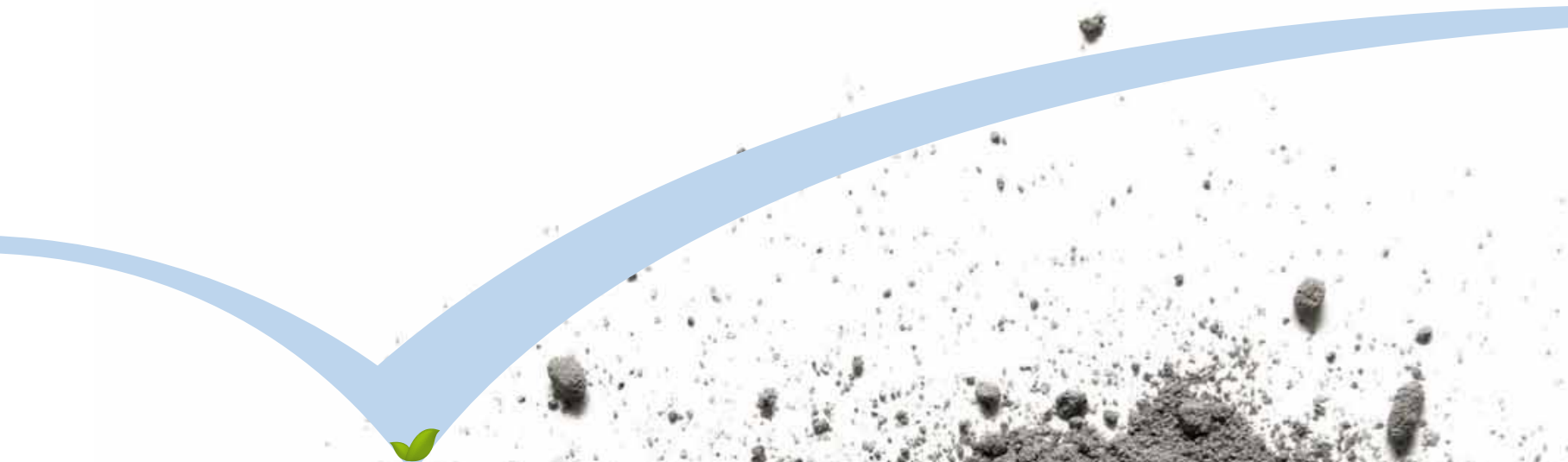




# Betons Bæredygtige Fordele



**BÆREDYGTIG BETON**



# T

# 2

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| <b>Forord</b>                                     | 3  |
| <b>1. Beton er bæredygtig kvalitet</b>            | 4  |
| Beton - verdens mest anvendte byggemateriale      | 6  |
| Betons bidrag til bæredygtigt byggeri             | 6  |
| Miljørigtige betonkonstruktioner                  | 9  |
| <b>2. Så bæredygtigt kan beton fremstilles</b>    | 10 |
| Udvinding og fremstilling af primære råmaterialer | 12 |
| Cement                                            | 12 |
| Tilslag                                           | 12 |
| Additiver                                         | 12 |
| Armeringsstål                                     | 12 |
| Brug af sekundære råmaterialer                    | 15 |
| Restprodukter i beton                             | 15 |
| Genbrugstilslag                                   | 15 |
| Produktionsprocessen                              | 15 |
| Arbejdsmiljø                                      | 15 |
| <b>3. Beton skaber gode steder at være</b>        | 16 |
| Termisk komfort og mindre energiforbrug           | 18 |
| Høj indendørs luftkvalitet                        | 18 |
| Beton som fugtspærre                              | 18 |
| Betonbygninger er holdbare, trygge og sikre       | 21 |
| Betons styrke                                     | 21 |
| Beskyttelse mod brand                             | 21 |
| Modstandsdygtighed overfor ekstreme påvirkninger  | 21 |
| Effektiv lydisolering                             | 22 |
| <b>4. Beton har fordele fra vugge til vugge</b>   | 24 |
| Livscyklusanalyse af betonbygninger               | 26 |
| Et ikke-forurenende byggemateriale                | 26 |
| Emissioner til jord og vand                       | 26 |
| Emissioner til indendørs atmosfære                | 26 |
| Radon                                             | 26 |
| <b>5. At bruge beton er god økonomi</b>           | 28 |
| Betonbygningers levetid                           | 30 |
| Betons bidrag til økonomisk byggeri               | 30 |
| Fleksible bygninger                               | 30 |
| Begrænsede omkostninger til vedligehold           | 31 |
| <b>6. Genbrug af beton skåner naturen</b>         | 32 |
| Nedrivning og genbrug                             | 34 |



# Forord

Bæredygtighed er et centralt begreb i en verden, hvor global opvarmning, knaphed på ressourcer og voksende befolkningstal på verdensplan i stigende grad præger udviklingen.

Inden for byggeri og anlæg har bæredygtighed stor betydning af to årsager. For det første udgør byggeri og anlæg en stor del af samfundets aktiviteter. For det andet holder både bygninger og anlægskonstruktioner længe, så den samlede gevinst ved en høj grad af bæredygtighed bliver stor.

