

A photograph of a modern building with a large glass facade. In the foreground, there is a wooden balcony with a table and four chairs. To the right of the balcony is a dense, vertical green wall covered in ivy. The text is overlaid on the bottom right of the image.

# Den Grønne Bygherrevejledning

for miljø- og kvalitetsbevidste bygherrer

Det Økologiske Råd 2007

Forsidefoto: Naturforskningscentret Alterra i  
Wageningen Holland - grønt møderum i  
overdækket atrium.  
Arkitekt Behnisch, Behnisch & Partner

### Den Grønne Bygherrevejledning

Udgivet af Det Økologiske Råd januar 2006

Oplag: 2.500 stk.

2, reviderede udgave december 2007

Oplag: 2.000 stk.

Tekst: arkitekt m.a.a. Rie Øhlenschläger  
Tak for gode input fra Søren Dyck-Madsen,  
Jette Hagensen, Henning Guldstein,  
Michael Nielsen, Hans Dollerup, Dorte  
Bechmann og Pierre Lecuelle

Lay-out: arkitekt m.a.a. Rie Øhlenschläger

Tryk: Øko-tryk på svanemærket papir

ISBN: 87 - 92044 - 06 - 9

Alle fotos er af forfatteren med mindre andet  
er nævnt - vi takker for lån af fotos

Citat, kopi og øvrig anvendelse af hæftets ind-  
hold er meget ønskeligt og kan frit foretages  
med angivelse af kilde.

Hæftet er gratis og kan fås ved henvendelse til  
Det Økologiske Råd. Ved forsendelse opkræ-  
ves ekspeditionsgebyr kr. 10 samt porto.

Udgivelsen er støttet af Dansk Energi-Net's  
Energisparepulje



**Det Økologiske Råd**  
**Fremtidens miljø skabes i dag**

Blegdamsvej 4B

2200 København N

tlf.: 3315 0977

e-mail: [info@ecocouncil.dk](mailto:info@ecocouncil.dk)

Hæftet kan ses og downloades fra Det Øko-  
logiske Råds hjemmeside [www.ecocouncil.dk](http://www.ecocouncil.dk)

# **Den Grønne Bygherrevejledning**

**for miljø- og kvalitetsbevidste bygherrer**

## **7. Man får det man beder om**

Hvad er en grøn bygherrevejledning ?

## **11. Fremtidens krav til byggeriet**

Fælles fremtid - udvikling i balance  
Byggepanelets Handlingsplan  
Det fremtidige danske energisystem  
EU's direktiv om bygningers ydeevne  
Stramninger af Bygningsreglementet  
Kyoto - målsætningerne  
Uønskede kemikalier i byggeriet  
Statens Bygherrevejledning  
Bygherreforeningens Miljøcharter  
Dogme 2000 - miljøkrav til byggeriet  
Byggesektorens udspil til Energieffektivisering af bygningsbestanden  
Kommunale miljøkrav til byggeriet

## **21. Markedsvilkår**

Forsyningshorisonter og forsyningssikkerhed  
Totaløkonomiberegninger  
Energimærkning  
Svanemærkning  
Markedskræfterne

## **23. Bygherrens rolle**

Foregangsbygherrer  
Det fremtidssikrede byggeri  
Det offentlige byggeri som det gode eksempel  
Bedre og billigere byggeri  
Fremtidens parcelhuse

## 25. Grøn Bygherrevejledning

Sådan bruges vejledningen  
Hvornår skal kravene stilles  
Hvor kan staten, regionerne og kommunerne stille krav  
Stenløse Syd  
Kommunerne må nu stille krav i lokalplaner  
Hvor kan private bygherrer stille krav  
Hvor kan boligselskaber og -foreninger stille krav

## 33. Miljøkvalitetskrav - 4 fokusområder

Byggepanelets prioritering af miljøbelastningen  
Ydeevnekrav

## 35. Energiforbrug

Driftsenergiforbrug  
Passiv sol  
Bedre indeklima  
Dagslys  
Energiforbrug til fremstilling og transport

## 45. Ressourceforbrug og affaldsdannelse

Materialer, forsyningshorisonter og levetid  
Konstruktiv materialebeskyttelse  
Affald, mængder og genbrug  
Vand, gendannelse og besparelser

## 53. Sundhedsskadelige stoffer

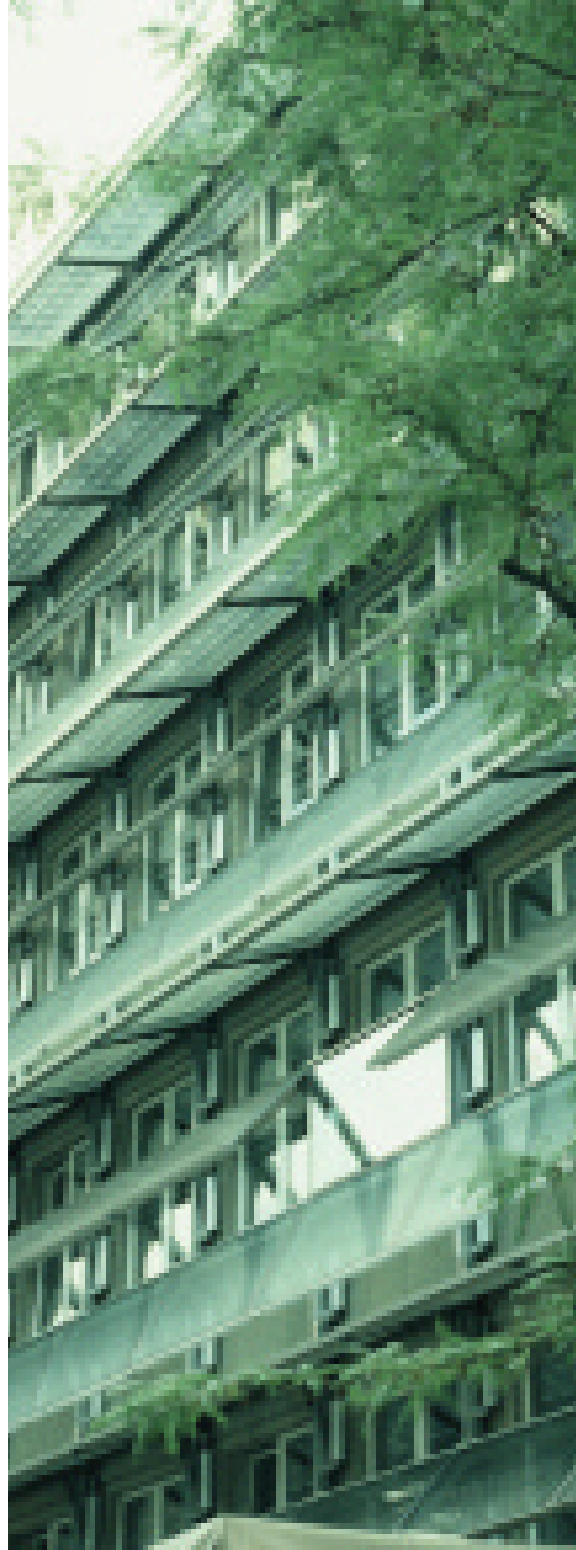
Den nødvendige kemi og den overflødige kemi  
Naturens egne giftstoffer

## 55. Naturressourcer

Bynatur  
Beskyttelse af grundvandsdepoter  
Artsdiversitet

## 63. Litteraturliste og links

SUVA, Renoveret kontor- og bolighus i Basel  
75 m<sup>2</sup> solceller leverer 9462 kWh årligt  
Arkitekt Herzog + de Meuron





Passivhustagbolig - elementer til montage på eksist. boligblokke  
arkitekt og ill.: Rubow & Nielsen  
ingeniør: Cenergia

## Sund fornuft

Med denne grønne bygherrevejledning giver Det Økologiske Råd et redskab til alle de offentlige og private bygherrer, som både vil fremme bæredygtighed og sikre fornuftige investeringer ved at opføre energi- og miljørigtigt nybyggeri eller lave energi- og miljørigtig renovering, konvertering og vedligeholdelse. Samtidig vil vi gerne inspirere de bygherrer og driftsherrer, som måske endnu ikke har fået et klart billede af de fordele for både ejer, driftsherre og brugere, som mere energi- og miljørigtigt byggeri giver.

Bygninger bruger i anlæg og drift tæt ved 50% af Danmarks energi forbrug, hvilket svarer til årlige udgifter på godt 50 mia. kr. En gennemsnitlig reduktion af energiforbruget på blot 20% frigiver altså, når investeringen er afskrevet, en årlig besparelse på 10 mia. kr. som kan bruges til bedre formål. Byggeriets parter har vurderet at en reduktion af driftsenergiforbruget på 50% er realistisk (Byggesektorens udspil til Energieffektivisering af bygningsbestanden, 2004).

Byggesektoren i Danmark omsætter årligt for ca. 174 mia. kr. Heraf bruges ca. 80 mia. kr. til bygningsrenoveringer.

Bygninger er langtidsinvesteringer. Med forventede levetider på 50 - 60 år, reelt 100 år eller mere, er dagens nybyggeri, renoveringer og konverteringer bestemmende for den kvalitet og den værdi bygningerne vil have i mange år fremover. Uambitiøs miljøkvalitet i dag vil medføre et alt for stort energiforbrug og dermed CO<sub>2</sub> udslip til driften og meget store ressourceforbrug til kostbare renoveringer efter en kort årrække.

International og national lovgivning stiller krav om mindre miljøbelastning, krav som i fremtiden vil blive skærpet - den ansvarlige bygherre og den ansvarlige politiske beslutningstager disponerer ud fra den viden.

Redskaberne til at fremme det energi- og miljørigtige byggeri er viden om muligheder, metoder, lovgivning, økonomiske incitamenter og konkrete bygherrekrav til rådgivere og entreprenører.

December 2007



**Det Økologiske Råd**  
**Fremtidens miljø skabes idag**

Det Økologiske Råd anbefaler, at offentlige og private bygherrer bruger denne grønne bygherrevejlednings konkrete forslag til ydeevneorienterede miljøkvalitetskrav til byggeriet.

De anbefalede krav vil forbedre byggeriets kvalitet og rentabilitet samtidig med, at de sikrer en minimering af byggeriets energi- og miljøbelastning.

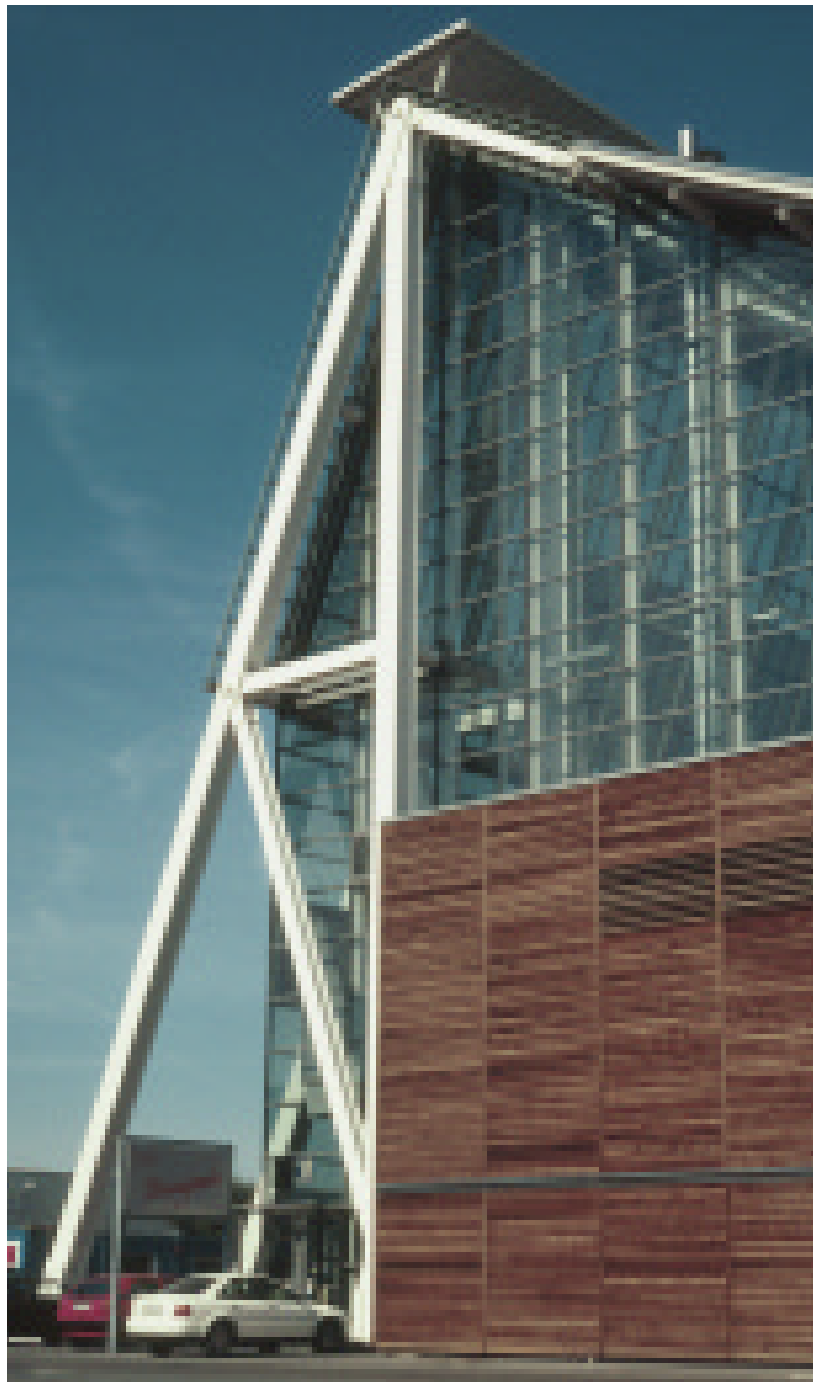
Det Økologiske Råd anbefaler, at de politiske beslutningstagere realiserer de nationalt vedtagne principper om bæredygtig udvikling ved at igangsætte markante miljøfremmende initiativer for byggeriet.

Det Økologiske Råd anbefaler, at offentlige og private bygherrer stiller konkrete krav om minimeret miljøbelastning i forbindelse med alle anlægs- og byggearbejder.



Passivhuse i Gøteborg,  
arkitekt og fotograf: Hans Eek

Hal 26 Messegelände, Hannover  
En dagslysbetjent og primært naturlig  
ventileret udstillingsbygning med et areal  
som tre fodboldbaner.  
arkitekt Herzog & Partner



## Inspiration og konkret handlingsvejledning

Den Grønne Bygherrevejledning er et opslagsværk med konkrete forslag til formulering af de vigtigste krav, som vil minimere miljøbelastningen og forbedre kvaliteten i et nybyggeri eller ved en renovering.

Den Grønne Bygherrevejledning definerer krav til byggeriet, som kan forbedre miljøet:

- Det nære som opleves af brugerne: bedre indeklima, bedre udearealer, mindre driftsudgifter. - og
- Det fjernere miljø: reduktion i den globale miljøbelastning herunder reduktion af CO<sub>2</sub> udledningen og en langsigtet hensynsfuld omgang med jordklodens ressourcer.

Den Grønne Bygherrevejlednings forslag til miljøkrav kan anvendes i lokalplanlægningen ved offentligt jordsalg, ved projektkonkurrencer, i forbindelse med renoveringer af den eksisterende bygningsmasse, ved konvertering af eksisterende byggeri og ved nybyggeri.

Dette hæfte er målrettet mod konkrete kvalitetskrav til den miljømæssige ydeevne - en i fremtiden umådelig vigtig parameter i fastlæggelsen af byggeriets kvalitet og dermed byggeriets værdi.

