



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Bæredygtighed i energirenovering

27. November 2015

Præsenteret af:
Henrik Poulin
Teknologisk Institut

Center for bæredygtigt byggeri

- 3 sektioner
 - Bæredygtighedsgruppen
 - Certificering og kontrol
 - Byggelaboratoriet
- Opgaver
 - Udarbejdelse af EPD'er
 - Konsulent bistand vedr. miljøegenskaber
 - Bygningscertificering
 - Kortlægning af bæredygtige byggerier i DK
 - Undervisning
 - Deltagelse i udarbejdelse af bæredygtige tiltag
 - Spireprojekter
 - Kurser omkring bæredygtighed



Dagsorden

- 1 Definition af bæredygtighed
- 2 Eksisterende værktøjer
- 3 Definition af miljø
- 4 Udfordringer inden for miljø
- 5 Debat



Definition af bæredygtighed

- De tre grene inden for bæredygtighed

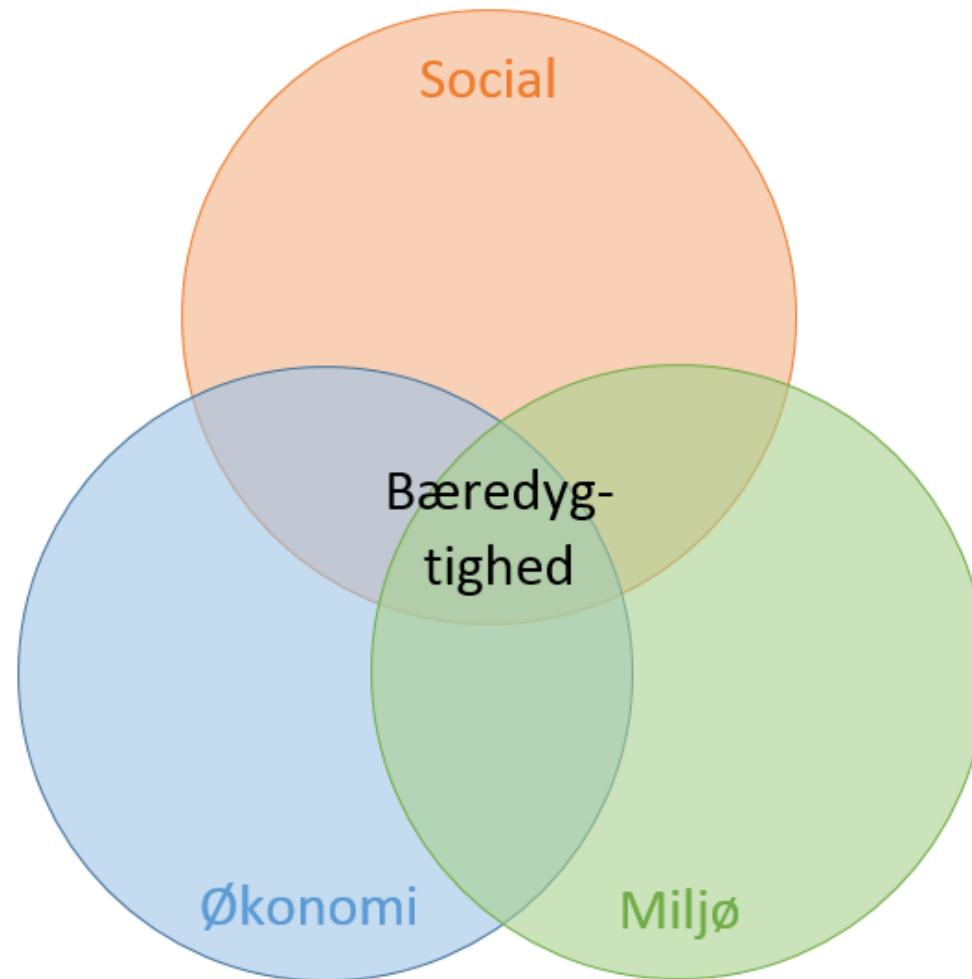
1

2

3

4

5



Definition af bæredygtighed

- Social bæredygtighed

1

- Naturindhold
- Æstetik og kontekst

2

- Tilgængelighed
- Bygningsdesign
 - Arealoptimering
 - Flexibilitet
 - Funktionalitet



3

- Indeklima

4

- Dagslys
- Støj

5

- Atmosfærisk indeklima
- Termisk indeklima
- Arbejdsmiljø
- Farlige og skadelige stoffer
- Afgasning



- Osv.