*Bæredygtigt byggeri og anlæg kan derfor give store og vedvarende miljømæssige, økonomiske og sociale fordele.*

Bæredygtigt byggeri og anlæg kan derfor give store og vedvarende miljømæssige, økonomiske og sociale fordele. Kombinationen af funktionelle og æstetiske egenskaber har for længst gjort beton til verdens primære byggemateriale. Denne publikation giver et overblik over, hvordan beton – fra udvinding af råmaterialer til bortskaffelse og genanvendelse af betonkonstruktioner – bidrager til samfundets bæredygtighed. Og derved til en god tilværelse for fremtidige generationer.

Publikationen henvender sig til byggerhvervets professionelle aktører som bygherrer, bygningsejere og beslutningstagere. Den identificerer fordelene ved beton og betonbranchens bidrag til løsning af fremtidens udfordringer.

Betons Bæredygtige Fordele er udgivet af Dansk Beton. Betons Bæredygtige Fordele er en forkortet og bearbejdet udgave af Sustainable Benefits of Concrete Structures, som er udarbejdet af European Concrete Platform ASBL. Publikationen Sustainable Benefits of Concrete Structures kan hentes på [www.europeanconcrete.eu](http://www.europeanconcrete.eu).

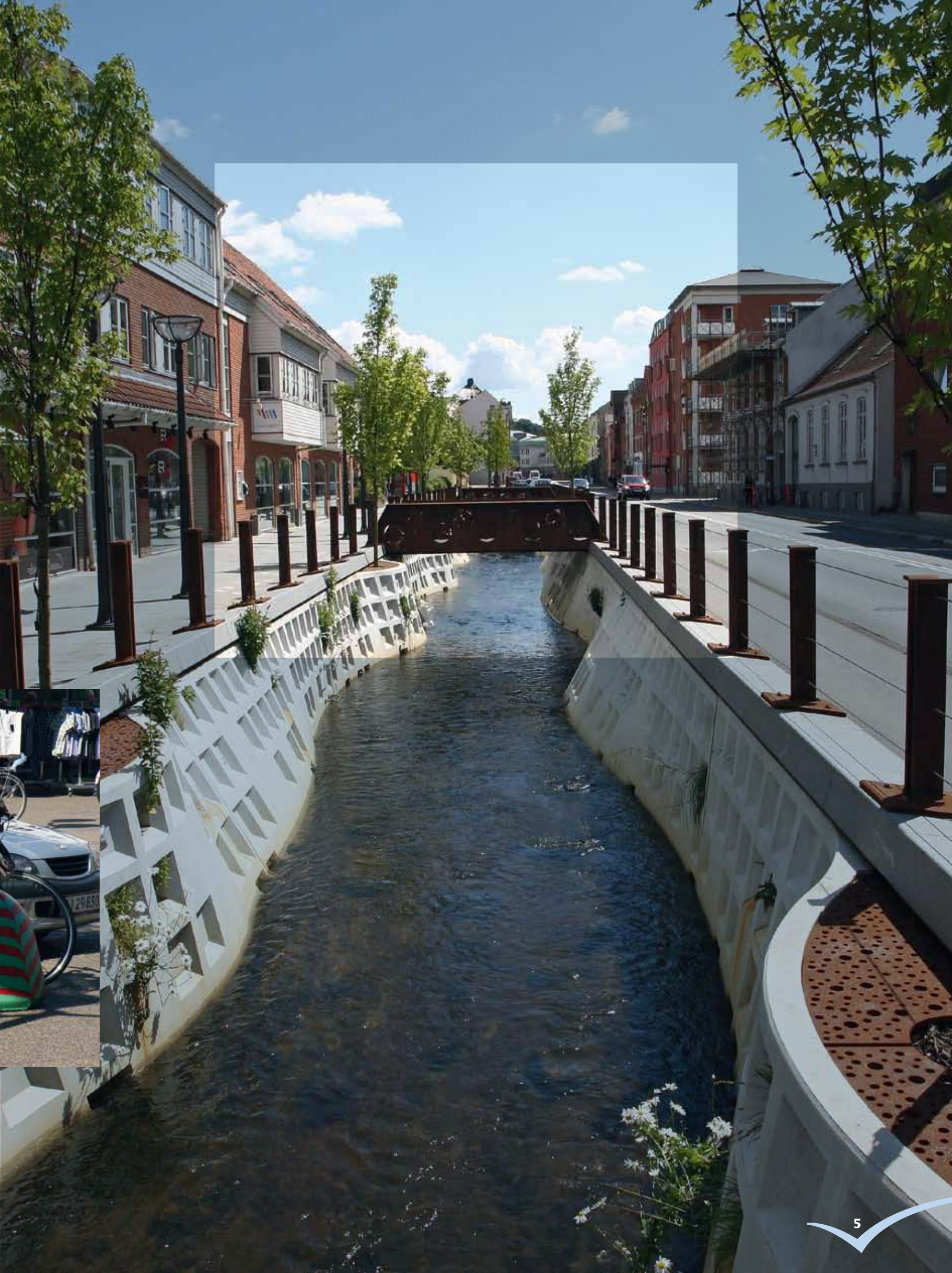
Dansk Beton er foreningen af producenter af beton og betonprodukter i Dansk Byggeri. Dansk Beton arbejder for branchens fælles udvikling og for at udbrede kendskabet til betons anvendelsesmuligheder.

