Nutidsværdi
	Varmegenvinding CAV-anlæg med 2 hastighedsventilatorer			Varmegenvinding VAV-anlæg med omdrejningsregulerbare ventilatorer		
Anskaffelse	1.195.000		1.195.000	1.434.000		1.434.000
Vedligehold	24.000		499.721	28.680		597.166
Opretning	1.553.500	15	1.656.798	1.864.200	15	1.988.158
Forsyning			-			-
Fællesdrift	28.889		601.518	12.039		250.672
Drift			2.758.037			2.835.996
Nutidsværdi total			3.953.037			4.269.996

Resultatet af beregningen viser, at driftsomkostningerne og anskaffelsesomkostningerne er størst for VAV-anlægget, der derved også får den største, samlede nutidsværdi. Det vil i dette tilfælde være relevant at undersøge forudsætningerne for opretning lidt nærmere.

Oplysninger om priser m.v. er indhentet i V&S Byggedata. Bygningsdele 2001 og Energihåndbogen fra foreningen for energi og miljø.

luftmængder, der kræves i den øjeblikkelige driftssituation. Der omstilles automatisk fra sommer- til vinterdrift.

Anskaffelsesomkostningerne er 1.434.000 kr. Vedligeholdelsesudgifterne sættes til 2% af anskaffelsesomkostningerne. Levetiden sættes 15 år genopretningen er 130%.

Forsyning

Der opstilles følgende driftsforudsætninger:

- > Anlæggets årlige driftstimer er 2043. Anlægget kører modulerende hele året med variationer mellem 10% og 100%. Den gennemsnitlige belastning vurderes til ca. 50 % af maksimum.
- > Anlæggets krydsvarmeveksler har en årsvirkningsgrad på 50 %.
- > Indblæsningstemperaturen sættes til 20 ° C, og der holdes en CO₂ koncentration på 1000 ppm.
- > Anlæggets to ventilatorer overvinder hver et tryktab på 800 pa ved max. luftmængde op optager derved ca. 3 kW ved maksimum hastighed og ved den gennemsnitlige belastning 0.54 kW.

Under disse forudsætninger beregnes det årlige varmeforbrug til 19 MWh til en pris af kr. 400,18 svarende til kr. 8.906, og det årlige el-forbrug til 1.103 kWh pr. ventilator til en pris af kr. 1,42, svarende til kr. 3.133. Energi-indkøb i alt kr. 12.039.

Naturligt ventilationsanlæg med ventilatorunderstøtning

Anlægget er udført med automatiseret vinduesbetjening til lufttilførsel og aftræksskorstene med ventilatorer, der automatisk sættes i drift, når det naturlige drivtryk ikke kan opretholde det nødvendige luftskifte.

Åbningsgraden af vinduer finder sted efter temperatur- og CO₂ følere i de enkelte lokaler. Der finder en overstyring sted, afhængig af udeforholdene, regn, stærk blæst m.v. Om sommeren køles med kølig natteluft.

Anskaffelsesomkostningerne er 950.000 kr. Der er medregnet omkostninger til meget simple aftræksskorstene af ikke bygningsmæssig karakter. Vedligeholdelsesudgifterne sættes til 2% af anskaffelsesomkostningerne. Levetiden sættes til 15 år, genopretningen er 130%.

Forsyning

Der opstilles følgende driftsforudsætninger:

- > Anlæggets årlige driftstimer er 2043. Anlægget kører modulerende hele året med samme gennemsnitlige luftmængder som det mekaniske ventilationsanlæg.
- > Der holdes en rumtemperatur på 20 ° C om vinteren, og der styres efter en CO₂ koncentration på 1000 ppm.
- > Anlæggets udsugningsventilatorer, der regnes med 2, overvinder hver et tryktab på 300 pa ved max luftmængde, der sættes til 4.500 m³/h og optager derved ca. 0.58 kW.
- > Driftsperioden sættes til 500 timer, svarende til de 3 sommermåneder med fradrag for ferie.