Miljøkvalitetskravene til byggeriet er formuleret med udgangspunkt i Byggepanelets "miljøprioritering" fra 2001 og EU's handlingsplan for energieffektivitet fra oktober 2006.

Herudover formuleres krav der sikrer, at byggeri og anlægsarbejder udføres så naturindholdet beskyttes og muligheden for et godt naturindhold i bygningsssammenhæng fremmes.

Det er Det Økologiske Råds målsætning, at anvisningerne i dette hæfte skal hjælpe den ambitiøse og kvalitetsbevidste bygherre til at stille relevante krav, som kan sikre et byggeri med væsentlig mindre miljøbelastning og en bedre totaløkonomi end dagens gennemsnitlige byggeri - og dermed generelt sikre en højere kvalitet i byggeriet, til gavn for miljøet, brugerne og investorerne.

Hæftets første del side 10 - 32 giver en oversigt over baggrunden for byggeriets miljøarbejde. Hæftets anden del, side 33 - 57 beskriver miljøkvalitetskravene.

Hæftet er illustreret med en lang række eksempler på byggerier og anlægsarbejder med miljøomtanke - nogle med begrænset -, andre med meget betydelige reduktioner i miljøbelastningen.

Det er Det Økologiske Råds målsætning, at anvisningerne i dette hæfte skal hjælpe den ambitiøse og kvalitetsbevidste bygherre til at stille de relevante krav, som kan sikre et byggeri med væsentlig mindre miljøbelastning og en bedre totaløkonomi end dagens gennemsnitlige byggeri; Det kan samtidig bidrage til at sikre en højere kvalitet i byggeriet, til gavn for miljøet, brugerne og investorerne

## Miljøkvalitetskrav - se side 37

I Den Grønne Bygherrevejledning finder man de konkrete forslag til kravstillelse i de grønne felter

## Virkemidler

I de gule felter finder man en række eksempler på virkemidler, definitioner og faktuelle oplysninger

## Anbefalinger

i de røde felter kan man læse Det Økologiske Råds generelle anbefalinger om indsats for at fremme bæredygtighed i byggeriet

### **Fælles fremtid - udvikling i balance, Danmarks Nationale Strategi for Bæredygtig Udvikling, regeringen, juni 2002**

“Det er regeringens overordnede mål at fremme en bæredygtig udvikling af byer, boliger og byggeri. Byen med dens sociale liv, bygninger og infrastruktur skal organiseres og forvaltes med sigte på at opnå betydelig reduktion af ressourceforbrug og miljøbelastning”.

“Regeringen vil motivere en øget efterspørgsel efter bæredygtigt og energieffektivt byggeri”.

“Byggepanelets Handlingsplan for miljømæssigt bæredygtigt byggeri” fra 2001 er et godt udgangspunkt for byggeerhvervets koordinerede indsats på den miljømæssige del af området”.

“Danmarks forventes i lighed med de øvrige parter under klimakonventionen at skulle påtage sig væsentlige yderligere reduktionsforpligtelser for de kommende budgetperioder efter 2012. Et indikativt pejlemærke på en halvering af CO<sub>2</sub> udslippet i Danmark inden for en generation kan blive resultatet af fortsat skærpede reduktionsmål i de kommende budgetperioder.”

“Det medfører, at den stadige stigning i transportsektorens CO<sub>2</sub>-udslip bringes til ophør.”

“På langt sigt - det vil sige frem mod 2030 - er det regeringens hensigt, at transportsektorens CO<sub>2</sub>-udslip skal begrænses med 25 procent i forhold til 1988. Det er et ambitiøst pejlemærke, der forudsætter, at den økonomiske vækst afkobles fra udviklingen i transportsektorens CO<sub>2</sub>-udslip”.



Skole i Klaus-Weiler -Fraxern i Østrig. Varmebehov 14,5 kWh/m<sup>2</sup>/år  
En meget smuk skole med et fint indeklima  
Arkitekt: Dietrich/Untertrifaller Architecten  
Ingeniør energi: Bernhard Weithas

## Behov for bæredygtighed

Der er stigende erkendelse af behovet for bæredygtig udvikling. En lang række initiativer formulerer da også stadigt stigende krav om et mere bæredygtigt byggeri - realisering i praksis går dog langsomt: EU's Energiydelsesdirektiv, EU's handlingsplan for energieffektivitet, Bygningsreglementets tillæg 1.4.06 som introducerede bygningers energiramme og reducerede energiforbruget med ca. 25 %, "Lov om fremme af energibesparelser i bygninger", Cirkulæret om energieffektivisering i Statens bygninger, EU's "Temastrategi for bedre miljø i byerne", en strammere kemikalielovgivning og den internationale forpligtelse til at realisere Kyoto målene.

## Byggepanelets Handlingsplan 2001

"Byggepanelets Handlingsplan for en bæredygtig udvikling i den danske byggesektor" (se [www.byggepanel.dk](http://www.byggepanel.dk)) er udarbejdet af repræsentanter for offentlige og private bygherrer, for byggematerialeindustrien, byggeforskningen, rådgiverne og entreprenørerne og repræsentanter for byggeriets ministerier.

Byggepanelet opstillede i 2001 en række tentative (foreløbige) miljømål for bl.a. energiforbrug, materialeforbrug/affald og sundheds- og miljøbelastende stoffer:

### Vedr. energiforbrug for eksisterende byggeri:

Det samlede energiforbrug i den eksisterende bygningsmasse skal inden år 2020 være reduceret med 50% i forhold til år 1999 og samtidig skal andelen af vedvarende energi forøges.

### Vedr. energiforbrug for nybyggeri:

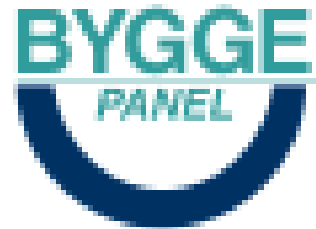
Det samlede energiforbrug i alt nybyggeri skal inden år 2010 være reduceret med mindst 75% i forhold til år 1999 og andelen af vedvarende energi skal forøges.

## En national strategi for bæredygtig udvikling

Regeringen vedtog i 2002 en national strategi for bæredygtig udvikling. Strategien har beklageligvis på by og boligområdet kun defineret én indikator som handler om mindre miljøbelastning. Regeringens indikator ser på energiforbrug til rumopvarmning i byen som helhed.

Regeringen har ingen målsætning om, at Staten skal gå forrest som det gode eksempel, der kunne demonstrere rentabiliteten og miljøgevinsten og dermed forcere udviklingen mod mere bæredygtigt byggeri.

Det Økologiske Råd anbefaler, at Folketinget gennemfører en lovgivning som understøtter Byggepanelets overordnede miljømål om at reducere miljøbelastningen med en faktor 10 frem mod år 2050



Byggepanelet har prioriteret miljøbelastningen således:

- Energiforbruget og dets miljøeffekter
- Materialeforbrug og affaldsdannelse
- Forbrug af sundheds- og miljøbelastende stoffer

### “Det fremtidige danske energisystem”

Teknologiscenarier udgivet af Teknologirådet april 2007, [www.tekno.dk](http://www.tekno.dk)

Teknologirådet har med udgangspunkt i en politikergruppe (Fremtidspanelet) med repræsentanter for alle partier udarbejdet et såkaldt kombinationsscenario for et fremtidigt dansk energisystem som:

- reducerer CO<sub>2</sub> emissionen med 60 % i 2025 sammenlignet med 1990
- reducerer olieforbruget med 50 % i 2025 sammenlignet med 2003

Disse mål kan opfyldes ved en kombination af energibesparelser, der reducerer slutbrugernes energiforbrug med ca 1/3, og ved øget anvendelse af vindkraft, biomasse, el/hybridbiler.

De markante reduktioner i forbruget forudsætter, at halvdelen af den eksisterende bygningsmasse i 2025 har reduceret energibehovet med 50 %, og at halvdelen af alt nybyggeri er energineutralt - (som BOLIG+ standard)

Genbrug af resterne af de gamle baggårdsværksteder.  
Byfornyelse i Århus

“De færreste bygninger opføres eller renoveres på en bæredygtig måde, selv om der findes afprøvede teknikker hertil. Den største hindring er manglende interesse hos entreprenørerne og køberne, som fejlagtigt tror at bæredygtigt byggeri er dyrt, og er mistænksomme over for nye teknologier, som de frygter, vil være mindre holdbare og fungere dårligere på længere sigt”

*Citat fra meddelelse fra Kommissionen til Rådet: “På vej mod en temastrategi for bymiljøet” 11.02.04*



## EU's Direktiv om bygningers ydeevne

Direktivet om bygningers energimæssige ydeevne af 16. december 2002 (Bygningsdirektivet) har igangsat en europæisk udviklingsproces, hvor der sættes fokus på bygningers totalenergiforbrug - dvs. bygningens energiforbrug til rumvarme, varmt vand, ventilation, køling og andre faste elinstallationer. Medlemsstaterne fastsætter selv rammeværdier og detailberegningsmetoder til ikrafttræden.

På baggrund af erfaringer fra allerede realiserede og projekterede byggerier i ind- og udland anbefaler Det Økologiske Råd, at bygherrer ud fra miljømæssige og økonomiske betragtninger kun bestiller bygninger opført efter lavenergiklasse 1 eller 2.

## Stramninger af Bygningsreglementet

Nye Energirammer er trådt i kraft 1.4.06 som tillæg 12 og 13 til BR 95 og tillæg 9 og 10 til BRS 98.

Energirammerne beregnes som bygningens totale behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand, samt i ikke-boliger også belysning, hvor el-energi skal ganges med en faktor 2,5.

Nyt er det også, at der er energiramme-krav ved væsentlige bygningsmæssige ændringer af eksisterende byggeri. Og at alle nybygninger og større ombygninger skal energimærkes, samt at der er indført to lavenergiklasser, som er miljømæssigt bedre end standardkravet.

### Energirammer ved nybyggeri (A angiver areal):

#### Boliger:

$70 + 2200:A \text{ kWh/m}^2/\text{år}$  ex:  $A=150\text{m}^2$  : ca.  $85\text{kWh/m}^2/\text{år}$

#### Andre bygninger:

$95 + 2200:A \text{ kWh/m}^2/\text{år}$  ex:  $A=150\text{m}^2$  : ca.  $110\text{kWh/m}^2/\text{år}$

#### Lavenergi klasse 2:

$50 + 1600:A \text{ kWh/m}^2/\text{år}$  ex:  $A=150\text{m}^2$  : ca.  $61\text{kWh/m}^2/\text{år}$

#### Lavenergi klasse 1:

$35 + 1100:A \text{ kWh/m}^2/\text{år}$  ex:  $A=150\text{m}^2$  : ca.  $42\text{kWh/m}^2/\text{år}$

EU direktivet kræver revurdering af de nationale krav minimum hvert 5. år, således at kravene holdes a jour med den tekniske udvikling. De danske rammer forventes strammet med yderligere ca. 25 % i 2010.

Tillæggene til Bygningsreglementerne giver mulighed for at kommunen kan stille krav om en tæthedsprøvning af byggeri for at sikre energieffektivitet.

Der kræves et luftskifte på max 1,5 l/s pr  $\text{m}^2$  ved 50 PA.

“The Rock” premieret forslag i norsk  
arkitektkonkurrence om  
“Fremtidens Kontorhus”  
Bygherrekrav: samlet driftsenergi behov max  
80 kWh/m<sup>2</sup>/år  
Arkitekt: Arkitektfirmaet C.F. Møller  
Ingeniør: Birch & Krogboe og Arup



## Kyoto målsætningerne

Danmark har tilsluttet sig Kyoto målsætningerne om reduktion af udledninger af drivhusgasser, som forpligter til en reduktion af det årlige udslip på 21% i forhold til 1990 realiseret i perioden fra 2008 til 2012. Ved udgangen af 2005 har vi i Danmark reduceret det årlige udslip med 5,5 % i forhold til 1990.

EU's ministerråd har marts 2007 vedtaget at EU vil reducere med 20 % frem til 2020 under alle omstændigheder og med 30 %, hvis en global aftale kan opnås efter 2012.

EU's ministerråd har ydermere genbekræftet, at det skal sikres, at den globale temperaturstigning maksimalt bliver 2 grader for derefter at falde igen.

Det forventes, at verdens lande på klimatopmødet på Bali i december 2007 vil forsøge at vedtage et mandat for forhandlingerne om en global klimaaftale efter 2012, som skal vedtages endeligt senest i København på klimatopmødet i december 2009.

Opfyldelsen af Byggepanelets mål for reduktion af energiforbruget i den eksisterende bygningsmasse ville medføre en opfyldelse af Kyoto målene i 2012 for byggeriet.

## Uønskede kemikalier i byggeriet

Miljøstyrelsen udgiver og ajourfører "Listen over farlige stoffer", "Effektlisten" og "Listen over uønskede stoffer" som kan ses på Miljøstyrelsens hjemmeside.

Listen over farlige stoffer er EU's fælles liste med 8000 farlige stoffer. Listen over uønskede stoffer rummer stoffer, hvis brug på længere sigt ønskes reduceret eller stoppet. Videnskabelige undersøgelser skal afklare om stofferne skal tages af listen eller tilføjes listen over de farlige stoffer.

Effektlisten danner udgangspunkt for Listen over uønskede stoffer. Effektlisten rummer ca 6400 stoffer.

SPIN - er en database med informationer om kemiske stoffer, der indgår i produkter, der markedsføres i de nordiske lande.  
se: [www.mst.dk/kemi/02040000.htm](http://www.mst.dk/kemi/02040000.htm)

Byggeriet har brugt og bruger stadig en stor mængde kemikalier som af hensyn til miljøet og folkesundheden burde udfases via en strammere kemilovgivning på europæisk plan.

Det Økologiske Råd anbefaler, at de farlige stoffer på Miljøstyrelsens "Liste over farlige stoffer" ikke anvendes, hverken i byggeriet eller andre steder.

EU's nye kemikaliereform REACH, der trådte i kraft den 1.6.2007 er et frem-skridt for miljø og sundhed. Men under den syv år lange proces er reformen blevet udhulet, så der stadig er udsigt til uløste problemer mange år fremover vedr. arbejdsmiljø, miljø- og forbrugersikkerhed.

Mont Cenis, et medborgerhus i Herne, Ruhr distriktet i Tyskland.

Opført i år 2000 i forbindelse med IBA-Emscher udstillingen som en demonstrationsbygning for miljøoptimerede løsninger. Et godt 12.000 m<sup>2</sup> stort glashus med en flot bærende trækonstruktion af lokalt fældede 130 år gamle fyrretræer.

I glashusets beskyttede klima er opført bibliotek, udstillings- og konferencefaciliteter, hotel mm: Huset er selvforsynende med el fra 8.000 m<sup>2</sup> (ca 750.000 kWh) solceller primært placeret i tagfladen hvor PV'en fungerer som solafskræmning (eloverskud ledes til netværket). Et kraftvarmeværk tilknyttet huset og omkringliggende boligområder benytter kontrolleret brug af grubegas (methan) fra undergrunden. Genbrug af regnvand til renholdelse af solceller på tagflade og til vanding af planterne i glashuset. Et regnvandsbassin i huset sikrer sammen med et styret, primært naturligt drevet, udluftningssystem et behageligt indeklima.