Mølleåen i Vejle flyder  
gennem byen mellem  
brinker af beton.

# Beton er bære- dygtig kvalite









## *Målet for bæredygtigt byggeri er "udvikling og ansvarlig styring af et sundt bygningsmiljø baseret på ressourcevenlige og miljørigtige principper".*

### **Beton – verdens mest anvendte byggemateriale**

Beton er verdens mest anvendte byggemateriale. I 2006 blev der globalt brugt 20-30 mia. ton beton til byggeri og anlæg. I Danmark anvendes der årligt cirka 8 mio. ton beton.

Beton fremstilles af sten, sand, vand og bindemidlet cement, som primært fremstilles af kalk, sand og flyveaske. Det vil sige, at beton fremstilles af bæredygtige naturlige råmaterialer, der er nemt tilgængelige i store mængder. Hertil kommer eventuelle delmaterialer, der forbedrer betonens tekniske egenskaber. Det er fx flyveaske og mikrosilica, som er restprodukter fra andre produktioner.

Det understreger betons bæredygtighed, at nedknust beton kan genbruges både i beton og i stedet for grus.

Cement- og betonbranchen samarbejder løbende om at øge betons bæredygtighed fx ved udvikling af nye cement- og betontyper med en grønnere miljøprofil.

### **Betons bidrag til bæredygtigt byggeri**

Bæredygtigt byggeri er et meget vigtigt element i at ruste verden til fremtidens udfordringer. Alene opvarmning og drift af bygninger i EU-landene står for lidt over 40 % af EU's samlede udledning af drivhusgasser.

Målet for bæredygtigt byggeri er "udvikling og ansvarlig styring af et sundt bygningsmiljø baseret på ressourcevenlige og miljørigtige principper".

Betonbranchen tager aktivt del i at håndtere disse udfordringer. Baseret på livscyklusanalyser kan der opstilles mål for at forbedre betonkonstruktioners holdbarhed, sikkerhed og sundhed.

Hertil kommer, at betonbranchen fokuserer på løsninger til bygningsdrift med lavere energiforbrug, optimale byggeprocesser, effektiv udnyttelse af råmaterialer, et godt arbejdsmiljø og genbrug.

Med moderne byggeteknik, omhyggelig projektering og udførelse samt optimal brug af beton kan energiforbrug og udledning af CO<sub>2</sub> reduceres markant ved såvel opførelse som drift af nye bygninger – uden at gå på kompromis med bygningernes kvalitet.













## Miljørigtige betonkonstruktioner

Ved vurdering af bæredygtighed er det vigtigt at se på hele byggeriets livscyklus – fra udvinding af råstoffer over opførelse og drift til nedrivning af bygningen og genanvendelse af affald.

### *Bygninger*

Beton bruges ved opførelse af bygninger i hele Verden. Beton gør bygninger sundere, sikrere og mere komfortable. De mest almindelige steder, hvor beton bruges i bygninger, er:

- Fundamenter og kælderkonstruktioner
- Terrændæk og etageadskillelser
- Bærende konstruktioner, eksempelvis søjler og bjælker.
- Udvendige og indvendige vægge herunder vægelementer, blokmurværk og facadebeklædninger
- Tagsten.

Beton er stærk og holdbar, har gode brandegenskaber og giver god lydisolering. Beton kan desuden absorbere vibrationer, og beton har gode energimæssige egenskaber på grund af en stor termisk masse, der nedsætter behovet for opvarmning og køling.

### *Infrastruktur*

Beton er et ideelt materiale til samfundets infrastruktur, fordi beton er stærk og holdbar, og fordi beton modstår både fugt, temperatursvingninger og store mekaniske påvirkninger. Det vil således i høj grad være betonkonstruktioner, der i de kommende år skal beskytte samfundet mod klimaforandringerne konsekvenser i form af stigende vandstand.

På infrastrukturuområdet bruges beton ofte til:

- Broer og tunneler
- Veje, pladser og autoværn
- Kraftværker
- Afløbs- og drikkevandssystemer
- Siloer, opbevaringstanke, afvandings- og vandbehandlingssystemer
- Vindmøllefundamenter
- Gylletanke og biogasanlæg.

Byrum i lys beton  
på hjørnet af  
Kalvebod Brygge og  
Bernstorffsgade i  
København.

# Så bæredygtigt kan beton fremstilles

# 2







*En beton, der er optimeret med additiver, vil ofte have bedre egenskaber, når det gælder fx miljøpåvirkning, holdbarhed og arbejdsmiljø.*

## Udvinding og fremstilling af primære råmaterialer

### Cement

Cement er et fintmalet, ikke-metallisk og uorganisk pulver, der hærder, når det blandes med vand. Cement fungerer i beton som bindemateriale, der limer de andre ingredienser sammen. Cement udgør typisk ca. 12 % af den samlede betonsammensætning.