Under disse forudsætninger beregnes det årlige varmeforbrug til 38 MWh til en pris af kr. 400,18, svarende til kr. 17.811 og det årlige el-forbrug til 292 kWh pr. ventilator til en pris af kr. 1,42, svarende til kr. 830. Energi-indkøb i alt kr. 18.642.

Beregningsskema	VAV-anlæg			Naturligt ventilationsanlæg		
	kr.	år	Nutidsværdi	kr.	år	Nutidsværdi
	VAV-anlæg med omdrejningsregulerbar ventilatorer			Med ventilatorunderstøtning		
Anskaffelse	1.434.000		1.434.000	950.000		950.000
Vedligehold	28.680		597.166	19.000		395.612
Opretning	1.864.200	15	1.988.158	1.235.000	15	1.317.120
Forsyning			-			-
Fællesdrift	12.039		250.672	18.642		388.158
Drift			2.835.996			2.100.890
Nutidsværdi total			4.269.996			3.050.890

Resultatet af beregningen viser, at både driftsomkostningerne og anskaffelsesomkostningerne er mindst for anlægget med naturlig ventilation, der således har den mindste samlede nutidsværdi. Denne beregning viser også, at fællesdrift, altså energiindkøb er størst for anlægget med naturlig ventilation. Det skyldes, at der ikke kan anvendes varmegenvinding på dette anlæg.

Oplysninger om priser m.v. er indhentet i V&S Byggedata. Bygningsdele 2001 og Energihåndbogen fra foreningen for energi og miljø.

Bilag C

Litteraturliste

>

Byggedirektoratet
Årsrapport og virksomhedsregnskab 2001
Statens Forsknings- og
Uddannelsesbygninger
2002

Green Building Challenge
Assessment manual
Volume 1: Overview
Raymond J. Cole, School of Architecture
University of British Columbia
Nils Larsson, CANMET Energy
Technology Centre
04 1998

Green Catalogue
Spørgeskema vedr. byøkologiske tiltag
for nye og eksisterende byggerier og
byudviklingsområder

Miljørigtig projektering af byggeri
Miljømål, virkemidler og målopfyldelse
By & Byg (Statens Byggeforskningsinstitut)
2002

Arkitektur og miljø
- form, konstruktion, materialer og
miljøpåvirkninger
Arkitektskolens Forlag
Rob Marsh, Michael Lauring, Ebbe
Holleris Petersen
2000

Vergaberrichtlinie 0000
Basiskriterien
Natureplus
01 2002

Miljødeklarering og klassificering af
bygninger - forslag til fremgangsmåde
By & Byg (Statens Byggeforskningsinstitut)
2001

Urban Ecology Focus Europe
Eva Dalman, Malmö
06 2002

Metode til miljørigtig projektering
Vibeke Grupe Larsen, RH Arkitekter
06 2002

Ecological building criteria for Viikki
Helsinki City planning department
publications
05 1997

Miljørigtigt byggeri og miljørigtige byer
- Arkitektonisk kvalitet er også
miljøkvalitet
Realdania, Dansk Center for Byøkologi
2003

Den gode skole
- økologien med i skole
Dansk Center for Byøkologi
2002

Miljømanualer og vejledninger fra
Aalborg Kommune
Københavns Kommune
Århus Kommune
Dansk Center for Undervisningsmiljø
(dcum) 1999
2001, 2001, 2002, 2002

Miljø i DR Byen
- 6. bilag, Helhedsplan
DR Byen
2002

UMV
- vejledning til udarbejdelse af
Undervisningsmiljøvurdering Dcum
2001

12 byøkologiske forsøgsbyggerier
- erfaringer og anbefalinger
Erhvervs- og boligstyrelsen
01.2003

Milieuchecklist
Duurzaam renoveren en restaureren
Dienst Volkshuisvesting gemeente
Utrecht
1995

Miljøcharter for bygherrevirksomheder
Bygherreforeningens Miljøudvalg
Oktober 2004