Arkitekt: Jourda & Perraudin



## Statens Byggherrevejledning, december 2003

### Staten som byggherre

I Statens forskrifter og generelle retningslinjer for statens byggevirk-somhed står der i kap. 2.3 at:

“Byggherren har en forpligtelse til at lægge vægt på, at byggeriets miljøbelastning minimeres. Endvidere skal arbejdsmiljøet i statslige byggerier ved opførelse, anvendelse, vedligehold og bortskaffelse sikres ved valg af konstruktioner og materialer, der giver de mindste sikkerheds- og sundhedsmæssige belastninger”

Og det er pointeret i kap. 10.1 om formålet med byggeprogrammet - at det skal indeholde “byggherrens krav og ønsker til byggeriets omfang, funktion, arkitektur, tekniske og miljømæssige kvalitet”

Byggherrevejledningen indeholder ingen specifikke krav, men udelukkende gode principper.

### Cirkulære nr 27 om Energieffektivisering af statens institutioner

Et cirkulære fra 2005 som stiller krav om, at alle statslige bygninger skal gennemføre de energibesparelser, der er anbefalet ved energimærkning af bygningen og som har en tilbagebetalingstid på op til 5 år, med mindre det kan dokumenteres, at væsentlige forhold taler mod dette.

Se [www.retsinfo.dk/DELFIN/HTML/C2005/0005660.htm](http://www.retsinfo.dk/DELFIN/HTML/C2005/0005660.htm)

### Byggherreforeningens Miljøcharter - Bygherrernes ambitioner

Byggherreforeningen har udgivet et “Miljøcharter for Byggherrevirksomheder” i oktober 2004. Miljøchartret er en hensigtserklæring, som man håber foreningens bygherrer vil tilslutte sig og bruge som baggrund for individuelt udarbejdede handlingsplaner. Miljøchartret fastlægger følgende principper:

1. Prioritering af miljøhensyn
2. Integreret ledelse
3. Løbende forbedring
4. Personaleuddannelse
5. Byggherrevirksomhedens ydelser (miljøstyring)
6. Krav til projekterende, udførende og leverandører
7. Rådgivning af brugerne
8. Erfaringsudveksling og videnudvikling
9. Åbenhed, opfølgning og dokumentation

Miljøchartrets principper er gode - men giver ikke bygherrerne inspiration til at definere de konkrete miljøkvalitetskrav.

Det Økologiske Råd anbefaler, at Statens bygherrer bruger Den Grønne Byggherrevejlednings konkrete forslag til definitionen af miljøkrav i byggeprogrammer .

### Staten som det gode eksempel

Statens indsats gælder bl.a. Statens Undervisningsbyggeri, Forsvarets Byggeri, Centraladministrationens og alle Statens sociale institutioner. Staten har med den officielle politikudmelding om at ville arbejde for bæredygtighed, en ufravigelig pligt til at sikre størst mulig reduktion af miljøbelastningen indenfor den givne anlægs- og driftsøkonomi. En opgave som tilsyneladende kun delvist tages seriøst.

I statens “Byggherrevejledning 2003” står i kap. 2.2: - at det er den statslige bygherres opgave at:

“- træffe beslutning om byggeriets størrelse, ydre og indre udformning og økonomi samt fastlægge krav til arkitektur samt teknisk og miljømæssig kvalitet”

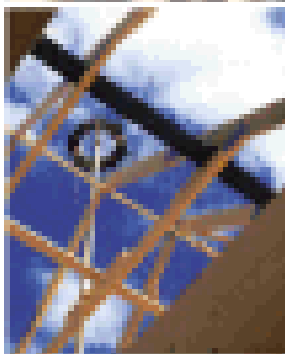
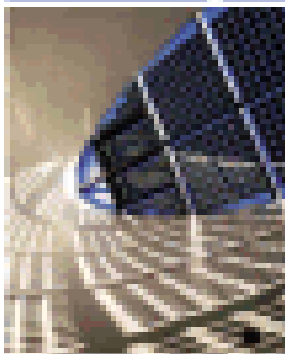
### Staten har ambitioner for Undervisnings- og Forskningsbyggeriet:

“Med Miljøvejledningen ønsker S-FoU at sikre, at miljøhensyn indgår i alle S-FoU's fremtidige projekter”

Citat fra S-FoU miljømanual, udgivet nov. 2004

Det Økologiske Råd anbefaler, at Byggherreforeningens medlemmer bruger Den Grønne Byggherrevejlednings forslag til definition af miljøkvalitetskrav.

## MILJØRIGTIGT BYGGERI - en smal sag



Retningslinjer for miljørigtigt byggeri med tilhørende indlæg til dogmekommunerne

OKT 2006



### Dogme 2000 - miljøkrav til byggeriet

Dogme2000 kommunerne, Albertslund, Ballerup, Fredericia, Herning, Kolding, København og Malmø er et "samarbejde mellem kommuner, der vil gøre en ekstra indsats for at beskytte og forbedre miljøet og arbejde langsigtet med at udvikle bæredygtige lokalsamfund".

Dogmekommunerne har i fællesskab udarbejdet og i efteråret 2006 vedtaget et sæt fælles retningslinjer for miljørigtigt byggeri. "Retningslinjerne er gældende minimumskrav til miljørigtigt byggeri inden for alle faser af kommunalt og støttet nybyggeri, renovering, vedligeholdelse samt byfornyelse".

Vedr. energi fastslås bl.a., at alt nybyggeri skal være minimum Lav-energi klasse 2 i henhold til BR energirammer.

Citater fra "Miljørigtigt byggeri - en smal sag" udgivet af Dogme2000 oktober 2006.

At der kan være langt fra beslutning til realisering viser en forespørgsel hos en række af dogmekommunerne, som pr. august 2007 endnu ikke realiserer de gode dogmekrav, når der bygges kommunalt eller støttet byggeri.

(se [www.dogme2000.dk](http://www.dogme2000.dk))

## Fælles ambitioner

At den seriøse del af byggesektoren er opmærksom på fordelene ved at styre mod energirigtigt byggeri er klart udtrykt i det fælles udspil "Energieffektivisering af bygningsbestanden" som i efteråret 2004 blev præsenteret af Akademisk Arkitektforening, Bygherreforeningen, Byggematerialeindustrien, Dansk Industri, Dansk Byggeri, Foreningen af Rådgivende Ingeniører, Danske Ark og Tekniq. Byggesektoren ser en halvering af energiforbruget i den samlede bygningsbestand som en realistisk mulighed over de næste 20 år. Byggeriets parter tager udgangspunkt i, at investeringerne skal være rentable og bemærker at Energimærkningsordningen har dokumenteret, at der i 75 % af alle de mærkede bygninger er påvist oplagte energibesparelsesmuligheder med en tilbagebetalingstid på 8 år eller mindre. Det betyder altså, at ¾ af den danske bygningsbestand er urentabel ud fra en økonomisk betragtning, fordi disse energibesparende forbedringer ikke er realiseret!!

Byggeriets parter opfordrer til yderligere indsats, der har til formål at prioritere energibesparelser for at fremme en økonomisk og miljømæssig fornuftig udvikling.

Københavns kommunes manual fra 2006 præciserer, at alt kommunalt byggeri og alt støttet byggeri skal opføres som minimum lavenergiklasse 2 byggeri.

## Kommunale krav og anbefalinger til miljørigtigt byggeri

En række kommuner har miljømanualer som flere gange er opdateret - de er dog oftest karakteriseret ved at de formulerede krav til det kommunale og det støttede byggeri ikke er markant ambitiøse. Manualerne anbefaler de mere betydende indsatser - men anbefalingerne er ikke forpligtende, hverken for bygherrerne eller kommunen.

Manualerne er positive udtryk for ønsker om mere miljørigtigt byggeri. Erfaringerne viser dog, at manualerne ikke har meget stor effekt på reduktionen af miljøbelastningen fra det byggede.

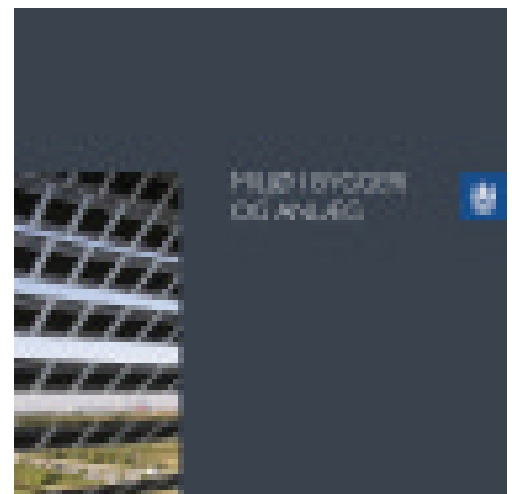
Københavns Kommunes manual med krav og anbefalinger til miljøorienteret byfornyelse og nybyggeri - vedtaget i 2006

Byggeriets parter udtaler: "At bygninger der ejes af det offentlige bør "gå forrest" i gennemførelse af rentable energibesparende tiltag"

Byggeriets parter udtaler: "Der bør iværksættes tiltag, der stimulerer brugen af lavenergiklasse 1 og 2, således, at der skabes et marked for de forbedrede byggekomponenter og projekter, som fører til disse bedre løsninger. Derigennem vil udviklingen kunne fremmes ved fx løbende at skærpe kravene."

Det Økologiske Råd anbefaler, at kommunerne udmelder realistiske og ambitiøse krav til byggeriets miljøkvalitet for at fremme den ønskede udvikling.

Det Økologiske Råd anbefaler, at kommunerne bruger Den Grønne Bygherrevejlednings forslag til definition af miljøkrav ved salg af offentlig jord, ved støttet byggeri og renovering og i egne byggerier og renoveringer.



I **Sverige** giver Energimyndighederne økonomisk støtte til meromkostninger i forbindelse med opførelse af passivhuse, se [www.husutanvarmesystem.se](http://www.husutanvarmesystem.se)

Der kan søges støtte til:

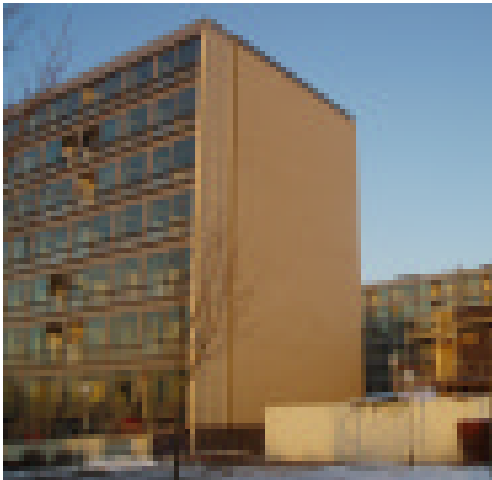
- Ekspertbistand til projektering
- Kvalitetsstyring i byggeprocessen
- Måling og evaluering af det færdige byggeri
- Formidling af projektet

Merudgifter til energieffektive installationer, bedre isolering, varmegenvinding m.m. støttes derimod ikke, idet disse udgifter tjenes ind via reducerer driftsudgifter.

I **Tyskland** har man politisk besluttet, at udbyde målrettede billige lån til energirigtigt nybyggeri og renovering gennem den offentlige kreditanstalt. I perioden 2006 - 2009 er der således et årligt beløb på ca 10 milliarder kroner alene til støtte ved energioptimerede renoveringer.

I **Østrig** lancerede regeringen i 2000 et 5-årigt støtteprogram "Haus der Zukunft" som et ambitiøst forsknings- udviklings- og demonstrationsprogram, hvor der gives økonomisk støtte til ekstraomkostninger i forbindelse med energi- og miljøoptimeringer, normalt 5 -10% af de samlede byggeomkostninger. Programlinjen fortsætter i 2007 med et lige så ambitiøst program "Energie der Zukunft" med fokus på store bygninger. De politiske incitament har betydet, at der i dag er mere end 1600 passivhuse i Østrig.

Vorarlberg har som den første delstat politisk besluttet, at alt støttet boligbyggeri pr 01.01.07 skal opføres i passivhusstandard. - Resten af Østrig følger efter.



Bispehaven Århus  
Boligbyggeri fra 60'erne som p.t. er i gang med 3. renoveringsrunde. Renoveringer som hver gang har skullet finansiere et beløb tæt på nybygningspris.  
Reelt en levetid på mindre end 20 år

### Forsyningshorisonter og forsyningssikkerhed

Økonomi er allerede nu et væsentligt incitament til minimering af energiforbruget, og med de forsyningshorisonter og prisudviklinger som kan forudses nu, vil det økonomiske incitament til energibesparelser blive stadig større.

### Totaløkonomi

Totaløkonomiberegninger viser, at det er klog økonomisk strategi at fremtidssikre byggeriet nu i stedet for at få store omkostninger til energirenoveringer om 5 eller 10 år, når næste runde af strammere Kyotomål og strammere BR energirammer skal opfyldes!

### Energimærkning

Med indførelsen af de nye energirammer i tillæggene til BR95 pr. 1. januar 2006 med virkning fra 1.4.06 er det et krav, at bygninger skal energimærkes før ibrugtagning og i forbindelse med salg af en ældre bygning. Energimærkningen skal kontrollere, at de indberettede forudsætninger for energiberegningen er opfyldt.

### Svanemærkning

Svanemærkningen er en kombination af obligatoriske krav og pointkrav til byggeriet. Svanemærkningen stiller bl.a. følgende krav:

- Lavenergiklasse 2 byggeri
- Materialer skal være fuldt deklarerede - og der er en række kvalitetskrav til materialer
- Min 30% af træ i huse med mere en 30kg træ/m<sup>2</sup> skal komme fra certificeret skovbrug
- Termisk isoleringsmateriale må ikke indeholde bromerede flammehæmmere, borax eller borsyre og materialet må ikke være klassificeret som kræftfremkaldende i henhold til direktiv 97/69EC
- Der skal leveres en detaljeret drifts- og vedligeholdelsesmanual ved aflevering af byggeriet

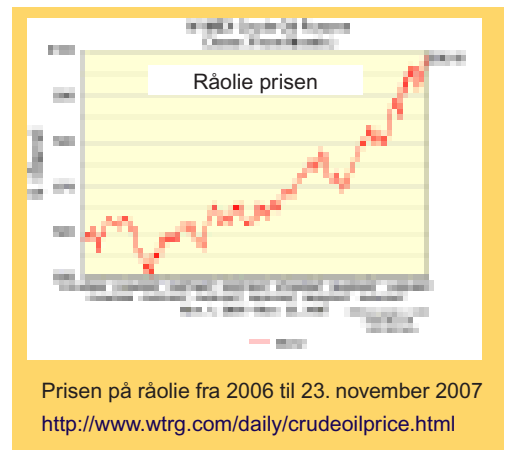
### Markedskræfterne

Uanset hvilken strategi dagens bygherrer anlægger, vil markedskræfterne pejle den nødvendige retning - før eller siden: Hvem vil købe en bygning med et dårligt indeklima eller en himmelråbende ringe driftsøkonomi pga. for højt energiforbrug, hvis bedre alternativer findes.

Det bliver stadig tydeligere, at den bygherre, den developer og den investor, som lægger den fremtidsorienterede kurs tidligt, får nogle konkurrencefordele.

### Miljøkvalitet som konkurrenceparameter og god investering

I 1998 forudsagde Bent Fjord fra Realkredit Danmark, at miljøkvaliteten fremover vil blive en konkurrenceparameter og en værdiparameter for fremtidens byggeri - vi nærmer os det scenarie nu, næsten 10 år efter Bent Fjords prognose.