Energiforbruget til cementfremstilling er faldet markant de seneste 50 år. Dette energiforbrug er dog stadig den største enkeltfaktor i betons miljøregnskab.

Cementindustrien søger løbende at nedbringe såvel energiforbrug som CO<sub>2</sub>-udledning ved fremstillingen af cement, så beton bliver endnu mere bæredygtig.

### Tilslag

Tilslagsindustrien består i Europa af cirka 13.500 virksomheder, der i alt producerer 3 milliarder ton sten, grus og sand per år. Typisk leverer lokale producenter til et lokalt marked.

Betonbranchen i Danmark har mulighed for selv at genanvende en meget stor del af betonmaterialet fra nedrevne bygninger og konstruktioner for at øge betons bæredygtighed. Men eftersom der er stor efterspørgsel på nedknust beton som stabilgrus under veje, sker genanvendelsen hovedsagelig som vejbygningsmateriale.

Genbrug af nedknust beton bidrager til at bevare naturens ressourcer og reducerer samtidig behovet for deponering og transport.

### Additiver

Moderne beton indeholder typisk ét eller flere additiver ud over de grundlæggende råmaterialer. En beton, der er optimeret med additiver, vil ofte have bedre egenskaber, når det gælder fx miljøpåvirkning, holdbarhed og arbejdsmiljø.

Additiver bruges i meget små mængder for at ændre betonens egenskaber. Additiverne kan fx ændre behovet for vand, ændre betonens flydeegenskaber og fremskynde eller forsinke hærdeprocessen. Additiver kan også tilføre den hærdede beton særlige egenskaber såsom større styrke, frostbestandighed, modstandsdygtighed overfor sulfat samt andre egenskaber af betydning for holdbarheden.

Mængden af additiver er normalt mellem 0,2 % og 2,0 % af cementmængden. Additiver til beton er harmløse og ufarlige at håndtere.

## Armeringsstål

Næsten alle betonkonstruktioner består af armeret beton (jernbeton), hvor betonen giver konstruktionen trykstyrke, og stålarmeringen giver trækstyrke.

Mængden af stål i den færdige armerede betonkonstruktion er forholdsvis lille. Volumenandelen varierer alt efter formål og design fra 1 % i små betonplader og bjælker til 6 % for kraftigt belastede søjler. Stål brugt til armeret beton er typisk 100 % genbrug og fremstilles med cirka det halve energiforbrug af nyt konstruktionsstål.

Armeret beton kan til særlige anvendelser også fremstilles med stål-, plast- eller glasfibre som armering.













## Brug af sekundære råmaterialer

### Restprodukter i beton

Restprodukter fra andre industrier eller elproduktion kan anvendes ved fremstilling af beton. Flyveaske, mikrosilica og højojnsslagge kan fx til en vis grad erstatte cement i betonblandingen. Det sparer energi, øger betonkvaliteten og hjælper samfundet med at håndtere restprodukterne.

Flyveaske består af tilbageholdte partikler fra røgrensning på fx kraftværker og kan fungere som fint tilslag eller som erstatning for cement. Højojnsslagge er et restprodukt fra stålværker og kan til en vis grad erstatte cement. Mikrosilica er biprodukt fra produktion af aluminium som øger styrken og tætheden af beton.

### Genbrugstilslag

Beton kan fremstilles med andre materialer end naturligt forekommende sten, grus og sand.

Nedknust beton renses for armering og evt. isolering er et eksempel. Ligesom med naturligt forekommende tilslag skal nedknust beton sorteres.

20-30 % af tilslagsmængden kan erstattes med nedknust beton. Knust glas og mursten kan også anvendes, men er bedst til indendørs beton. Affaldssten fra mineindustri kan også bruges som tilslag.

## Produktionsprocessen

Beton fremstilles ved en fuldt automatiseret proces, uden større miljøpåvirkning. Moderne betonfabrikker gør en stor indsats for at genbruge fx vand og betonrester.

Overskydende frisk beton fra produktionen bliver vasket og adskilt i tilslag og cementslam. Det faste stof bundfældes, og vandet genbruges. Fabrikkerne opsamler desuden procesvand til genbrug fra flere kilder som fx vask af betonblandere, transportbånd og bilernes tromler.