Definition af bæredygtighed

- Økonomisk bæredygtighed

1

- Materialer (anlæg og udskiftning)

- Opførelse

- Bygningsdrift

2

- Tilgængelighed

- Bygningsdesign

3

- Vedligehold

- Rengøring

- Deponering og affaldshåndtering

4

- Genbrug og genanvendelse

- Levetider

5

- Transport

- Dekomponerbare konstruktioner

- Indeklima

- Osv.



Definition af bæredygtighed

- *Miljømæssig bæredygtighed*

1

- Materialer (anlæg og udskiftning)

- Opførelse

- Bygningsdrift

2

- Tilgængelighed

- Bygningsdesign

3

- Vedligehold

- Rengøring

- Deponering og affaldshåndtering

4

- Genbrug og genanvendelse

- Levetider

5

- Transport

- Dekomponerbare konstruktioner

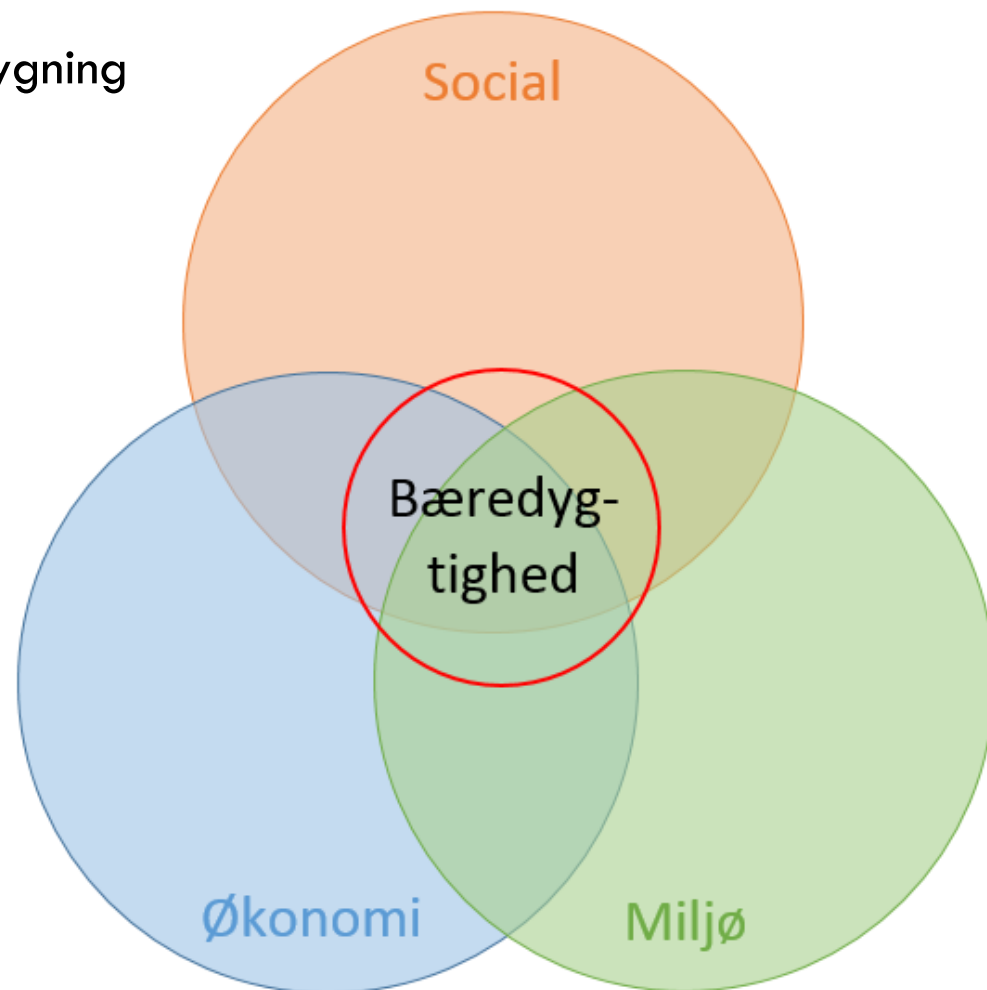
- Osv.