Det statslige hollandske forskningscenter Alterra i Wageningen. Projektet er gennemført efter arkitektkonkurrence, af arkitektfirmaet Behnisch, Behnisch og Partner, Tyskland. Energiforbrug er 30% af den hollandske standardramme

Gårdhaverne ved Alterra er et eksempel på et atrium med stort naturindhold  
"a small man made nature reserve"  
landskabsarkitekt Hyco Verhaagen, Belgien

Bygningen er et eksempel på strategien om "at bygge venligt mod mennesker og miljø". Materialerne er basale, og valgt med hensyn- tagen til en LCA vurdering - de rigtige træsorter til de forskellige funktioner, industrielt produce- rede standard stålelementer, fritlagte beton- konstruktioner for at sikre effektiv natkøling af lokalerne. Naturlig sikring af indeklima- kvalitet via luftindtag gennem glasoverdæk- kede gårdhaver med regnvandsbassiner og en rigt varieret plantevækst. Der er direkte adgang fra kontorer til gårdhaver, som også fungerer som mødelokale og kantine i store dele af året.

Den hollandske stat har krævet miljømæs- sigt foregangsbyggeri ved gennemførelse af et byggeri til det nationale naturforsknings- institut Alterra i Wageningen. Staten har på- taget sig sin rolle som den, der bygger "det gode eksempel til inspiration og efterfølgelse"

### Foregangsbygherrer

Den bygherre som vil tegne fremtiden - vil analysere hvilke forventninger man i fremtiden vil stille til byggeriets ydeevne og sikre sit byggeri ved at udføre det, så det kan opfylde allerede udmeldte fremtidige krav. Alternativt kan man opføre et byggeri, som har en stor omstillingsfleksibilitet indbygget, så ændringer let kan foretages. Konkurrencen om købere, brugere, markedsandele osv. vil klart tilsi den private bygherre også at være fremsynet på miljøområdet.

### Det fremtidssikrede byggeri

Den progressive bygherre vil på baggrund af en økonomisk og miljømæssig vurdering konkludere, at den udvikling som kan forudses vedr. udefra kommende skærpede miljøkvalitetskrav og fremtidige energipriser gør det bydende nødvendigt at sikre at høj miljøkvalitet leveres allerede nu.

Bygherren vil ikke længere stille sig tilfreds med en aftale vedr. planlægningsprocessen om, at der gennemføres miljørigtig projektering efter BPS 121 eller ABCplanner eller tilsvarende.

Bygherren vil forlange byggeriet realiseret og dokumenteret med høj miljømæssig kvalitet. Miljømæssig ydeevne som kan måles. Dette hæfte formulerer enkle, men effektive krav.

### Det offentlige byggeri som det gode eksempel

Den fremsynede bygherre bør naturligvis først og fremmest findes i offentligt regi - med varetagelse af statens, regionernes og kommunernes forpligtelse til at være det gode eksempel til efterfølgelse.

Ansvarlige politiske beslutningstagere må sikre sig, at de igangsætter byggeri som ikke er fysisk og teknologisk/miljømæssigt forældet efter en kort årrække.

### “Bedre og Billigere Byggeri”

Regeringens handlingsplan for byggeriet fra 23. maj 2007 lover med initiativ nr. 6 at:

- gennemføre initiativer i “En visionær dansk Energipolitik” herunder en kampagne for nedsættelse af energiforbruget i boliger, og en øget indsats for forskning og udvikling af bl.a. energieffektive løsninger på 1 mia. kr. årligt
- indføre en ny lavenergiklasse svarende til passivhuse i Bygningsreglementet

Den nye lavenergiklasse forventes at træde i kraft som tillæg til Bygningsreglementet i løbet af 2008.

Det Økologiske Råd anbefaler, at Staten som bygherre sikrer, at statens bygninger opføres / renoveres til en miljørigtig standard - med et energiforbrug som lavenergiklasse 2 eller lavere.

Det Økologiske Råd anbefaler, at politikerne, som beslutningstagere for den offentlige forvaltning, påtager sig forpligtelsen til at sikre, at der stilles miljøkvalitetskrav til de bygninger, som skal opføres på de byggegrunde som stat og kommuner sælger.

Det Økologiske Råd anbefaler, at Statens byggeri opføres som bæredygtigt eksempelbyggeri til inspiration for det øvrige byggeri.



2 fotos fra Køge Fremtidens parcelhus i Herfølge:

a. sort svanehus

b. nyt "1920'er" svanemærket hus i Køge



Dobbelthus i Bregenz, Østrig  
Lavenergihus, tæt ved  
passivhusstandard.  
Arkitekt. Walter Unterrainer

### Fremtidens Parcelhuse

Et projekt igangsat af Det Grønne Hus og Køge Kommune med det formål at fremme mere miljørigtigt boligbyggeri - primært parcelhuse, men også tæt-lav boligbebyggelser. Der er defineret et sæt "Køge Kriterier" som stiller miljømæssige ydeevnekrav til de boliger, der skal opføres på de byggegrunde, som kommunen har udstykket til formålet. Se [www.fremtidensparcelhuse.dk](http://www.fremtidensparcelhuse.dk)

Projektet Fremtidens parcelhus er støttet af Realdania og Nykredit.

#### Køge kriterierne:

Husene skal have et lavt energiforbrug. Det sikres ved at husene skal leve op til lavenergiklasse 2 i Bygningsreglementets nye energirammer 2006.

Husene skal Svanemærkes, hvilket stiller en række krav til byggeprocessen, energiforbrug, ventilation, materialevalg, samt at der er en vejledning til beboerne om miljørigtig brug og vedligeholdelse af huset.

Der skal være grønt på grunden. Det sikres ved en biofaktor på mere end 0,6.

Regnvand skal nedsives, genanvendes eller ledes til åbne regnvandsløb.

Køge kriterierne er udtryk for en fælles vilje til at kunne tilbyde parcelhuse, som er sunde og vedligeholdelsesvenlige, har en lille miljøbelastning, understøtter et lokalt naturindhold og har et markant lavt energiforbrug.



## Sådan bruges vejledningen

Vejledningen er en inspirationskilde til den bygherre, som ønsker konkret handling og realisering af miljømæssige visioner. Den kan bruges som baggrundsmateriale til projektdviklingen, et opslagsværk til brug for fastsættelse af miljø- og energikrav i programmeringsfaser og den er en kilde til yderligere viden om temaer vedr. miljø og byggeri.

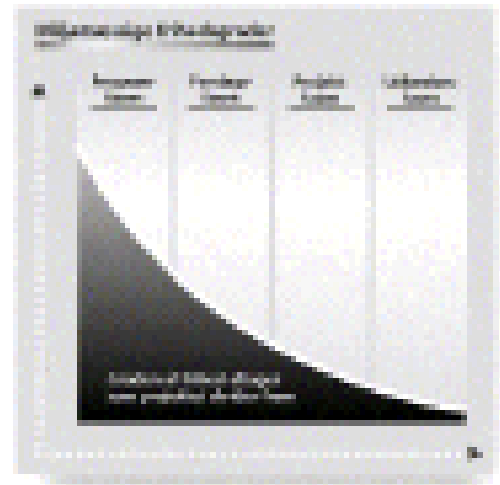
Dette hæfte giver konkrete ideer til fastsættelse af væsentlige miljøkvalitetskrav til byggeriet som kan bruges af alle bygherregrupper. Alle krav skal naturligvis vælges og formuleres specifikt til det enkelte projekt / den specifikke lokalitet.

## Hvornår skal kravene stilles

Bygherren har ved start af et nyt projekt frihed til - under hensyntagen til gældende lovgivning og den aktuelle økonomiske ramme - at stille alle de krav han finder vigtige. Den erfarne bygherre vil også vide, at mulighederne for at påvirke et projekt uden meromkostninger er størst tidligt i projektforsløbet, og at mulighederne mindskes i takt med, at flere og flere parametre låses fast.

## Hvornår skal beslutningerne tages

I begyndelsen af projektforsløbet er valgmulighederne store (se graf) - det er her der kan tages beslutninger om at opføre et byggeri med markant minimeret miljøbelastning. - Senere reduceres mulighederne for at ændre kurs !



### Stenløse Kommune udbyder byggegrunde med perspektiv

Stenløse Kommune, som nu er en del af Egedal kommune, har udbudt grunde i et nyt byområde Stenløse Syd, til parcelhuse og tæt-lav bebyggelser med krav om, at byggeriet skal opføres som lavenergibyggeri med et energiforbrug til opvarmning på max 34 kWh/m<sup>2</sup>/år for parcelhuse og max 30 kWh/m<sup>2</sup>/år for tæt-lav og etageboligbyggeri.

Byggeri med et max energiforbrug til opvarmning på 15 kWh/m<sup>2</sup>/år (passivhuse) kan endvidere fritages for tilslutningspligt til naturgasnettet i området. Herudover kan der generelt godkendes supplerende varmekilder som f.eks. solanlæg.

Købstilbud på storparceller skal vedlægges skitseprojekt, som bliver vurderet på følgende grundlag:

- Bebyggelsens indpasning i terrænet og samspil med det omgivende landskab og hovedstrukturen i området.
- Arkitektonisk helhed og kvalitet.
- Miljømæssige aspekter, herunder anvendelsen af miljørigtige byggematerialer og energibesparende foranstaltninger.

Kravene er udtryk for, at Stenløse Kommune påtager sig et medansvar for at sikre en reduktion af miljøbelastningen og dermed en mindskeelse af CO<sub>2</sub> udledningen fra nybyggeriet.

Stenløse Kommune har endvidere opprioriteret områdets naturindhold således, at den udarbejdede hovedplan inklusive udlagte naturarealer vil sikre forbedrede vilkår for dyre- og plantelivet i området. Grundvandsressourcerne beskyttes mod forurening og der lægges vægt på reduktion af drikkevandsforbrug. Endelig gøres der en indsats for at reducere brugen af miljøskadelige byggematerialer.

2 fotos fra Stenløse Syd:

- a. Parcelhus i lavenergiklasse 2
- b. Træhus i lavenergiklasse 2. Færdigt byggeri



**Kommunerne må nu stille krav**

Ved ændringen af Planloven pr. juni 2007 indførtes bl.a. en for lokalplanlægningen meget vigtig ny regel, om at kommunen, i lokalplanen, kan stille krav om opførelse af lavenergibyggeri. Kommunen kan hermed ikke blot på egen jord, men ved al lokalplanlægning realisere et ønske om et mere energieffektivt byggeri og dermed minimere kommunens CO<sub>2</sub> udledning.

Det Økologiske Råd anbefaler, at politikerne og de bygningsansvarlige i stat, regioner og kommuner analyserer driftsbesparelserne ved investeringer i energiminimeringer.- Og gennemfører alle rentable investeringer.

**Markedsføring af kommunerne**

Kommunen kan indskrive kvalitetskriterier og fra 1.7.2007 også stille miljøkrav i lokalplanerne, herunder miljøkvalitetskrav som krav i lokalplaner, ved udbud og som deklaration på grunde ved salg. Men først og fremmest kan kommunen selv gå forrest.

De mange kommunale skoler, børne-, ungdoms- og ældreinstitutioner, foruden alle de kommunale administrationsbygninger og kulturbygninger bør have en forsvarlig miljøkvalitet og en fornuftig driftsøkonomi, hvor energiudgifterne er mindst mulige.

Endelig har kommunerne som bevilligende myndighed vedr. det støttede boligbyggeri eller ved støttet renovering, mulighed for her at stille miljøkvalitetskrav ved tildeling af kvoter.

**Hvor bør staten, regioner og kommuner stille præcise krav til bæredygtigt byggeri:**

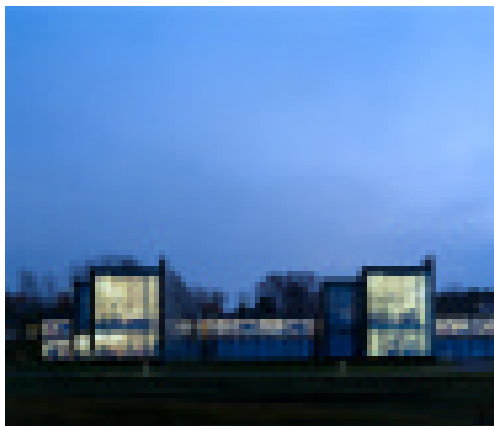
- I lokalplanerne
- Ved udbud og salg af byggegrunde
- Ved programmering af eget byggeri og af renovering
- Ved tildeling af kvoter til det støttede byggeri
- Ved valg af rådgivere og entreprenører
- Ved udbud af drift og vedligehold

“Undervisningen i temaet bæredygtighed er vigtig på alle niveauer i undervisningssektoren. Sigtet er at give alle mulighed for at udvikle deres viden om de mange problemstillinger, der indgår i debatten om bæredygtig udvikling på globalt, regionalt og lokalt plan”

Regeringens nationale strategi for bæredygtig udvikling, juni 2002



Kingoskolen, Slangerup - skolen er et læringssted og et læringsredskab. Miljøindsatsen i byggeriet bliver til miljøundervisning i skolen  
Arkitekter: Nielsen & Rubow.



Rockwool's forskningscenter i Hedehusene - et godt initiativ til reduktion af energiforbruget - forsøgsbyggeriet viste, at kuldebroer kan betyde stort varmetab.

Med et målt energiforbrug til opvarmning på 39 kWh/m<sup>2</sup>/år er byggeriet dog stadig et af de mindst energiforbrugende kontorhuse i Danmark

Arkitekt: Vandkunsten

Ingeniør: Erik K. Jørgensen

### Hvor kan private bygherrer stille krav:

- Ved valg af rådgivere og entreprenører
- Ved programmering af eget byggeri og af renoveringer og konverteringer
- Ved udbud af drift og vedligehold

Den private bygherre har måske det klareste billede af, at en miljøindsats er væsentlig - her er både økonomi, firmaprofil, markedsføring, etik, indeklima, medarbejdertiltrækning og brugertilfredshed parametre, som tilsiger god miljøprofil.

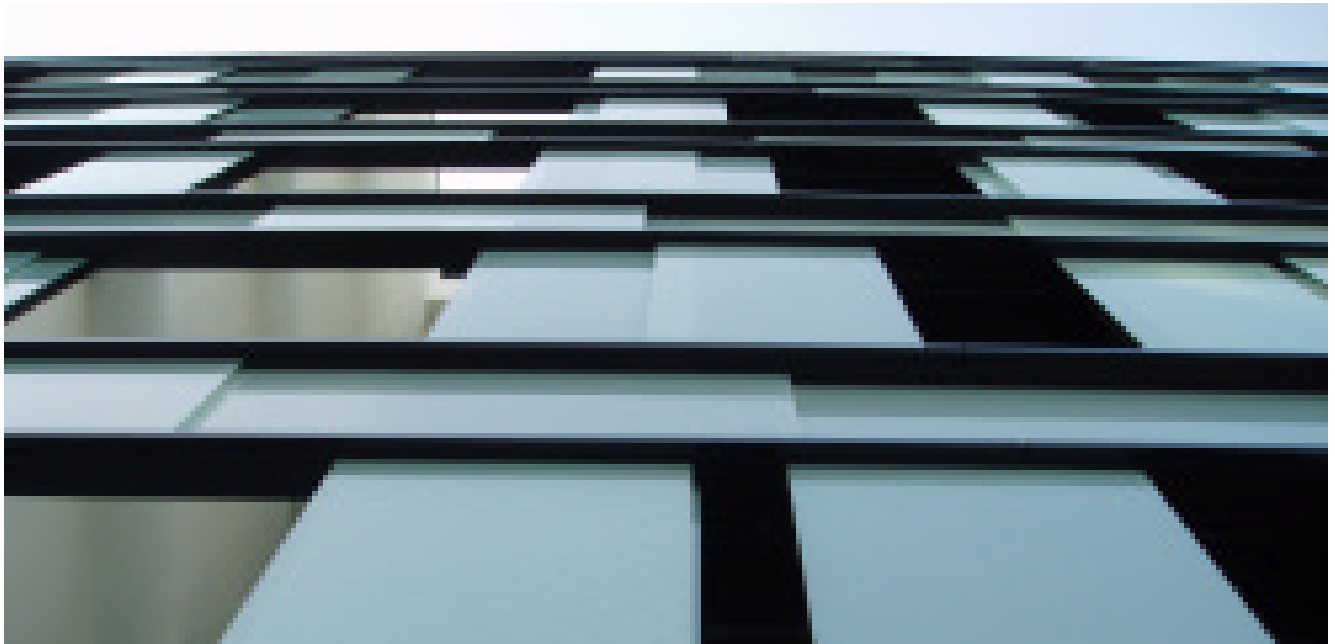


Seest Huse i samarbejde med Rockwool Lavenergi typehus 2005. Beregnet energiforbrug til opvarmning ca 25 kWh/m<sup>2</sup>/år. Varmeforbrug 167 kr/måned. Det målte energiforbrug til opvarmning er 26,7 kWh/år/m<sup>2</sup>. Arkitekt Jens Felthaus

Kontor- og bolighus i Winterthur Schweiz. Variabel facade og jordvarme med varmepumpe.