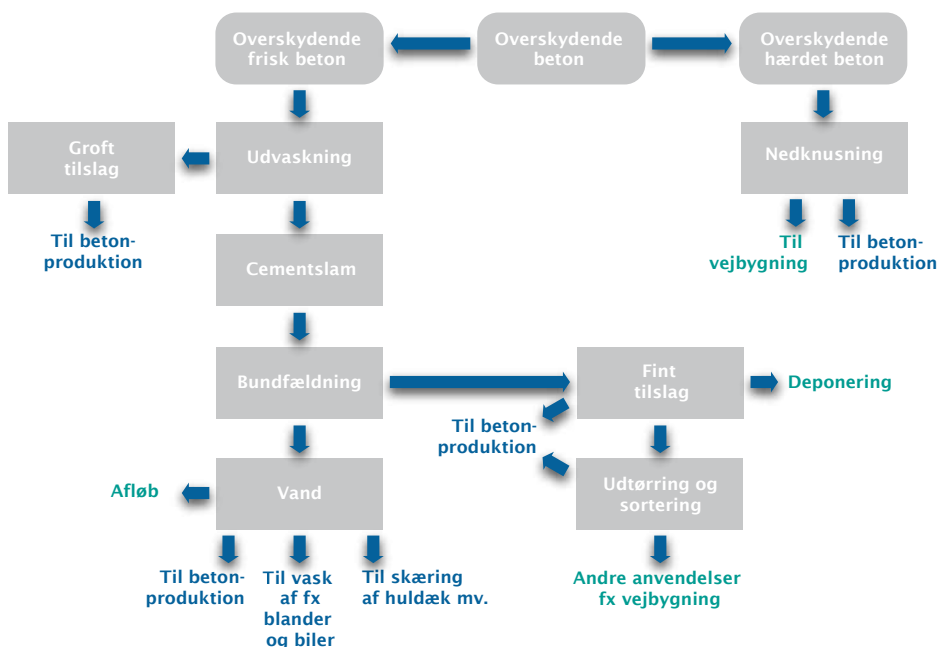
Genindvundne tilslagsmaterialer kan bruges i stedet for naturlige tilslag.

## Arbejdsmiljø

Betonbranchen bestræber sig løbende på at forbedre arbejdsmiljøet.

Et godt eksempel er betonbranchens indsats for at minimere støjen ved såvel in-situ støbning som elementproduktion ved hjælp af selvkompakterende beton, SCC, der ikke behøver vibrering. Det nedsætter støjniveauet på elementfabrikkerne og eliminerer risikoen for "hvide fingre" fra brug af stavvibratorer.

En anden ny udvikling er brugen af vegetabiliske formolier. Da disse olier er biologisk nedbrydelige og ugiftige, er de sikrere og mere bæredygtige end mineralolier, der ikke er miljønedbrydelige, og som kan indeholde skadelige komponenter.



*Advokatfirmaet Hortens  
domicil i København har  
en central betontrappe.*

# Beton skaber gode steder at være





# 3



## Beton bidrager til opvarmning om vinteren og afkøling af bygninger om sommeren, hvilket skaber optimal komfort for beboerne.

### Termisk komfort og mindre energiforbrug

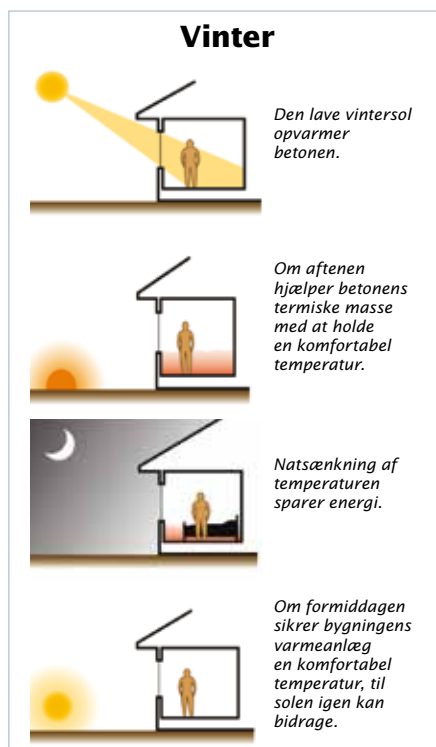
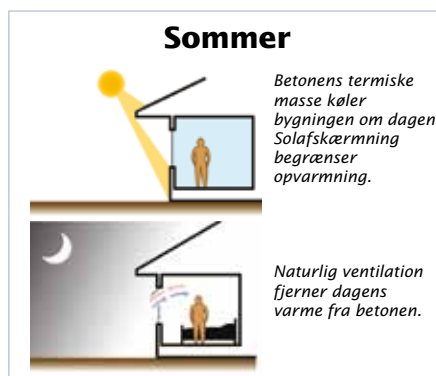
Bygningers forbrug af energi udgør over 40 % af Europas totale energiforbrug. På europæisk plan sker 2/3 af energiforbruget i beboelsesbyggerier, hvor den generelt forbedrede levestandard afspejler sig i voksende energiforbrug til blandt andet opvarmning og køling.

Betons termiske masse kan bruges til at reducere temperaturudsving i en bygning og dermed til at overflødiggøre energislugende aircondition. Betonvægge og gulve er effektive til lagring af varme, da de absorberer gratis varme i dagtimerne og frigiver varme om natten. Beton bidrager til opvarmning om vinteren og afkøling af bygninger om sommeren, hvilket skaber optimal komfort for beboerne.

Det er dokumenteret, at bygninger med høj termisk masse, passiv brug af solenergi og effektiv kontrol af ventilation er meget energieffektive.