Definition af bæredygtighed

- Bæredygtige fokusområder

- 1 • Materialevalg og komponentopbygning
 - Farlige og skadelige stoffer
 - Afgasning
- 2 • Miljøbelastning
- 3 • Pris
- 4 • Genbrug og genanvendelse
- 5 • Levetider
- Vedligehold
- Dekomponerbarhed
- Bygningsdesign
- Tilgængelighed
 - Transporttid
 - Forbindelser
 - Miljøudledning ved transport
 - Omkostninger ved transport



Eksisterende værktøjer

- Værktøjstyper

- 1 • Certificeringsordninger
 - Produktcertificeringer (EPD'er, Svanemærket, Blomsten, FSC m.fl.)
 - Bygningscertificering (DGNB, LEED, BREEAM, Active House m.fl.)
- 2 • Vejledninger
 - Kommunale retningslinjer
 - Vejledninger (Det Økologiske Råd, Bygningsstyrelsen, LØB m.fl.)
 - Metoder (fx BDB-metoden)
- 3 • Databaser
 - 4 – Generiske miljødatabaser (fx Ökobau, Gabi og ESUCO)
 - Epd-databaser (fx epd-danmark eller Institut Bauen und Umwelt)
 - 5 – Økonomidatabaser (fx V&S Prisdata)
- Beregningsprogrammer
 - Miljø (fx LCA-programmer)
 - Økonomi (fx LCC-programmer)
 - Energi- og indeklima (fx Be10, Bsim, IESve m.fl.)



Eksisterende værktøjer

- *Værktøjstyper*

1 Generelt:

- Mange værktøjer til den projekterende fase og få til den indledende
- Mange værktøjer til nybyg og få til renovering

2 Vejledninger og certificeringsordninger:

- Bredt fokus på social, økonomi og miljø
- Mulighed for ned- eller opprioritering af enkeltparametre
- Primært nybyg

3 Databaser og beregningsværktøjer:

- Primært fokus på enkeltstående parametre
- Primært fokus på generisk data



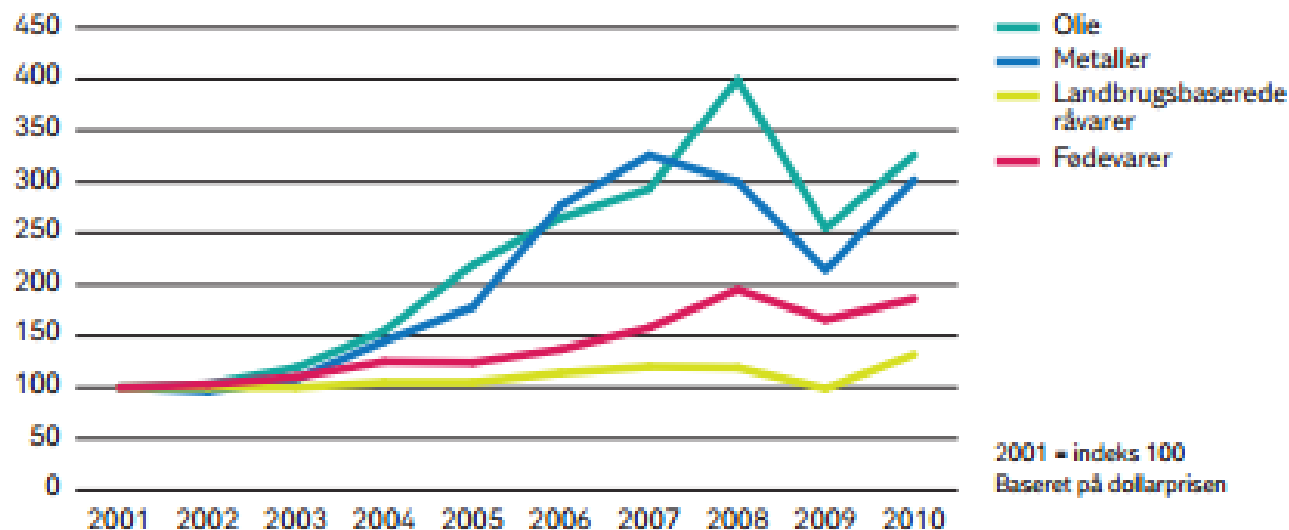
Definition af miljø

- Hvorfor miljø?