Passivhusbyggeri: 12 kWh/m<sup>2</sup>/år til opvarmning

Arkitekt: Baumschlager og Eberle





### Hvor kan boligselskaber og -foreninger stille krav:

- Ved udbud af bygherreopgaver
- Ved prækvalifikationsrunder
- Ved programmering af eget byggeri og af renoveringer og konverteringer
- Ved valg af rådgivere og entreprenører
- Ved udbud af drift og vedligehold

Beboerne forventer sunde huse - og rimelige huslejer. Hvis energiodgifterne til drift kan presses langt ned, kan der blive råd til lidt bedre materialekvalitet, uden at udgifterne til husleje og el, vand og varme ændres.

Den enkelte beboer er fokuseret på det lokale miljø og ser måske ikke det globale perspektiv - men det gør ikke noget at boligforeningen også kan profilere sig med, at den tager et ansvar for at reducere de globale klimaforandringer alvorligt.

Boligforeninger må rette fokus mod de kravsspecifikationer, som formuleres i forbindelse med valg af rådgivere, udformning af byggeprogram, valg af entreprenør og i forhold til de kvalitetssikringsprocedurer, som gennemføres.

### En boligforening med ambitioner

“Det er den inderste kerne i Boligforeningen Ringgårdens byggepolitik, at lære af fortidens fejtagelser og at undgå bevidstløst at gentage fortidens succeser. Vi vil gerne realisere fremtidens succeser. Dette, tror vi, sker ved konstant at sætte begreberne arkitektonisk bæredygtighed, miljømæssig bæredygtighed og social bæredygtighed i centrum af vore bestræbelser.”

Citat fra Boligforeningen Ringgårdens program til projektkonkurrencen om “Arkitektur og Bæredygtighed i Dansk Boligbyggeri” 2003

ill. foregående side:

Boligforeningen Ringgården, Århus: Bogrube 4 i Andelssamfundet i Hjortshøj. Bebyggelsen har et meget lavt energiforbrug, ca 30 kWh/m<sup>2</sup>/år til opvarmning. De markante solskorstene hjælper den naturlige ventilering af boligerne. Opført 2002  
Arkitekt: Arkitema, Ingeniør: Carl Bro



Boligforeningen Ringgården: Projekt til bo-gruppe A Lystrup - passivhuse max 15 kWh/m<sup>2</sup>/år til rumvarme.  
Arkitekt/ill: Schmidt, Hammer og Lassen  
Ingeniør: Birch & Krogboe og Arup



## Komfort Husene

Komfort Husene er et udviklingsprojekt igangsæt af Saint-Gobain Isover a/s. Der skal i Skibet ved Vejle 2007-08 opføres 10 huse i passivhus standard efter projekter udvalgt via en prækvalifikation. Huse med passiv opvarmning kan have utrolig flot arkitektur. Her et interiør fra Hunds-bæk og Henriksens hus, hvor et atrium trækker masser af lys ned midt i huset.

[www.komforthusene.dk](http://www.komforthusene.dk)



Arkitekter: Finn Prip  
Rådgiver: Moe & Brødsgård, rådgivende ingeniører  
Cenergia Energy Consultants A/S  
Byggefirma: Basic Byg Aps.

**Denne grønne bygherrevejledning omtaler kun et begrænset antal eksempler på virkemidler. Der kan findes mange forslag til virkemidler i alle forskellige kategorier i en lang række udgivelser som f.eks.**

- “BPS 121 Miljørigtig Projektering”
- “Anbefalinger for Bæredygtigt Byggeri” Det Økologiske Råd 2006
- “Passiv solvarme i nyere danske boligbebyggelser - erfaringsopsamling og anbefalinger” Dansk Center for Byøkologi, 2002
- “www.ABCplanner.dk” rummer en database med forslag til virkemidler
- [www.groenthus.dk](http://www.groenthus.dk) i forbindelse med “Fremtidens Parcelhus” i Køge
- S-FoU's Miljøvejledning nov. 2004
- [www.altompassivhuse.dk](http://www.altompassivhuse.dk)
- Fremtidens Byggeri på: “ISOVER Comfort House”, se [www.isover.dk](http://www.isover.dk)



Arkitekter: aart  
Rådgiver: Rambøll Danmark a/s  
Byggefirma: DTE Byg

## Den Grønne Bygherrevejlednings miljøkrav

Med udgangspunkt i Byggepanelets prioritering af miljøbelastningerne behandles i de følgende 4 afsnit de væsentligste bygnings- og friarealrelaterede miljøbelastninger.

I tilknytning hertil er formuleret en begrænset mængde konkrete miljøkvalitetskrav til projektkvalitet, som bygherren kan stille.

Yderligere krav kan naturligvis stilles.

### Byggepanelets prioritering af miljøbelastningen

1. Energiforbruget og dets miljøeffekter
  2. Materialeforbrug og begrænsning af affaldsdannelsen
  3. Forbrug af sundheds- og miljøbelastende stoffer
- suppleret med
4. Beskyttelse og styrkelse af naturressourcerne

Miljøkvalitetskrav kan som regel tilgodeses på mange måder, hvorfor det er en arkitektonisk og teknisk udfordring for arkitekt og ingeniør i samarbejde at designe de optimale løsninger i det enkelte tilfælde. Produkt- og teknologiudvikling udvider hele tiden spektret af virkemidler til minimering af miljøbelastningen.

### Ydeevnekrav

Miljøkvalitetskrav skal derfor primært formuleres som ydeevnekrav for at sikre den designmæssige frihed til at optimere løsningerne.

En del af de nævnte miljøkrav vil med dagens økonomi kunne ligge indenfor en almindelig anlægsøkonomi. De allerfleste vil ved en totaløkonomisk beregning vise sig at være både miljømæssigt og økonomisk fordelagtige. Enkelte vil mindske miljøbelastningen, men fordyre projektet med nuværende energipriser og miljøafgifter. Men hvem kan med sikkerhed forudsige fremtidens energiforsynings-situation og dermed udviklingen i prisen på energi??

For alle krav gælder, at hvis rådgivere eller entreprenører af den ene eller den anden grund ønsker at udføre løsninger, som ikke opfylder alle de stillede krav, så skal der argumenteres herfor.

### Virkemidler

Vi har i dette hæfte kun omtalt og vist illustrationer af enkelte virkemidler.

### Miljøkvalitetskrav - side 33-57

I Den Grønne Bygherrevejledning finder man de konkrete forslag til kravstillelse i de grønne felter

### Virkemidler

I de gule felter finder man en række eksempler på virkemidler, eksempler på miljøorienteret byggeri, definitioner og faktuelle oplysninger

### Anbefalinger

I de røde felter kan man læse Det Økologiske Råds anbefalinger om generel indsats for at fremme bæredygtighed i byggeriet



Enfamiliehus i Feldkirch, Østrig, arkitekt Walter Unterrainer. Opført 2005. Huset er en let trækonstruktion isoleret med cellulose. Massivtræsdæk og indvendige vægge med "lehmplatten" med lerpuds. Udvendig beklædning af et tekstilt materiale, som normalt bruges til staldbygninger. 3-lags vinduer med en samlet U-værdi på 0,8. Ventilationssystem med varmegenvinding, som suppleres med jordvarme fra en 26 m lang kanal. Varmepumpe til varmt vand. Eget solcelleanlæg på taget, som er koblet på nettet.

Passivhaus Institut Darmstadt formulerer følgende regler for et passivhus:

- Det totale energibehov til rumopvarmning må max være 15 kWh/m<sup>2</sup>/år
- Det totale primære energibehov til varmt brugsvand, rumopvarmning/køling, ventilation, pumper, husholdningsstrøm, lys m.v. må max være 120 kWh/m<sup>2</sup>/år
- Husets infiltrationsluftskifte målt med Blower Door test skal være  $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$

Se: [www.altompassivhuse.dk](http://www.altompassivhuse.dk) og [www.europeanpassivehouses.org](http://www.europeanpassivehouses.org)



Cepheus - netværkets primære krav til et passivhus

- Energiforbrug til rumopvarmning max 15 kWh/m<sup>2</sup>/år
- Energiforbrug til opvarmning, brugsvand samt el til vent. og pumper max 42 kWh/m<sup>2</sup>/år
- Et godt indeklima sommer og vinter

se: [www.cepheus.de](http://www.cepheus.de)

Flerfamiliehus i Wolfurt, Østrig, arkitekt Gerhard Zweier, ing. GMI, opført 1999.

2 huse hver med 4 boliger med fælles p-kælder og træpillefyr som leverer tilskudsvarmen til ventilationsanlægget med genvinding. Husene er opført som lette stålkonstruktioner med udvendig lærketræsbeklædning. Der er solpaneler til varmt vand på tagene.

Varmebehov 13,5 kWh/m<sup>2</sup>/år - passivhusstandard.

## Energiforbrug

Driftsenergiforbruget er en stor miljøbelastning i byggeriet. Bygnings design, materialevalg og tekniske anlæg er bestemmende for driftsenergiforbruget. Også brugernes adfærd er af stor betydning for driftsenergiforbruget og muligheden for miljøoptimal adfærd bestemmes i høj grad af bygningens design. Der bruges endvidere energi til fremstilling af byggematerialer, til transport af byggematerialer, der er energiforbrug i anlægsfasen på byggepladsen og der vil til slut være et energiforbrug ved nedbrydning af bygningen.

Af markant betydning for miljøbelastningen er imidlertid også transport til og fra bygningen i dens levetid. Bygherren bør derfor ved valg af byggegrund fokusere på mulighederne for kort transportafstand og god offentlig transport. Planlæggerne må ved arealdisponering indregne fremtidig trafikbelastning og sikre, at den offentlige planlægning minimerer miljøbelastningen fra transport.

## Driftsenergiforbrug

Energiforbrug til opvarmning kan minimeres kraftigt ved rigtig bygningsformgivning og gode konstruktionsdetaljer - optimeret isolering, tæthed, mindst mulig bygningsoverflade, fornuftig brug af passiv solvarme, energieffektiv ventilation, varmegenvinding, forvarmning af ventilationsluft og eliminering af kuldebroer, kombineret med aktiv brug af sol eller andre vedvarende energikilder, hvis der er behov for opvarmning. Præcise og ambitiøse krav til driftsenergiforbruget er den bedste strategi til minimering af miljøbelastningen. I den grønne boks er angivet ambitiøse mål på forskellige ambitionsniveauer. Lavenergiklasse 2 standarden forventes at blive standardramme ved næste revision af energirammerne.

### Krav:

- Projektet skal opføres i BOLIG+ standard - energineutral bolig, dvs. som lavenergiklasse 1 uden brug af VE og med en egenproduktion af energi, som på årsplan gør boligen energineutral inkl. beboernes brug af el til apparater og belysning m.v. eller
- Projektet skal opfylde passivhus standard på max 15 kWh/m<sup>2</sup>/år til opvarmning og have en samlet energiramme som lavenergiklasse 1 (Se nye regler forventet som tillæg til BR i 2008) eller
- Projektet skal opfylde kravene til lavenergiklasse 1, som svarer til 50% af standardrammen 2006 - eller
- Projektet skal opfylde kravene til lavenergiklasse 2 som svarer til 75% af standardrammen (se s. 17)

Med disponerede yderligere stramminger af BR's energirammer i 2010 og 2015 anbefaler Det Økologiske Råd, at nybyggeriet i dag fremtidssikres ved minimum at anvende rammerne i lavenergiklasse 2, som forventes at blive standardramme ved næste revision af bygningsreglementet.

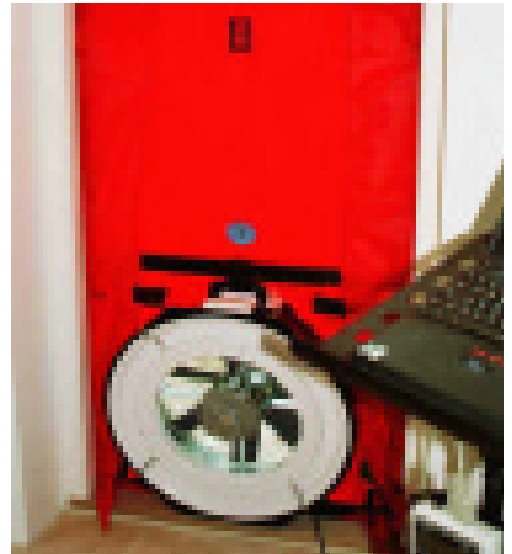


Foto af Blowerdoor testudstyr. Måling udført på nyopført parcelhus 2005 af konsulent fra Dansk Byggeri.





Boligforeningen Ringgårdens boliggruppe B i Lystrup er tegnet af det tyske arkitektfirma Herzog + Partner.

Boligerne opføres som præfabrikeret elementbyggeri produceret i Tyskland. 2 etagers boliger i lavenergiklasse 1 og 1-plans boliger i lavenergiklasse 2.

Vægge og dæk er massivtræ, med en udvendig lærketræsbeklædning, vinduespartier med en samlet U-værdi mellem 0,66 og 1,18, og udvendigt solafskærmende fleksibelt skoddesystem. Det minimale energiforbrug til opvarmning leveres fra den lokale fjernvarme og udnyttes effektivt bl.a. via en nyudviklet varmfordeling i vægfladerne, som sænker returtemperaturen. Elforbruget er minimeret ved at sikre optimal dagslysforsyning og ved anvendelse af LED belysning.

- Kompakt bygningsform med lille overfladeareal i forhold til indhold.
- Bygningsplacering og bygningsdisponering med fornuftig udnyttelse af passiv solvarme, uden risiko for overophedning og kølingsbehov
- Ledningstab minimeres (bygningen disponeres så installationer samles / rørisolering optimeres / ingen konstant cirkulation).
- Forbedret isolering - også den tekniske isolering - ingen kuldebroer
- Stor tæthed - BR krav er 1,5 l/s/m<sup>2</sup> men bedre tæthed (0,5 l/s/m<sup>2</sup>) anbefales, hvis lavt energiforbrug ønskes. Luftskefter bør kontrolleres for at sikre optimalt indeklima, og varmegenvinding på ventilationen reducerer energiforbruget markant. Mekanisk ventilation virker kun optimalt, hvis anlægget vedligeholdes og rengøres efter forskrifterne.
- Optimal dagslysbetjening - gerne vinduer til loftet -som kan sikre mindre behov for kunstlys
- Arbejdspladser primært orienteret mod nord sikrer godt arbejdslys uden solgener og overophedning
- Højisolerede vinduer: Samlet U-værdi for vinduet bør ligge under eller på U= 1,0. (Det er muligt at få vinduer på U=0,6 eller 0,8).
- Højeffektiv varmegenvinding med lavt energiforbrug på balanceret mekanisk ventilation (effektivitet 90 - 95%).
- Energitilførende huse, f.eks. med facadebeklædning af solceller og/eller solvarmepaneler.
- Aktiv brug af solens energi kan tilføre CO<sub>2</sub> neutral energi til bygningen, direkte til opvarmning/lagring i tunge bygningsdele eller f.eks. til forvarmning af ventilationsluft.
- Solceller er med dagens energipriser ikke rentable - med mindre de erstatter en anden dyr ikke energitilførende klimaskærm. Solcelleproduktudviklingen peger i retning af nye billigere typer.
- Solpaneler til varmeproduktion - varmt brugsvand eller rumopvarmning er rentabelt selv ved små anlæg (parcelhuse). Solceller og solpaneler vurderes i forbindelse med renoveringer. se [www.orgve.dk](http://www.orgve.dk)

### Passiv sol

Passiv solenergi kan være en belastning for indeklimaet, hvis bygningen designs forkert. Både i boliger og erhvervsbygninger kan forkert design i forhold til det passive solindfald give så voldsomme problemer med overophedning, især om sommeren, at der skal anvendes store mængder energi på køling.