Betons termiske masse reducerer bygningers energibehov med 2-16 % på grund af:

- Bedre udnyttelse af solenergi til opvarmning om vinteren
- Mindre døgnvariation i temperaturen indendørs
- Forsinkelse af maksimaltemperatur i kontorer til efter arbejdsdagens afslutning



- Lavere maksimaltemperatur; mindre eller intet behov for køling
- Godt samspil med natventilation med kølig udeluft
- Effektiv udnyttelse af lavtemperatur-varmekilder.

Gulvvarme fungerer bedst, når det er installeret i et betongulv, hvor varmeenergien bliver lagret i konstruktionen.

### Høj indendørs luftkvalitet

Den indendørs luftkvalitet har stor betydning for sundhed og helbred. Beton bidrager på flere måder til en god luftkvalitet og et sundt indeklima i boliger og på arbejdspladser.

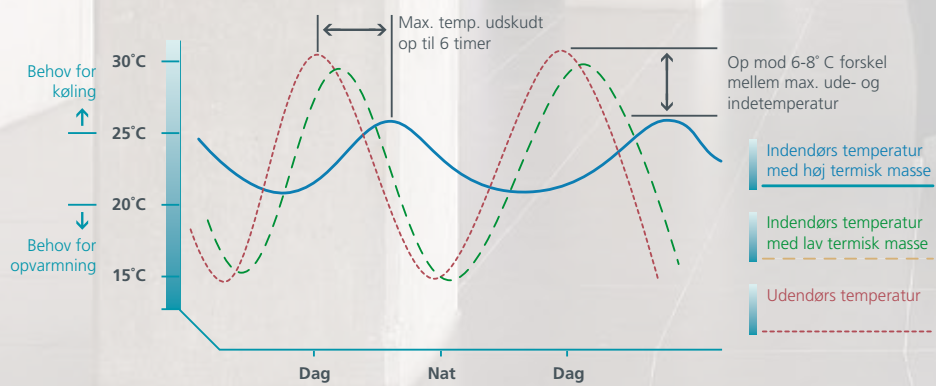
Beton er et inaktivt og uorganisk materiale, der hverken rammes af skimmel og mug eller afdamper flygtige, organiske stoffer. Betonvægge behøver ingen efterbehandling. Beton er vand- og brandmodstandsdygtig.

### Beton som fugtspærre

Beton fungerer som en effektiv fugtspærre. Beton absorberer kun forholdsvis små mængder fugt, og beton hverken nedbrydes eller rådner som resultat af fugtabsorbering. Beton bevarer sin styrke selv under vand.

Betons fugtresistens begrænser mængden af fugt, der kan trænge ind i en bygning eller væg ved diffusion, hvilket forbedrer indeklimaet. I tilfælde af oversvømmelse er det som regel tilstrækkeligt at udtørre bygningen uden behov for nedrivning eller renovering.











## Betonbygninger er holdbare, trygge og sikre

### Betons styrke

Høj trykstyrke er karakteristisk for beton, hvilket fører til robuste bygninger og anlægskonstruktioner med gode styrkeegenskaber og lang levetid.

Det understreger betons bæredygtighed, at man ved brug af beton med høj styrke (over 60 MPa) kan reducere konstruktionernes dimensioner – og dermed materialeforbruget samt miljøpåvirkningen. Det anslås desuden, at en fordobling af betonstyrken i søjler reducerer forholdet mellem pris og bæreevne med cirka 25 %.

### Beskyttelse mod brand

Beton har god brandmodstandsevne, som beskytter mennesker, ejendom og miljøet. Beton kan designes til at være robust selv i de mest ekstreme tilfælde af brand – uanset om betonen anvendes i beboelsesejendomme, industribyggeri eller tunneller.

Brug af beton i bygninger og konstruktioner giver enestående beskyttelse og sikkerhed i tilfælde af brand:

- Beton brænder ikke og bidrager ikke til brandens omfang
- Beton har høj brandmodstandsevne og forhindrer, at branden spredes
- Beton giver sikre flugtveje til beboere og yder beskyttelse til brandmænd

- Beton frembringer ingen røg eller giftige gasser
- Beton drypper ikke med smeltede partikler, der ellers kan bidrage til spredning af branden
- Beton begrænser brandens omfang, hvilket reducerer risikoen for forurening af miljøet
- Beton kan modstå ekstreme vilkår
- Betons robusthed under brand reducerer risikoen for sammenstyrtning
- Beton skades ikke af vand, der bruges til brandslukningen
- Betonbeklædninger kan modstå de ekstreme vilkår, der opstår i tunneller under brand

### Modstandsdygtighed overfor ekstreme påvirkninger

Beton kan på grund af sin styrke absorbere energi fra stød. Autoværn mellem vejbaner laves ofte af beton, der kan modstå stød fra køretøjer.

Beton bruges også i forsvarsværker, og betonkonstruktioner er fordelagtige, hvor bygninger eller infrastruktur potentielt er udsatte for bombeangreb eller eksplosioner.



## Effektiv lydisolering

Beton kan sikre en god lydkomfort i boliger og på arbejdspladser, selv om en bygning er placeret tæt på støjklender som veje, jernbaner eller lufthavne.