1 Stigende priser på råvarer til byggeri og anlæg

2 Markant prisstigning

Udviklingen i prisen på råmaterialer 2001-10



Ⓢ Note: Tallet 2010 er baseret på gennemsnit fra januar til november 2010.

Ⓢ Kilde: DI beregninger baseret på IMF, Indices of Primary Commodity Prices 2000-2010



Definition af miljø

- Dokumentation og mærker

- Type I – Miljømærkning (Ecolabelling) jf. ISO 14024
- Type II – Egendeklaration jf. ISO 14021
- Type III – Miljøvaredeklarationer (epd'er) jf. ISO 14025 og EN 15804

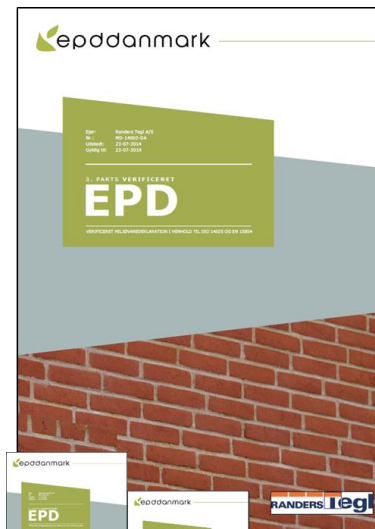
1

2

3

4

5



Definition af miljø

- Type III

EPD (**E**nvironmental **P**roduct **D**eclaration)

- Energiforbrug
- Miljøpåvirkninger
 - Global opvarmning
 - Nedbrydning af ozonlaget
 - Forsuring
 - Næringsstofindhold
 - Smog
- Ressourceforbrug
 - Uorganiske ressourcer
 - Uorganiske fossile brændsler
- Vandforbrug
- Affald



Definition af miljø

- Livscyklusfaser


1 Den europæiske standard for miljøvaredeklARATIONER EN 15804 har defineret følgende 4 livscyklusfaser:

- 2 • Produkt
- 3 • Byggeproces
- Brug
- Endt levetid
- Udenfor systemgrænse

4

5

| Produkt | | | Byggeproces | | Brug | | | | | | | Endt levetid | | | Udenfor systemgrænse | |
|--------------|-----------|--------------|-------------|------------|------|-------------|------------|-------------|------------|---------------|-------------|--------------|-----------|-------------------|----------------------|--------------------------|
| Råmaterialer | Transport | Fremstilling | Transport | Indbygning | Brug | Vedligehold | Reparation | Udskiftning | Renovering | Energiforbrug | Vandforbrug | Nedrivning | Transport | Affaldshåndtering | Bortskaffelse | Genbrug og genanvendelse |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D |