Mere end 70% af alt nyt kontorbyggeri i Danmark forsynes med køleanlæg på grund af for ringe design - ved klogt design er det ikke nødvendigt at bruge energiresourcer på køleanlæg.



### Elsparefonden

Elsparefonden er en uafhængig fond under Transport- og Energiministeriet, som arbejder for at fremme elbesparelser og en mere effektiv energianvendelse [www.elsparefonden.dk](http://www.elsparefonden.dk).

Find elspareråd på [www.SparEl.dk](http://www.SparEl.dk).

Enghøjsskolen Hvidovre - renoveret  
arkitekt ved renovering og foto:  
Nielsen & Rubow

### Bedre indeklima og lavere driftsudgifter

Enghøjsskolen i Hvidovre blev renoveret i 1997-99. Det mekaniske ventilationsanlæg er blevet fjernet og erstattet af et hybrid system (kombineret naturlig og mekanisk ventilation). Dagslysforholdene er blevet forbedret og isoleringen er øget. Renoveringen har betydet betydelige besparelser på el - og varmekonsumet:

| Skolen samlede varmekonsum pr år i kWh/m <sup>2</sup> |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 92/93                                                 | 93/94 | 94/95 | 98/99 | 05/06 |
| 166                                                   | 191   | 284   | 73    | 56    |
| Skolens samlede elforbrug pr år i kWh/m <sup>2</sup>  |       |       |       |       |
| 92/93                                                 | 93/94 | 95/96 | 98/99 | 05/06 |
| 64                                                    | 63    | 72    | 39    | 19,5  |

# Virkemidler til opnåelse af godt indeklima og lavt energiforbrug til drift

- Materialer uden skadelige eller ubehagelige afgasninger giver mindre behov for ventilation, bl.a. er indeklimatestettede materialer sikre mod afgasning af kræftfremkaldende og slimhinderirriterende stoffer (indeklimatestetning sikrer dog ikke mod alle farlige afgasninger).
- Materialer med evne til at optage og afgive rumfugt (hygrodiater) giver behageligere og mere stabilt indeklima og mindre energiforbrug til ventilation.
- Mekanisk ventilation virker kun optimalt, hvis bygningen er tæt og derved fri for ukontrollerbart "luftskifte", som både giver anledning til øget energitab og til mindske komfort i form af træk m.v.
- Indeklimakvaliteten er stærkt afhængigt af bygningens formgivning. Rigtigt bygningsdesign kan eliminere risiko for overophedning. Med vinduesarealer uden solafskærmning, der dækker mere end 40% af øst- og sydfacade, er der risiko for overophedning.
- Energiforbrug til ventilation og køling - kan minimeres ved udstrakt brug af naturlig ventilation udenfor opvarmningssæsonen evt. som hybrid ventilation ved kombination af naturlig og mekanisk ventilation - enten manuelt betjent eller mekanisk behovsstyret.
- Indeklimaoptimering kan opnås ved omhyggelig design. F.eks. kan bygningens tunge dele udnyttes som køleelement, der via naturlig eller mekanisk ventilation afkøles af natteluft og derefter fungerer som køleelement i dagtimerne.

Køge villaen: <http://www.rockwool.dk/sw57339.asp>

Næstved parcelhuset: <http://www.rockwool.dk/sw81709.asp>



### Krav:

- Der skal foretages tæthedsmåling (Blowerdoor test) inden indvendige overflader færdiggøres for sikring af tilstrækkelig tæthed - max luftskifte 0,6 l/s/m<sup>2</sup> ved 50 Pa (BR krav 1,5 l/s/m<sup>2</sup>)
- Ved aflevering skal foretages thermografering af 2 facader udvalgt af bygherren for kontrol af isoleringskvaliteten
- Bygningen skal formgives til optimalt brug af naturlig ventilation udenfor opvarmningsperioden og med et højeffektivt mekanisk ventilationssystem med varmegenvinding
- Bygningsformgivningen skal sikre mod overophedende solindfald
- Bygningen skal være formgivet, så der ikke er behov for køleflader på ventilationsanlæg.

Energiforbrug til opvarmning, varmt brugsvand, belysning og elektriske apparater

|                 | kWh    | KWh/m <sup>2</sup> /år |
|-----------------|--------|------------------------|
| Opvarmning      | 17.556 | 121                    |
| Varmt brugsvand | 3.000  | 20,7                   |
| EI              | 4.640  | 32                     |

Varmeforbrug for parcelhus beregnet efter SBI 148, brugsvand og elforbrug er typiske tal.



### Niewland, Amersfort

Det statslige elseskab REMU i Holland ejer tagene, hvor der produceres strøm med PV på 500 huse (12.000 m<sup>2</sup> PV) i bebyggelsen Niewland ved Amersfort.

I Holland har politikerne besluttet at der skal installeres 14.000.000 m<sup>2</sup> bygningsintegrerede solceller, januar 2001 var der allerede installeret 78.000 m<sup>2</sup>

Ingeniørfirmaet Cenergia har på et parcelhus lavet en vurdering af hvilke energibesparelser, der kan foretages i forbindelse med en renovering. Huset er isoleret svarende til gældende krav på opførelsestidspunktet. Huset er på 150 m<sup>2</sup>, ca 30 år gammelt. Nuværende beregnede energiforbrug ses i tabellen:

### Renoveringsforslag:

- En efterisolering med 100 mm udvendig på facade, på tag og i gulv reducerer varmebehovet med 25%.
- Udskiftes alt vinduesglas til lavenergiruder, reduceres varmebehovet med yderligere 22%.
- Hvis der etableres ventilation med effektiv varmegenvinding, samtidig med at huset tætnes, falder varmebehovet med yderligere 11%.
- Installerer solvarme (dækningsgrad 60%) som supplerende varmekilde til brugsvandsopvarmning, reduceres varmemeforbruget med 10%.
- Et ovenlys på 6 m<sup>2</sup> samt et 10 m<sup>2</sup> solcelleanlæg giver en lille stigning i varmemeforbruget og en reduktion i elforbruget.

Gennemføres samtlige tiltag, reduceres varmebehovet med 64% (svarende til 860 liter olie) og elbehovet med 25%. Ved en omregning til CO<sub>2</sub>-udslip opnås en reduktion fra 9.500 til 4.500 tons pr år - en reduktion på 52%.



Hvis arbejdspladser orienteres mod nord sikres bedre arbejdsmiljø, bedre arbejdsbelysning og mindre energiforbrug til køling. Dette højhus med de primære arbejdspladser placeret mod syd ville få en mindre energiregning, hvis det var drejet 180 grader.

- Velplacerede tilstrækkeligt store vinduesåbninger (gerne høje vinduer som sikrer lys langt ind i rummet) - evt. suppleret med ovenlys i dybe rum
- Ved at arbejde med transparente flader (almindelige vinduer) - lys ind og udkig til omverdenen og med translucente flader (lysgennemskinnelige materialer) - lys ind uden udsigt eller indkigsproblemer kan opnås en varieret og rig dagslysforsyning.
- Lyse overflader og relativt glatte overflader hjælper dagslyset i rum
- Reflektorer udenfor lysåbninger eller inde i rummet kan sikre bedre lysfordeling i rummet



Facade med transparente og translucente (lysgennemskinnelige) glaspartier. Arkitekt: Herzog & Partner

## Dagslys

Ved omhyggeligt design kan udnyttelsen af det naturlige dagslys optimeres - hvilket giver et bedre indemiljø og arbejdsmiljø samtidig med at der opnås energibesparelser. De nye energirammer indregner for erhvervsbyggeri energiforbrug til fast belysning med en faktor 2,5 på el-energi.

## Vi omgiver os med teknik

Mængden af energiforbrugende teknisk udstyr er hastigt stigende. Maskinparken forbruger store mængder el og kan i erhvervsbyggeri give overophedningsproblemer, som kan elimineres ved valg af lav-energiudstyr og korrekt bygningsdesign.

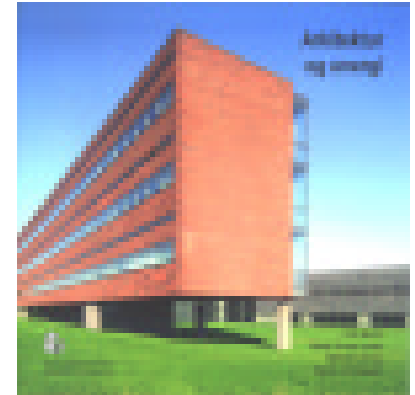
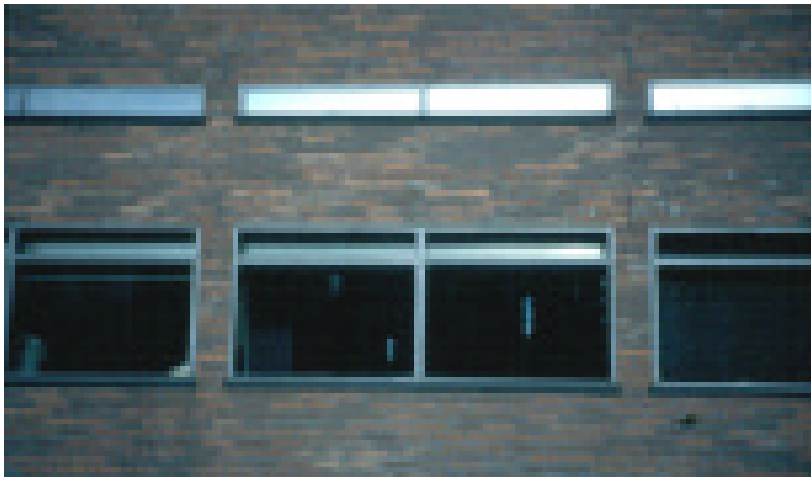
### Krav:

- Husholdningsmaskiner, kontormaskiner og nødvendige tekniske installationer (pumper m.fl.) skal være A, A+ eller A++ - mærkede eller af bedste og mindst energiforbrugende kvalitet, hvis mærkning ikke forefindes.
- Maskiner skal have automatisk sluk-funktion så standby forbruget minimeres

Pihl & Søn i Lyngby

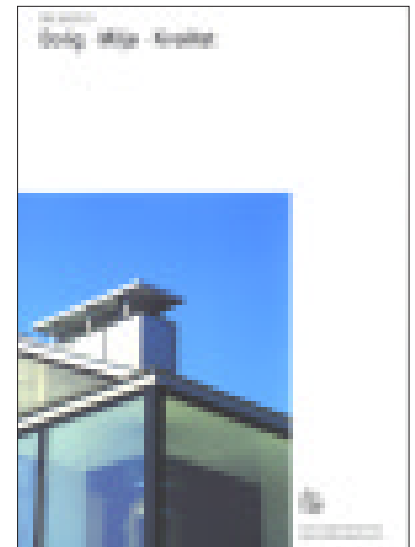
Arkitekt: KHR - Ingeniør: NIRAS

De højsiddende vinduer er ventilationsåbninger sikret mod indbrud. Natteluften køler husets eksponerede betonkonstruktioner, hvilket dog kan medføre risiko for kuldeproblemer om morgenen.



Nyere forskningsprojekter arbejder med konkrete anvisninger til miljøoptimering af byggeriet. På SBI er bl.a. udgivet "Arkitektur og energi" som belyser spillet mellem arkitektur og energi i et helhedsperspektiv - hæftet tager udgangspunkt i den integrerede designproces.

"Bolit, Miljø, Kvalitet" ligeledes udgivet på SBI anskueliggør boligens miljømæssige aspekter og analyserer de komplekse og forbundne problemstillinger vedrørende bolig, miljø og kvalitet.



# Virkemidler til minimering af energiforbrug i materialer

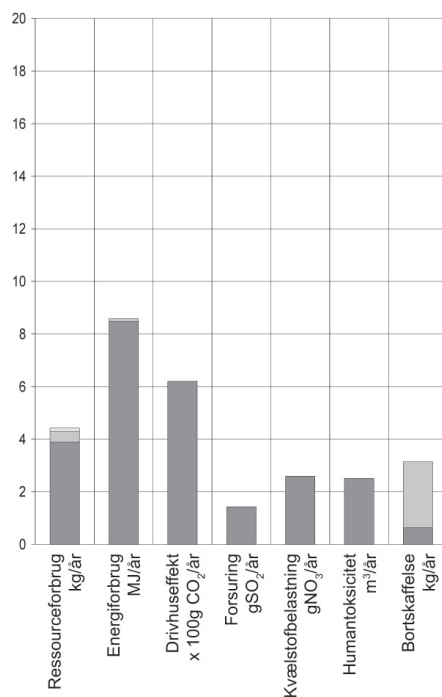
Væg af ubrændte lersten fungerer som hygrodioide - kan optage og afgive rumfugt. Børnehaven Stenurten, København.

Arkitekt: Arkitema

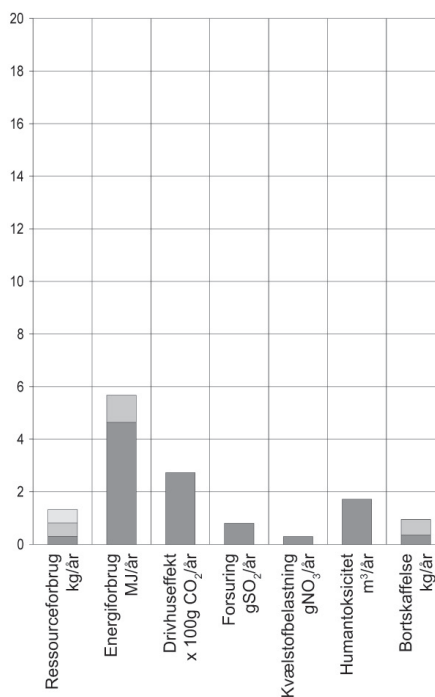


- Lokalt producerede materialer er ikke belastet af stort transportenergiforbrug
- Ubearbejdede, eller kun lidt bearbejdede materialer belaster ikke energiregnskabet.
- Regenerbare materialer og materialer, som kan genbruges direkte belaster energiregnskabet mindre.
- Minimer brugen af metaller - byggeriets metaller som bl.a. stål, zink og aluminium har et højt fremstillingsenergiforbrug - zink dog noget mindre end aluminium - og stål har en høj genanvendelsesprocent.

Letklinkerbeton Glasuld Mursten  
Miljøprofil for 1m<sup>2</sup> ydervæg



Træskelet+Papiruld Lærk  
Miljøprofil for 1m<sup>2</sup> ydervæg



Diagrammer fra Marsh, Lauring og Petersen:

Arkitektur og miljø. Form, konstruktion, materialer – og miljøpåvirkninger.