Isolering mod luftbåren lyd afhænger af bygningens masse og stivhed. Tunge og massive konstruktioner har typisk bedre lydisolering end lette konstruktioner. Derfor sikrer betonbyggeri, at udefra kommende støj dæmpes i høj grad. 185 mm tykke betonvægge vil yde tilstrækkelig isolering i næsten alle henseender. For effektivt at isolere mod luftbåren lyd er det desuden vigtigt, at bygningen er lukket tæt.

Gulvkonstruktionerne har også stor betydning for lydforholdene i en bygning. En gulvkonstruktion udført af betonelementer, letbeton eller in-situ støbt beton vil sammen med en sædvanlig gulvopbygning kunne overholde minimumskravene i Bygningsreglementet, der fx kræver en trinlyndæmpning på 53 dB.

I boliger kan betongulve effektivt dæmpe trinstøj, som ellers kan opleves generende fx ved lette gulvkonstruktioner, selv om myndighedskravene er opfyldt.

Beton giver samtidig mulighed for at give konstruktionerne den optimale form til dæmpning af lyd. Ligeledes kan overfladen gøres glat for at reflektere lyd eller ru for at mindske refleksion.







*Studerstræde i Birk  
Centerpark nær Herning  
med betonbelægninger og  
undervisningsbygninger.*

# Beton har fordele fra vugge til vugge







4

## Betonbygninger har et lavere energiforbrug til opvarmning end lettere bygninger på grund af betonens termiske masse.

### Livscyklusanalyse af betonbygninger

Livscyklusanalyser (LCA) anvendes til at vurdere en bygnings indvirkning på miljøet fra opførelse til nedrivning. Analysen omfatter udvinding af råstoffer, fremstilling af byggematerialer, opførelse, brug, vedligeholdelse og nedrivning af bygningen samt genbrug.

Som hovedregel gælder, at varme og elforbrug udgør 80-90 % af det samlede energiforbrug i en bygnings levetid. Det er derfor vigtigt at tage udgangspunkt i, at bygningens drift påvirker bæredygtigheden langt mere end bygningens opførelse og nedrivning.

Beton klarer sig godt i livscyklusanalyser. Det skyldes primært, at betonbygninger har et lavere energiforbrug til opvarmning end lettere bygninger på grund af betonens termiske masse. Samtidig holder betonbygninger typisk 50-100 år, så den samlede energifordel i driftsperioden bliver meget stor.

Kortsigtede løsninger, der udelukkende fokuserer på at minimere miljøbelastningen i opførelsesfasen, kan let medføre større energiforbrug i brugsfasen eller en kortere levetid.

### Et ikke-forurenende byggemateriale

#### Emissioner til jord og vand

Undersøgelser viser, at betons udledning af stoffer til grundvandet er lav.

Kemisk analyse af flere hundrede prøver omfattende forskellige cementer og tilslag viser, at mængden af opløselige stoffer er meget lavere end tilladt af WHO for drikkevand. Kun sulfationer  $SO_4^-$  findes hyppigt i højere forekomster, dog altid meget lavere end det niveau, der findes i mange populære mærker af mineralvand.

#### Emissioner til indendørs atmosfære

Betons komponenter er passive materialer med lav afdampning til luften.

Nystøbt beton kan have en svag afdampning af ammoniak og formolie. Denne afdampning forsvinder i løbet få uger efter fremstillingen.

### Radon

Radon er en naturligt forekommende radioaktiv luftart, som er kilde til cirka halvdelen af den samlede radioaktive bestråling af den danske befolkning.

Beton kan sammen med bæredygtigt design være med til at forhindre, at radon kan trænge ind i bygninger fra undergrunden.

Grundlæggende fremgangsmåder til opnåelse af et lavt, indendørs radon-niveau er:

- Terrændæk af beton uden revner
- Lufttætte samlinger mellem terrændæk og fundament
- Ventilér under det nederste dæk

For bygninger bygget direkte på jorden er den bedste løsning at sikre sig, at terrændækkene er så lufttætte som muligt, og at de har et minimalt antal steder, der skal forsegles.







# At bruge beton er god økonomi



*Nibsbjerg Vandcenter i  
Holstebro – rå, effektiv  
og smuk beton.*





5



# *Bæredygtighed er derfor også fleksible bygninger, der let kan ændres, udvides eller opdeles.*

## **Betonbygningers levetid**

Med "levetid" menes den periode, hvor en bygning kan forventes at modstå normale forhold, såfremt den er vedligeholdt ordentligt. En bygnings forventede levetid er normalt forholdsvis lang, da mange 100 år gamle bygninger stadig er fuldt funktionelle.

Lang levetid er vigtigt for bæredygtighed. Både af miljømæssige, økonomiske og kulturelle årsager.

Der er cirka 150 millioner boliger i EU. Af disse er 32 % opført før 1945, 40 % mellem 1945 og 1975 og de sidste 28 % senere.