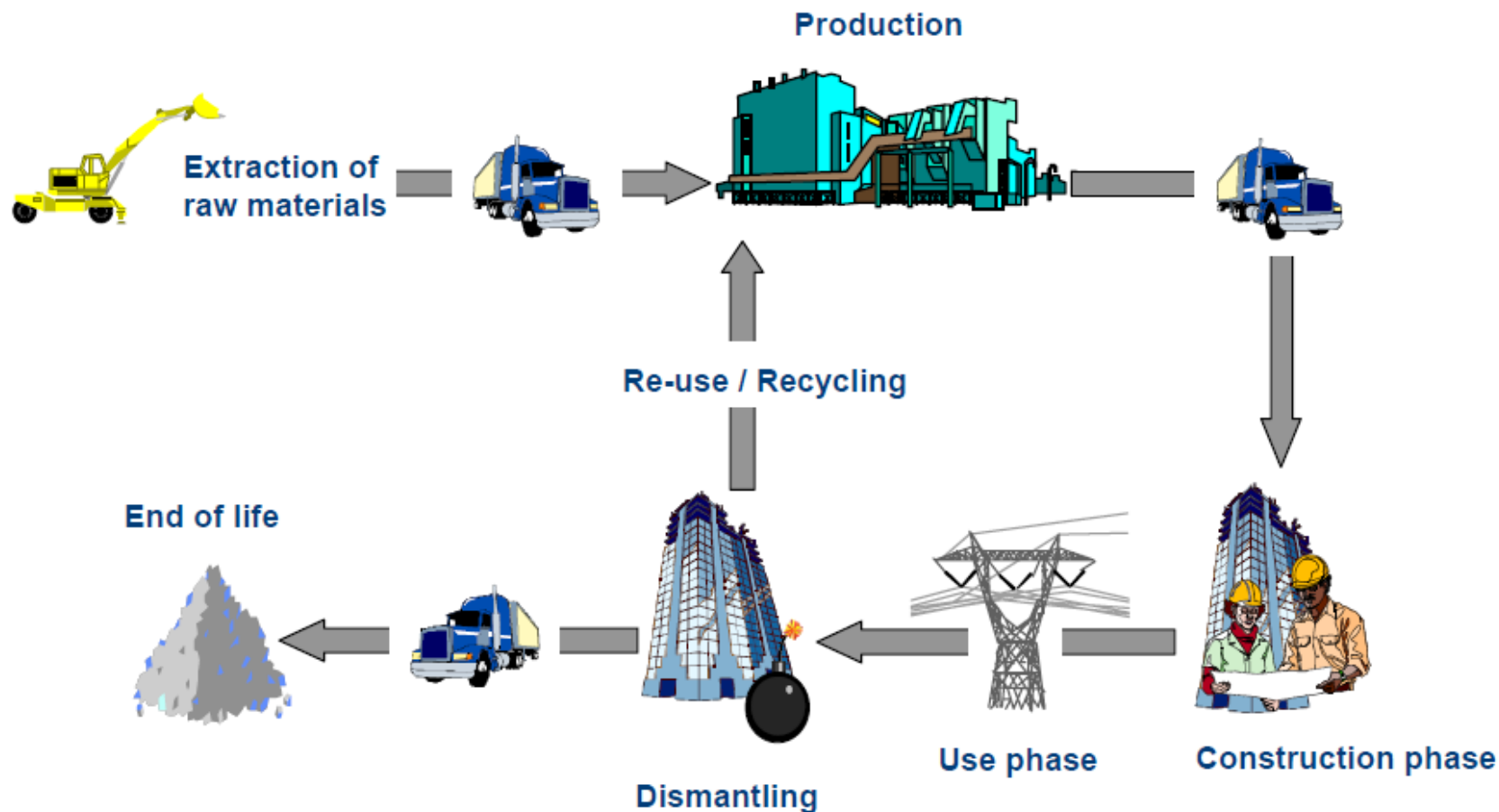
Definition af miljø

- Livscyklusfaser

1
2
3

4

5



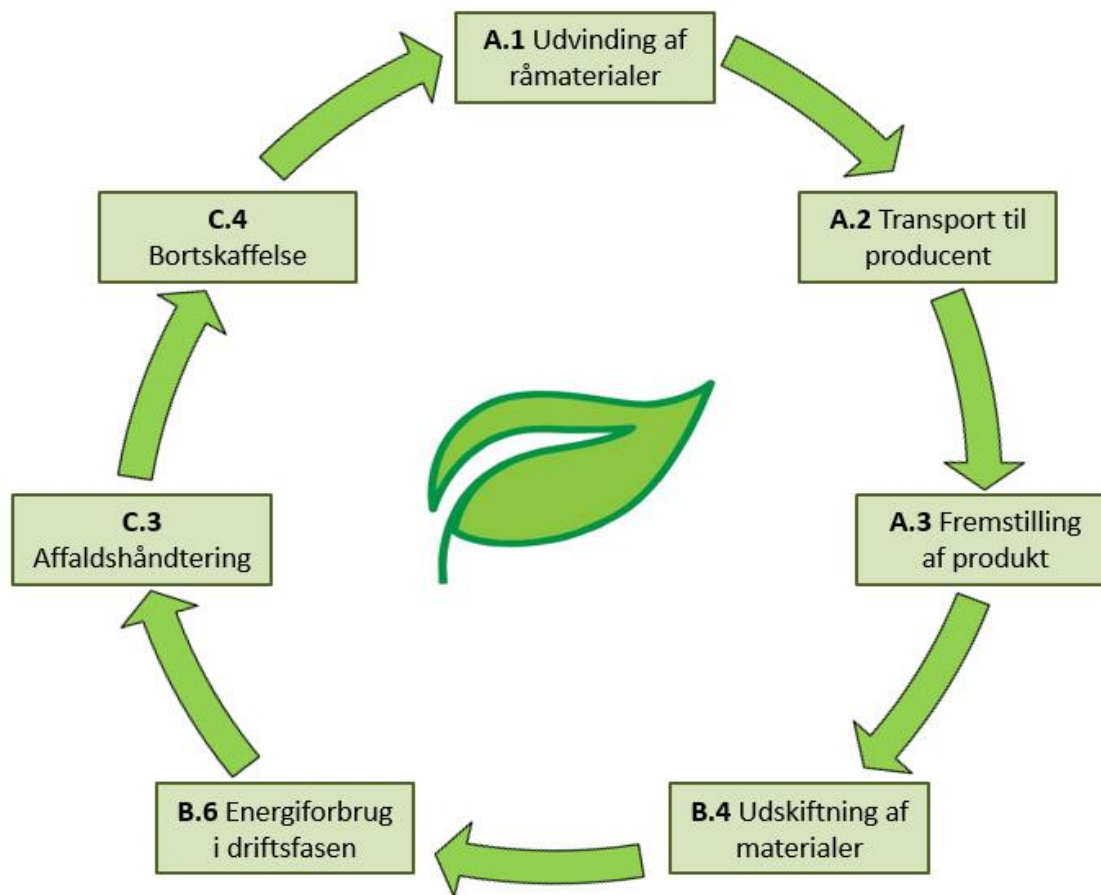
Definition af miljø

- Livscyklusfaser

1
2
3

4

5



Definition af miljø