Fra “Arkitektur og Miljø” af Rob Marsh, Michael Lauring og Ebbe Holleris Petersen

Miljøprofil for 1m<sup>2</sup> og levetid 100 år, konstruktionseksempler 1m<sup>2</sup> ydervæg  
A: Letklinkerbeton, Glasuld, mursten  
B: Træskelet, papiruld, lærk

## Indlejret energi til fremstilling og transport

Med de kommende års øgede fokus på driftsenergiforbruget, og mulighederne for at reducere driftsenergien markant - bliver det vigtigere også at være opmærksom på energiforbruget til byggeriet før driftsfasen.

Transport af materialer er i dag relativt billig i kroner, men dyr i CO<sub>2</sub>-udslip. Der kan forventes markante prisstigninger i takt med stigende energipriser - og så kan transport af marmor fra Kina, klinker fra Italien og træ fra Sydamerika blive belastende udgifter - både økonomisk og miljømæssigt.

For at mindske den voldsomt stigende miljøbelastning fra transport, bør byggeriet fokusere på en vis regionalitet i valg af materialer - hvorfor bruge kinesisk granit, hvis en norsk eller bornholmsk granit kan bruges?

I byggematerialernes fremstillingsproces indlejres et energiforbrug (og dermed CO<sub>2</sub>-udslip) af meget vekslende størrelse - en faktor som forventes at få stigende betydning for materialets økonomi.

Materialets eller konstruktionens miljøprofil afslører det samlede energiforbrug og miljøbelastning set i et livscyklusperspektiv - på foregående side vises et par eksempler fra et forskningsprojekt udført i et samarbejde mellem Arkitektskolen i Århus og Statens Byggeforskningsinstitut.

Miljøprofilberegningen, som er udført med BEAT-programmet, understreger behovet for en vurdering, som også inkluderer miljøet når der vælges materialer og konstruktioner.

### Krav:

- Der skal anvendes byggematerialer med mindst muligt indlejret primært energiforbrug vurderet i forhold til materialets funktion og levetid.
- Ved anvendelse af større mængder (vægt / volumen) skal regionalt producerede produkter prioriteres.



Denne almene boligbebyggelse i Herning Boligselskab er opført med genbrugssten

## Genbrugssten

Sten fremstillet af nedknust, presset tegl/ betonaffald ("miljømursten" [www.astrup-cement.dk](http://www.astrup-cement.dk)).

Et genbrugsmateriale som både har et meget lavt energiforbrug til fremstillingsprocessen og som samtidig minimerer et affaldsproblem. Der kan fremstilles 15 miljømursten for det energiforbrug, som anvendes til fremstilling af én brændt teglsten.

Ubrændte hårdtpressede teglsten har en meget lille indlejret produktionsenergi. Stenens trykstyrke er mindre end en brændt teglstens trykstyrke.



- God arkitektur har ofte overensstemmelse mellem den arkitektoniske form og den statiske optimale model, hvilket reducerer materialeforbruget.
- Det skal sikres, at konstruktioner er tilstrækkelige, men ikke overdimensionerede.
- Anvend dekomponerbare konstruktioner med enkel mulighed for udskiftning af komponenter med kort levetid.
- Fleksibelt byggeri (med mulighed for funktionsændringer over tid) kan både fremkomme ved en høj grad af generel anvendelighed eller ved fokus på primære og sekundære bygningsdele - således at de primære bygningsdele er langtidsholdbare og averteringen, som begrænses i omfang - kan udskiftes uden at beskadige de primære bygningsdele.
- Materialer skal kunne vedligeholdes korrekt.



Den bærende konstruktion i medborgerhuset i Herne er opført af lokalt skovet gran - som er med til at give huset identitet.  
Arkitekter Jourda & Perraudin, Frankrig

Der er arbejdet med flexible boligløsninger i bl.a. Galgebakken og i projekt Bedre, billigere boliger i Køge. Her Pærehaven i Køge  
Arkitekt: Juul & Frost Arkitekter - Ingeniør: Aicon

## Materialer:

Forsyningshorisonterne for en lang række materialer som ofte bruges i byggeriet er forbavsende korte. F.eks. er både zink og kobber begrænsede ressourcer. Det vurderes at forsyningerne af ny kobber slipper op omkring 2040, hvis vores nuværende forbrug fastholdes. I Danmark kan man konstatere en stærkt stigende "zink- og kobbermode" i byggeriet. Man kan f.eks. forestille sig næste generations problemer med at skaffe kobber til vedligeholdelse af nationale klenodier som Børsen og Rosenborg m.fl. (desuden er kobber såvel som zink et miljøproblem ved udvaskning til regnvand / spildevand)

Der er behov for viden om forsyningshorisonter og stillingtagen til brug af de sparsomme ressourcer.

Der blev i München/ Bayern, Tyskland allerede i 90'erne indført et regelsæt som bl.a. fastslår, at aluminium på grund af et meget stort energiforbrug til fremstillingen, kun må bruges på steder, hvor det ikke kan substitueres!

## Krav:

- Materialer med indhold af knappe ressourcer og råstoffer med kort forsyningshorisont må kun bruges, hvis andre løsninger ikke kan anvises.
- Bygninger skal opføres, så de er fleksible overfor ændrede brugskrav.

## Materialefråds?

Mængden af materieressourcer, der anvendes til et byggeri, er stærkt afhængigt af den valgte formgivning.

I slutningen af det 20. århundrede ofrede den vestlige verden ikke stor opmærksomhed på mængden af materiale - det betød ikke meget for økonomien - mange konstruktioner er derfor overdimensionerede under devisen hellere for stort end for småt! Andre er ulogiske i deres strukturelle opbygning - en svaghed som afhjælpes af store mængder skjult stål og beton, så der skabes et billede af "svævende" tunge bygningsdele.

Forsyningshorisonter, kilde: 2004:  
[www.miljoevejledninger.dk](http://www.miljoevejledninger.dk)

Med nuværende forbrug rækker de kendte ressourcer for:

- Kobber indtil 2040
- Zink indtil 2024

Kobber er en stærkt begrænset ressource og en kobberfacade forurener desuden det regnvand, som løber ned ad facaden.



Den hollandske skolebygning her i Vleuten er sammenbygget med boliger, som kan konverteres til undervisningslokaler og omvendt - en fleksibilitet som kan honorere vekslende børnetal i området.



## Konstruktiv materialebeskyttelse

Konstruktiv materialebeskyttelse omfatter en lang tradition for at anvende og indbygge materialer på en måde, så det enkelte materiales levetid optimeres.

Træbyggeri med kvalitet anvender specifikke træarter til specifikke funktioner og indbygger den enkelte trækomponent, så den er bedst beskyttet og så mest udsatte dele kan udskiftes uden at hele konstruktionen eller beklædningen skal udskiftes. (se [www.trae.dk](http://www.trae.dk) )

### Krav:

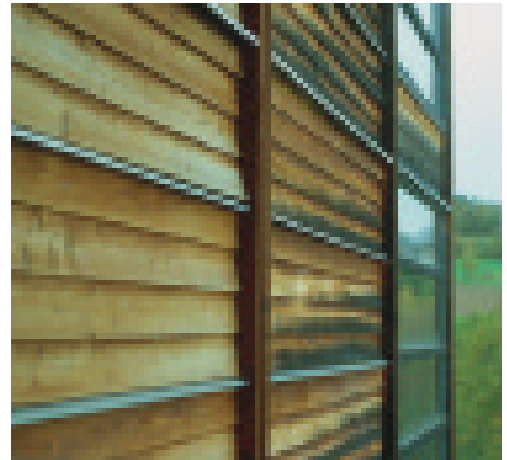
- Valg af materialer skal være i overensstemmelse med funktionen og detaljløsninger skal beskytte materialet bedst muligt samt sikre enkel vedligeholdelse.
- Tropisk træ skal være FSC-mærket for at sikre en bæredygtig produktion.
- Korrekt miljøoptimeret drift - og vedligeholdelsesvejledning skal leveres til alle materialer og produkter.

## Teknologisk levetid

Et bygningskompleks består af enkeltdele med stærkt forskellig teknologisk levetid: bærende dele/råhus skal have lang levetid og bør derfor udføres med stor miljøomtanke. Tekniske installationer nedslides og forældes teknologisk og udskiftes derfor med nye teknologier med større virkningsgrad, bedre styringsmulighed og mindre energiforbrug.

Bygningsdele med kortere levetid skal indbygges, således at de uden ødelæggelse af øvrige bygningsdele kan udskiftes.

Også energiforsyningsstrategier vil ændres over tid - ved planlægning af et fremtidssikret byggeri, skal der tages hensyn til en enkel tilgang og mulighed for udskiftning/opgradering af komponenter.



Windberg kollegium, arkitekt Herzog + Partner  
Konstruktiv træbeskyttelse med indsatte vandnæser.

- Det er en arkitektonisk udfordring at designe en bygning således at materialerne bruges bedst muligt.
- Ved at give gode muligheder for kildesortering, effektiviseres og optimeres affaldsbehandlingen både under anlægs- og driftsfasen.
- Øget industriel produktion på værksted/fabrik kan mindske spild, sikre affaldsminimering, og kan give bedre muligheder for gode arbejdsmiljøforhold.
- Hvis bygningskonstruktioner kan adskilles i sine enkelte materialefraktioner er muligheden for genanvendelse eller regenerering størst.
- Man kan vælge at være så konsekvent udelukkende at bygge af komposterbare materialer - med det resultat, at bygningen den dag den er udtjent, eller behovet for den er ophørt, da kan nedbrydes biologisk (komposteres) - blive til jord igen: i det tilfælde er materialerne: jord, ler, halm, papir, hør, linolie osv. - en sådan bygning har med sit materialeforbrug ikke skadet økosystemet.
- En mindre radikal - og i bymæssig sammenhæng rigtigere holdning - er at anvende materialer og konstruktioner, som sikrer at bygningsdelene enten direkte kan genanvendes (gulvbrædder, døre og vinduer, tagsten osv.) eller materialer som kan regenereres (genoparbejdes). Dette kan kun realiseres under forudsætning af, at de enkelte komponenter kan adskilles, og f.eks. ikke er klistret sammen af lim og fugemasser.

Præfabrikerede helvægselementer til miljøoptimeret byggeri. Arkitekt Herzog + Partner Industrielt producerede elementer til byggeriet kan optimere materialeanvendelsen og sikre end højere kvalitet i detaljløsningerne.



## Affaldsdannelse

Affaldsmængderne i byggeriet er store - ca 28% (2002) af den samlede affaldsproduktion. For at imødegå dette må vi producere bygninger med en lang levetid og uden produktion af kostbart deponi eller farligt affald.

Den væsentligste indsats mod restaffaldsberget er at undgå at anvende materialer, som efter endt brug kun kan deponeres som ubrændbart affald eller farligt affald.

## Returordninger

Der er etableret spredte ordninger for returnering af "deponiaffald" til genanvendelse. Der er ordninger for bl.a. gipsprodukter, PVC - materialer, tegl- og betonaffald m.m.

Trykimprægneret træ, som kræves deponeret, kan substitueres enten af imprægneret træ, som kan brændes, eller med træ som ikke kræver imprægnering.

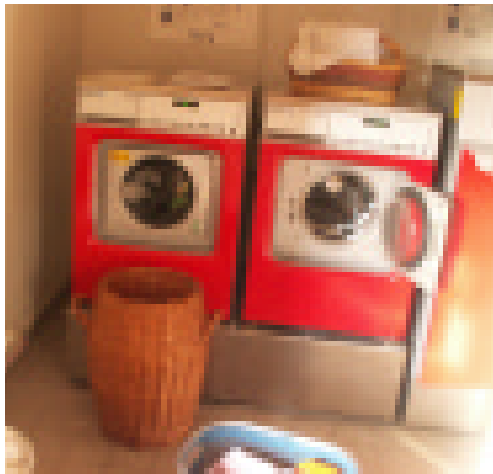
### Krav:

- Bygningen skal disponeres med en levetid for de primære bygningsdele på min. 100 år, enkeltkomponenter og den teknologiske aptering skal kunne udskiftes/opjusteres ad hoc.
- Der må ikke anvendes materialer, som kun kan ende som deponiaffald eller farligt affald. - hvis dette ikke er muligt, skal bygherren godkende de enkelte fravigelser.
- Der må ikke anvendes konstruktionsdetaljer som "sammenlimet" genanvendelige eller biologisk nedbrydelige materialer med materialer, som forhindrer bæredygtig affaldshåndtering.
- Byggeriet skal detailprojekteres således, at spild af byggematerialer undgås.
- Der skal være returordninger til producent for materialerester og emballage på byggepladsen.

### Ikke brændbart og ikke genanvendeligt affald skal deponeres

Miljøprojekt 396 (1998) for Miljøstyrelsen indeholder en oversigt over affald til deponi lavet af Århus Kommune :

- Trykimprægneret træ
- Gulvtæpper med gummibagside
- PVC (typisk kabler, tagrender, gulvbelægning)
- Rørisolering
- Blandet bygge- og anlægsaffald
- Tagpap
- Isoleringsmateriale (ikke brandbart)
- Gipsplader
- Kviksløv- og natriumlamper
- Elektriske pærer og lysstofrør



### Regnvandsopsamling bidrager til lavt vandforbrug

I bebyggelsen Munksøgård ved Roskilde samler man regnvandet op fra alle tage og bruger det til tøjvask. Vaskemaskiner til de 100 boliger er samlet i fem fællesvaskerier, herved undgår man ekstra rør til dobbelt rørføring. Ved at anvende regnvand til tøjvask kan man samtidig reducere sæbeforbruget med 50-65%. Vandforbruget i Munksøgård er lavt - 65 liter/person/dag i 2006. Det skyldes udover regnvandsvaskerierne, at der er super-lavtskylende separationstoiletter, samt almindelige vandsparebrusere og -vandhaner.



Tøjet tørres i overdækkede tørreskure. Derved reduceres behovet for tørretumbler og indendørs tøjtørring markant

- Installation af vandbesparende toiletter med 2/4 l/skyl.
- Vandsparearmaturer.
- Korte forsyningsstrenge - rum med vandforbrug placeres sammen.
- Varmt vand kun fra udvalgte tappesteder i større bygninger som f.eks. skoler.
- Minimeret eller ingen cirkulation af varmt vand.
- Genbrug af regnvand til fælles vaskerier og have m.v.



Vandrende ved bebyggelsen Augustenborg i Malmø - regnvand ledes til lokal nedslivning og tilfører bebyggelsen oplevelsesmæssige kvaliteter undervejs - betonrenden er udformet som et "musikinstrument".

## Affaldsdannelsen i driftsperioden

Optimal affaldsbehandling opnås kun, hvis der er hensigtsmæssig adgang til at aflevere de forskellige fraktioner.

### Krav:

- Der skal være integreret plads til affaldssortering i og ved den enkelte bygning
- Der skal være velintegrerede og smukke miljøstationer hensigtsmæssigt placeret i udearealer ved boligbebyggelser, således at der kan sorteres i følgende fraktioner: papir og pap, glas, metal, batterier, kompost og restaffald

## Vand

I store dele af Danmark er der p.t. ikke mangel på rent grundvand. Men i Hovedstadsområdet, som i praksis omfatter det meste af Sjælland, er drikkevandsressourcerne ikke tilstrækkelige og overfladevand indgår i perioder som drikkevand af diskutabel kvalitet - ikke usundt, men ikke altid velsmagende.