Grundlaget for at beregne betonbygningers holdbarhed er blevet udviklet gennem flere årtier. Den tilsigtede levetid for betonbygninger er typisk mellem 50 og 200 år. Der er 95 % sandsynlighed for, at den tilsigtede levetid nås. I praksis betyder det, at den egentlige levetid for en betonbygning ofte vil være mere end det dobbelte af den tilsigtede.

Indvendige betonkonstruktioner udsættes ikke på samme måde som udvendig beton for nedbrydningsmekanismer. Derfor kan man antage en levetid på 200 år.

## **Betons bidrag til økonomisk byggeri**

Den samlede levetidsomkostning ved en bygning kan defineres som "alle planlagte betydelige og relevante omkostninger over analysens periode udtrykt i monetær værdi. De planlagte omkostninger er de, der er nødvendige for at opnå den tilsigtede ydelse, heriblandt pålidelighed, sikkerhed og tilgængelighed".

Omkostninger inkluderer bl.a. opførelsespris, energiforbrug, forsikringspræmier, driftstab såfremt bygningen ikke kan bruges under reparationer eller vedligeholdelse, renovering, ombygning og nedrivning plus omkostninger til finansiering.

Betonbygninger er mere omkostningseffektive end andre bygninger. Det skyldes især lave forbrugs- og renoveringsomkostninger samt betons lange levetid i forhold til andre materialer. Beton er velegnet til lavenergihuse. Eksempelvis kan vægkonstruktioner med en U-værdi på blot 0,15 opnås ved brug af standardprodukter.

Et andet interessant aspekt ved beton er materialets belysningseffektivitet. Betonvægge og gulve har reflekterende egenskaber, der kan reducere omkostninger ved både indendørs og uden-dørs belysning. Dette kan forøges ved brug af hvid cement, der vil resultere i en reflektering på 0,75 i forhold til 0,35 for grå beton.

## **Fleksible bygninger**

For at være bæredygtig skal en bygning være i stand til at tilpasse sig ændrede forhold gennem dens levetid. Bæredygtighed er derfor også fleksible bygninger, der let kan ændres, udvides eller opdeles.

Fleksibiliteten bør inddrages tidligt i projektet. Omkostningerne ved fremtids-sikring af en bygning under opførslen er kun en brøkdel af de samlede omkostninger ved senere ændringer. I forbindelse med den bærende konstruktion er det fordelagtigt at lave store åbne rum, der senere kan inddeles efter behov.

Når det kommer til fleksibilitet, er fordelene ved beton stor styrke og muligheden for at designe store spændvidder. Indbygget lydisolering og brandmodstandsevne er andre vigtige egenskaber.





*Hos B&O i Struer  
udnyttes dagslyset og  
betons reflekterende  
egenskaber.*

## **Begrænsede omkostninger til vedligehold**

Betonbyggerier kræver meget lidt vedligeholdelse. Indendørs vil beton holde næsten evigt. Udendørs skal beton modstå større belastninger.

Betonoverflader behøver ikke maling. Reparationskrævende skader på bygninger er forholdsvis sjældne. Til reparation af infrastruktur er der udviklet en række effektive reparationsmetoder og -systemer.

Betonoverflader kan eventuelt beskyttes med overfladebehandling mod fx graffiti.



*Elementer til  
betontrappe  
– en effektiv og  
brandsikker løsning.*

# Genbrug af beton skåner naturen







# 6

Betonikon:  
Bellevueteatret nord  
for København er en  
markant funkisbygning,  
hvor funktionalismen  
er i top.

## Beton fra nedrevne betonkonstruktioner kan knuses og bruges som tilslag i ny beton.

### Nedrivning og genbrug

Byggesektoren i Europa frembringer hvert år cirka 200 millioner ton bygge- og nedrivningsaffald. En stor del af dette er beton, som på bæredygtig vis kan genbruges og derfor har minimal indvirkning på miljøet.

Beton fra nedrevne betonkonstruktioner kan knuses og bruges som tilslag i ny beton. Nedknust beton bruges dog primært til jordarbejder, fundamenter, kloakering og i forbindelse med anlæg af veje, gader, gårdspladser og parkeringsarealer. Til sådanne anvendelser er genbrugt beton tit en fordel, fordi materialet ofte har bedre komprimerings- og densitetsegenskaber og normalt er billigere end nye materialer.

Beton genbruges nogle gange endda i dets oprindelige form. Et eksempel er, at man genbruger en bygningens bærende betonkonstruktioner, mens indendørs rum eller bygningens facade moderniseres.

En anden form for genbrug er konstruktioner af betonelementer, der er samlet med bolte eller svejsede led, og som er designet til at kunne adskilles. I Holland har man udviklet byggesystemer, så hele bygninger kan adskilles og flyttes til en anden byggeplads.

Et tredje eksempel er opførelse af betonelementbygninger, hvor nogle af elementerne kan genbruges, og resten af bygningen kan knuses.

De ovenstående teknikker reducerer udnyttelse af naturens ressourcer samt transportomkostninger ved genbrug af beton.











**Dansk Byggeri**

Postbox 2125

1015 København K

Tlf. 72160000

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