- Miljøbelastninger

1

LCI informationer (kortlægning)

- Materialeressourcer
 - Primærenergi
- 2
- Vand
 - Affald

3

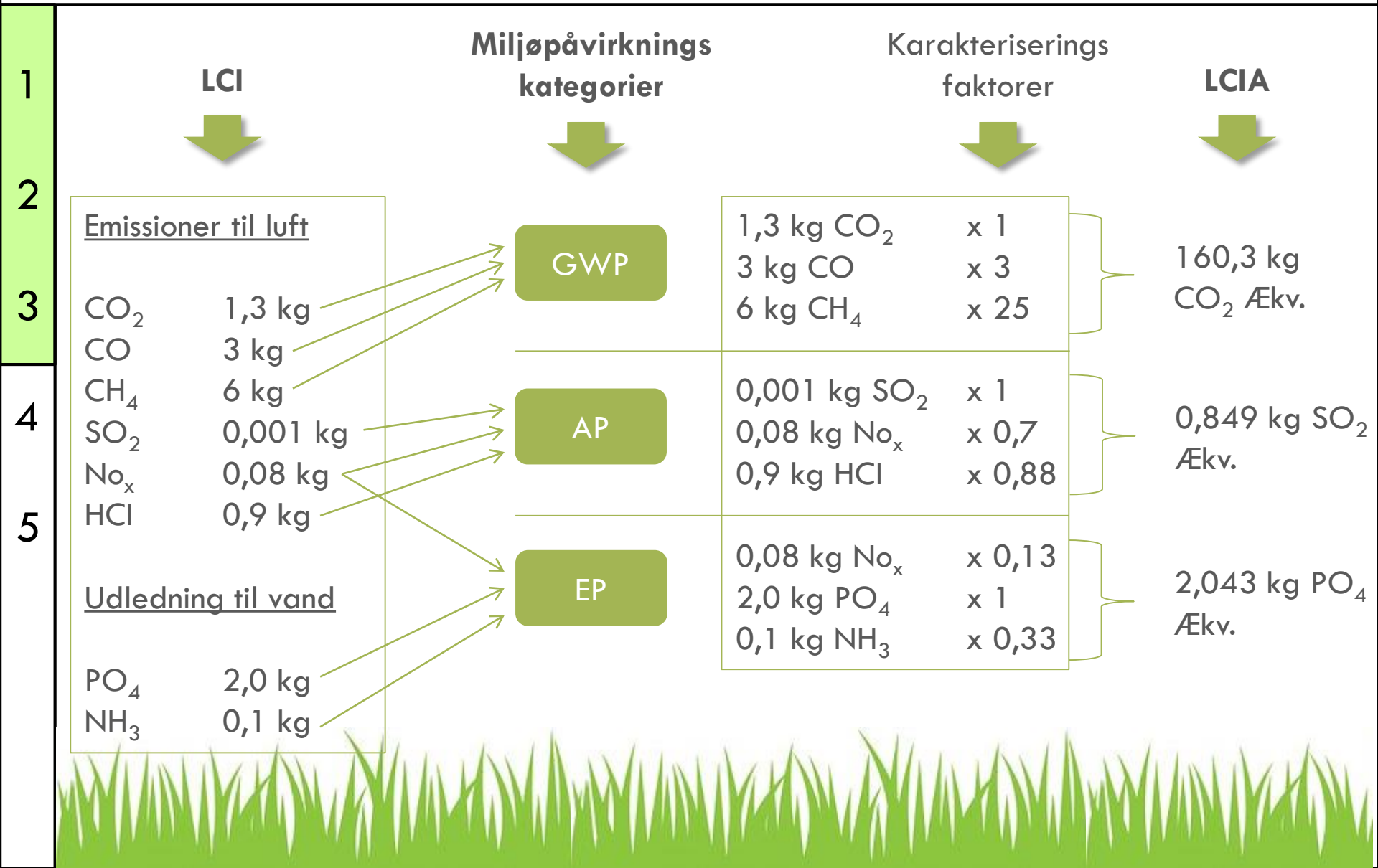
LCIA informationer (miljøpåvirkninger)