Undersøgelser over det meste af landet viser et stigende antal boringer, som må lukkes på grund af forurening. Der bør spares på drikkevandsressourcerne over hele landet og sikres tilgang af uforurenet vand til grundvandsdepoterne. Hvis denne strategi ikke lykkes, kan en af fremtidens nødvendige løsninger blive et 2-strengt system (drikkevand og sekundært brugsvand) som allerede bruges i en del europæiske lande (Holland, Spanien m.fl.)

### Krav:

- Vandforbrugende installationer skal være med lavt vandforbrug således at et vandforbrug på 70 - 80 liter/pers/døgn i boliger kan sandsynliggøres.
- Regnvand skal genbruges i f.eks. fælles vaskeri eller til havevanding - eller det skal ledes i åbne vandløb med naturmæssig værdi til lokal nedslivning.



Affaldsnedkast i bebyggelsen Vatten Lugnet, Hammarby Sjöstad, Stockholm, Sverige



Affaldsnedkast, Emscher Park, Holland

- Brug kun trykimprægneret træ hvor det er lovbeholdt.
- Fugemasser i samlingsdetaljer erstattes af konstruktive løsninger, hvor det er muligt.
- Nødvendige fugemasser skal være uden sundhedsskadelige stoffer.
- Vælg produkter med dokumenterede uskadelige egenskaber (Indeklimamærkning sikrer, at der ikke er kræftfremkaldende stoffer eller slimhindeirriterende stoffer i produktet).
- Indeklimamærkede produkter alene skaber ikke et godt indeklima. Produkterne skal også bruges på den rigtige måde og i den rigtige sammenhæng. Valg af ventilation, lys og farver påvirker også indeklimaet.

Rækkehuse i Dornbirn, Østrig  
Arkitekt: Johannes Kaufmann  
Her er arbejdet med valg af miljørigtige materialer



## Den nødvendige kemi

Kemiske stoffer er en del af vores virkelighed på godt og ondt. Byggeriet har især de sidste 50 år tilført miljøet store mængder af kemi med ofte meget uheldige konsekvenser for indeklima og sundhed.

NCC, MT-Højgaard, Skanska Danmark, Chemtox og Byggeriets Arbejdsmiljøcenter har udviklet "Dansk Kemidatabase" som byggeriets entreprenører, af hensyn til arbejdsmiljø og generel miljøbelastning, kan bruge til sikrere styring og minimering af brugen af farlige stoffer. Se [www.ba-danmark.dk](http://www.ba-danmark.dk)

## Den overflødige kemi

Alle de farlige stoffer, som kan undværes og som i den frie konkurrence navn ofte blot anvendes for at effektivisere, billiggøre eller "forskønne" et produkt - må den fremtidsorienterede bygherre sige nej til. Der er ingen grund til, at byggeriet skal pådrage sig et ansvar for fosterskader, hormonforstyrrelser eller diverse kræftsygdomme hverken blandt bygningsarbejderne eller brugerne - ved brug af f.eks. blødgørere, brommerede flammehæmmere og PVC - hvis andre materialer kan vælges.

## Naturens egne giftstoffer

Anvendelse af "naturmaterialer" er desværre heller ingen garanti for, at der ikke er problematiske stoffer i materialerne.

Naturens egen kemi har således både gode og dårlige egenskaber f.eks. har Thuja et meget stort indhold af såkaldte thujapliciner, som sikrer træet meget lang holdbarhed, men som ved indendørs brug vil kunne give negative påvirkninger.

For alle materialer gælder det, at korrekt brug er vigtig.

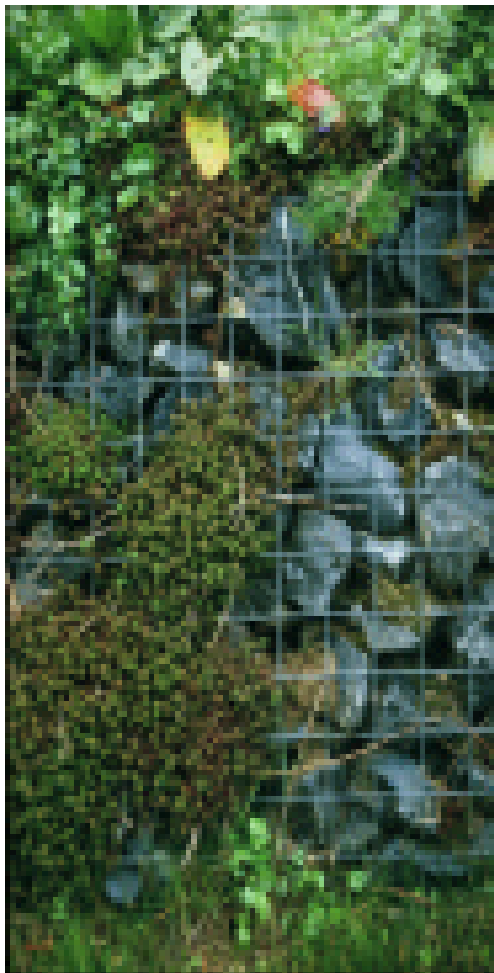
- Dansk Kemidatabase  
[www.ba-danmark.dk](http://www.ba-danmark.dk)
- Svanemærkning for parcelhuse  
[www.ecolabel.dk](http://www.ecolabel.dk)
- Oversigt over stoflister  
[www.mst.dk/kemikalier/stoflister+og+databaser](http://www.mst.dk/kemikalier/stoflister+og+databaser)
- Dansk indeklimamærkning  
[www.teknologisk.dk/dim](http://www.teknologisk.dk/dim)

### Krav:

- Der må ikke anvendes stoffer fra Miljøstyrelsens nyeste udgave af "Listen over farlige stoffer" Se [www.mst.dk/kemikalier/stoflister+og+databaser/Listen+over+uønskede+stoffer](http://www.mst.dk/kemikalier/stoflister+og+databaser/Listen+over+uønskede+stoffer)

eller

- Projektet skal udformes således at der ikke skal anvendes farlige stoffer listet i den nordiske Svanemærkningsordning for parcelhuse, afsnit 3: Materialer. Se [www.ecolabel.dk](http://www.ecolabel.dk)



Den hollandske stat har sikret gode betingelser for en mikroflora og -fauna i friarealerne omkring Alterra i Wageningen.  
Arkitekt: Stefan Benisch

Biofaktoren er et beregningsværktøj til vurdering af naturindholdet i et givet område. Forskellige typer beplantning og belægning har forskellige værdier. Stort naturindhold giver store værdier. Ved at beregne en samlet værdi for et område, fås et udtryk for naturindholdet. Regneark til beregning af biofaktoren kan ses på [www.sbi.dk](http://www.sbi.dk)



NMB bank kontorhus med taghave  
Amsterdam  
Arkitekt: Ton Albers

## Beskyttelse og styrkelse af naturressourcer

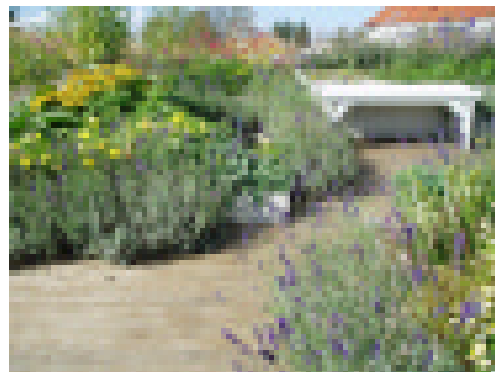
Det er væsentligt for både byens bæredygtighed, og for byens fysiske og æstetiske miljø, at der sikres et passende højt naturindhold. I effektivitetens navn og for at mindske driftsudgifter minimeres naturindholdet ofte i forbindelse med byggeri.

Ikke blot bebygges en del af jordoverfladen, - de resterende friarealer udnyttes ofte uden nødvendig hensyntagen til naturindholdet med anlæg med meget lille artsdiversitet, ingen muligheder for dyreliv og spontannatur, og derfor også begrænsede oplevelsesmuligheder.

## Bynatur

Biofaktoren er et simpelt udregnet tal, som definerer graden af naturindhold i et givet område - er anvendt i forbindelse med Bo01 i Malmø. Biofaktoren inkluderer udover anlæg på terræn også grønne arealer på facader, taghaver, grønne tage o.lign.

Læs også om byens biofaktor på [www.jenshvass.com/agenda21/](http://www.jenshvass.com/agenda21/)



I Malmø, Augustenborgs Botaniska Takträdgård, forskes i udvikling af forskellige tagbegrønningskoncepter fra det meget lette grønne tag med sukkulenter og mosser, som ikke kræver pasning - til opholds- og dyrkningshaver på tagflader se [www.greenroof.se](http://www.greenroof.se)

### Krav:

- Biofaktoren skal ved nybyggeri og ved tilbygning/renovering og konvertering minimum være 0,6 i bymæssig bebyggelse (cityområder dog minimum 0,4)
- Der skal sikres naturmæssige oplevelsesmuligheder i sammenhæng med bebyggelsen

## Beskyttelse af grundvandsdepoter

Det er meget vigtigt - især i Østdanmark, at der sikres tilførsel af uforurenet vand til grundvandsdannelsen.

### Krav:

- Tagoverfladevand skal ledes gennem grønne forsinkningsarealer (grønne tage, taghaver / åbne vandreder eller regnvandsbassiner) og enten genbruges, hvor dette er fordelagtigt eller nedslaves, hvor dette kan lade sig gøre.
- Befæstede arealer, som ikke forurenes af biler, skal udføres med mulighed for lokal nedsivning eller afledes til åbent vandløb.

Tagbegrønning forsinker regnvandets afløb, kan forøge luftfugtigheden i byen og ser smukt ud

Forskningscentret Alterra i Wageningen, Holland, tagflade med blandet vegetation.



Børneinstitutionen Stenurten, Københavns  
Kommune  
- også en smuk oplevelse at kigge ned på  
taget fra omkringliggende etagehuse  
Arkitekt: Arkitema  
Ingeniør: NIRAS



Bostæder til mikrofaunaen  
De Kleine Erde i Holland



## Artsdiversitet

Planter og dyr kan være med til at skabe et unikt miljø - også i byen. Oplevelser af en varieret og rig natur er også betydende for menneskenes velbefindende. Videnskabelige undersøgelser har dokumenteret, at naturen har positive effekter på både psyke og fysik.

### Krav:

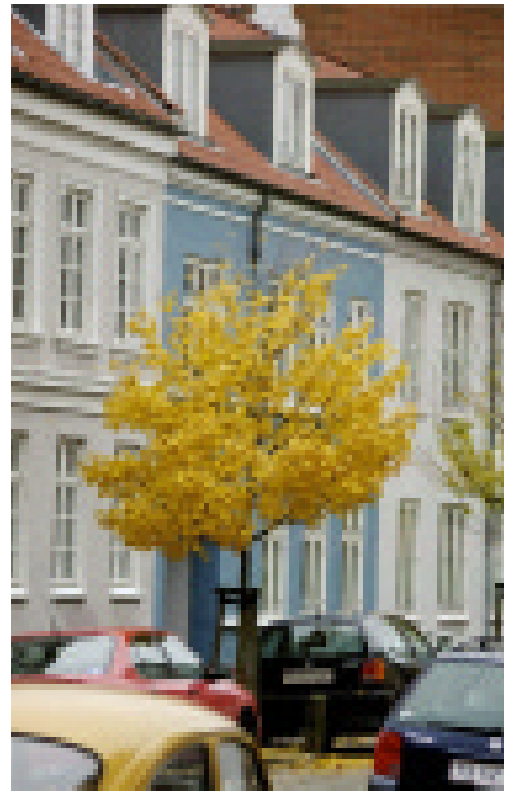
- Bevaringsværdige naturelementer, større træer, vandløb, vandhuller og andre specielle biotoper skal bevares og beskyttes under byggeprocessen.
- Der skal anvendes et varieret udsnit af lokalt hjemmehørende planter, herunder planter, der kan tjene som bosted for lokal mikro fauna.

Der anlægges terapihaver til behandling af patienter med stress, angst og udbændthed.

Videnskabelige undersøgelser i USA og Sverige (Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp) har dokumenteret "haveterapiens" betydning for et godt helbred.

Patienter med udsigt og nær kontakt til grønne arealer bliver hurtigere raske end patienter, som kun har udsigt til hårde overflader.

Byen har behov for mange grønne elementer for at sikre et godt mikroklima, muligheder for en varieret flora og fauna - og altså også for at give byens borgere et godt helbred og gode oplevelser.



Et træ i byen er med til at møblere byens rum, påvirker mikroklimaet og fortæller om årets gang

Rådhuset i Echirolles, Frankrig.  
Grenoble har en Agenda21 strategi som sætter fokus på energi- og miljøoptimering af det offentlige byggeri. I Echirolles har kommunen ønsket at opføre en bygning, som kunne være et forbillede for andre kontorhuse. Her er indeklimaet styret optimalt samtidig med, at energiforbruget er lavt, og brugerne har mulighed for personlig regulering af den udvendige solafskærmning, luftindtag og temperatur i det enkelte kontor.  
I den glasoverdækkede foyer undgår man overophedning ved mulighed for solafskærmning og veldimensioneret naturlig tværventilation.



- “Byggesektorens Udspil til Energieffektivisering af Bygningsbestanden”, oktober 2004
- “Handlingsplan for en bæredygtig udvikling i den danske byggesektor” Byggepanelet 2001 [www.Byggepanel.dk](http://www.Byggepanel.dk)
- “Handlingsplan for energibesparelser
- Tillæg 12 og 13 til Bygningsreglement 1995 [www.ebst.dk](http://www.ebst.dk)
- Tillæg 9 og 10 til Småhusreglement 1998 [www.ebst.dk](http://www.ebst.dk)
- “Fælles Fremtid - Udvikling i Balance” Danmarks nationale strategi for bæredygtig udvikling, Regeringen 2002
- “Passiv solvarme i nyere danske boligbyggerier”, Dansk Center for Byøkologi m.fl. 2002 [www.dcue.dk](http://www.dcue.dk) / [www.fbbb.dk](http://www.fbbb.dk)
- “Lavenergibygninger klasse 1” Det Økologiske Råd 2005, Henning Guldenstein
- “Anbefalinger for bæredygtigt byggeri” Det Økologiske Råd 2006, Søren Dyck-Madsen
- [www.ABCplanner.dk](http://www.ABCplanner.dk) fra 2004, et digitalt programmerings- og projekteringsredskab
- “Arkitektur og Miljø - form, konstruktion, materialer og miljøpåvirkning” Rob Marsh, Michael Lauring og Ebbe Holleris Petersen, 2000
- “Arkitektur og Energi”, Rob Marsh, Vibeke Grupe Larsen, Michael Lauring og Morten Christensen, 2006
- “Bolig og naturlig ventilation - indeklima, energi, driftssikkerhed” - redigeret af Rob Marsh og Michael Lauring, 2003
- GaBi databasen fra 200?, et LCA-værktøj [www.lca-center.dk](http://www.lca-center.dk)
- “Green Buildings Pay” edited by Brian Edwards 1998
- “ECOLOGICAL construction practice, A-Z manual for cost-conscious clients” H.R. Preisig m.fl. 2001
- “Architecture for Nature, IBN-DLO Wageningen” Egbert Koster 1998
- Bygg for en ny tid, Chris Butters, Finn Østmo, 2000
- Byggeøkologi, kunskaper for et hållbart byggande, Varis Bokalders og Maria Block, 2004
- Solceller og Arkitektur, Misser Berg m.fl. (ikke dateret)
- Solceller i Arkitekturen, Kim B. Wittchen og Ole Svensson, 2002
- Architecture and Structure, Hermann Kaufmann og Christian Lenz, 2002



Det Økologiske Råd  
Fremtidens miljø skabes i dag