Byøkologi

Begrebet byøkologi har i de seneste år fået følgende indhold: En miljøstrategi, der tager udgangspunkt i det eksisterende byområde, dets beboere og brugere, og som ved hjælp af helhedsorienterede løsninger tilsligter at opnå en bæredygtig udvikling. Under begrebet byøkologi ligger bl.a. bygningsøkologi/ressourceminimering, der omfatter følgende indsatsområder: Byggematerialer og konstruktioner, genanvendelse af byggematerialer og – affald, energiforbrug og totalenergirammer, vandinstallationer, genbrug af vand og decentrale rensningssystemer samt affaldshåndtering – herunder kompostering.

Miljøvurdering

En bedømmelse af institutionens miljøpåvirkninger og afledte miljøeffekter på grundlag af en kortlægning af de miljøpåvirkninger institutionen giver anledning til i forbindelse med opførelse, drift og nedbrydning. Miljøvurderingen er gennemført for at etablere et grundlag for at kunne vælge de miljømæssigt mest hensigtsmæssige løsninger.

Miljøpåvirkning

Enhver direkte eller indirekte påvirkning fra bygningen, der resulterer i miljøeffekter på ressourcer, menneskers sundhed og det ydre miljø i hele dens livscyklus. Begrebet anvendes bl.a. ved bygherrens specificering af miljømål for institutionen.

Miljøeffekt

Effekt på ressourcer, menneskers sundhed og det ydre miljø. Eksempel vedrørende miljøpåvirkning og miljøeffekter: Røg fra danske kraftværker med indhold af bl.a. CO₂ og SO₂ er en miljøpåvirkning der resulterer i miljøeffekter som drivhuseffekt og forsurening af bl.a. de svenske skovsøer.

Miljømålsætning

Bredt formulerede krav til miljøpåvirkninger og deraf følgende effekter i forbindelse med opførelse, drift og nedbrydning af S-FoUs bygninger. Miljømålsætninger er en konkretisering af miljøpolitikken.

Miljøkrav

En konkretisering af miljømålsætningerne i form af krav til bygningens miljøpåvirkninger og deraf følgende effekt. Krav skal kunne verificeres og helst også dokumenteres.

Virkemidler

De tiltag, der gennemføres for at regulere miljøpåvirkninger, så definerede mål for miljøeffekter opnås. Eksempelvis er vindmøller og solcelleanlæg til produktion af el virkemidler, der skal reducere røggasserne fra vores kraftværker.

Livscyklusvurdering (LCA)

En systematisk metode til indsamling af information og vurdering af bygningens eller dens bestanddeles miljøpåvirkninger og de afledte miljøeffekter i hele dens livsforløb fra råstofindvinding til bortskaffelse.

Miljørigtig projektering

En strategi, der har til formål at sikre miljømæssigt optimale resultater inden for givne rammer (samme definition er anvendt for Agenda 21 og byøkologi samt renere teknologi). Miljørigtig projektering er en projekteringsmetode, som beskriver hvordan der ved planlægning og projektering gennemføres kortlægning, helhedsvurderinger og prioritering af væsentlige miljøpåvirkninger og miljøeffekter samt sikrer, at de miljømæssige virkemidler er anvendt i overensstemmelse hermed. BPS-publikation 121: Håndbog i miljørigtig projektering beskriver detaljeret metoden og giver vejledning i og eksempler på dens anvendelse.

Økologi

Ordet økologi betyder læren om samspillet mellem organismer og deres omgivelser. Begrebet økologi, som det er anvendt inden for bygge- og anlægsbranchen, er blevet brugt i mange varierende sammenhænge og er derfor indholdsmæssigt udvandet. Alligevel benyttes ordet ofte, da det er et dejligt mundret ord som anvendes i daglig tale, og som alle har et forhold til. Når der i nærværende er anvendt begrebet ”økologi” er dette at sidestille med ”byøkologi”.