- Global opvarmning (GWP)
 - Nedbrydning af ozonlaget (ODP)
 - Forsuring af jord og vand (AP)
- 4
- Bidrag til forøget næringsstofindhold i økosystemer (EP)
 - Smogdannelse - fotokemisk ozondannelse (POCP)
 - Udtynding af uorganiske ressourcer (ADPE)
 - Udtynding af uorganiske fossile brændsler (ADPF)
- 5



Definition af miljø

- Miljøbelastninger



Definition af miljø

- Brug af miljødata

1

For at kunne udføre en LCA på din bygning skal du have klarhed og rådighed over følgende, som beskrives uddybende på de kommende sider:

2

INFO OM BYGNINGEN

- Materialer og mængder
- Levetider på bygning og byggevarer
- Det samlede etageareal
- Energi i driftsfasen

3

REDSKABER

- Datagrundlag
- Beregningsværktøj

4



5



LCA-SPECIFIKKE OVERVEJELSER

- Livscyklusfaser
- Kategorier og indikatorer



Kilde: Energistyrelsen

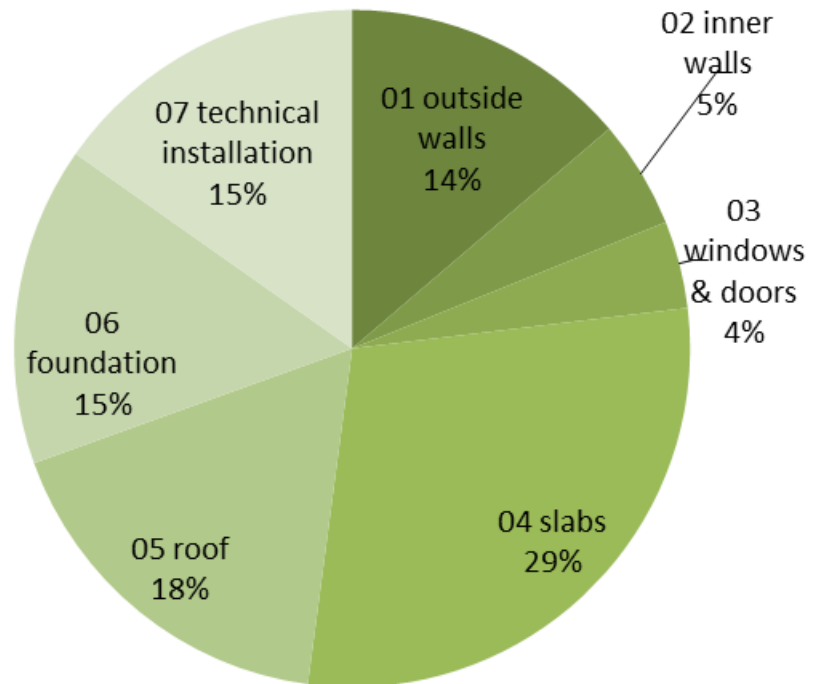
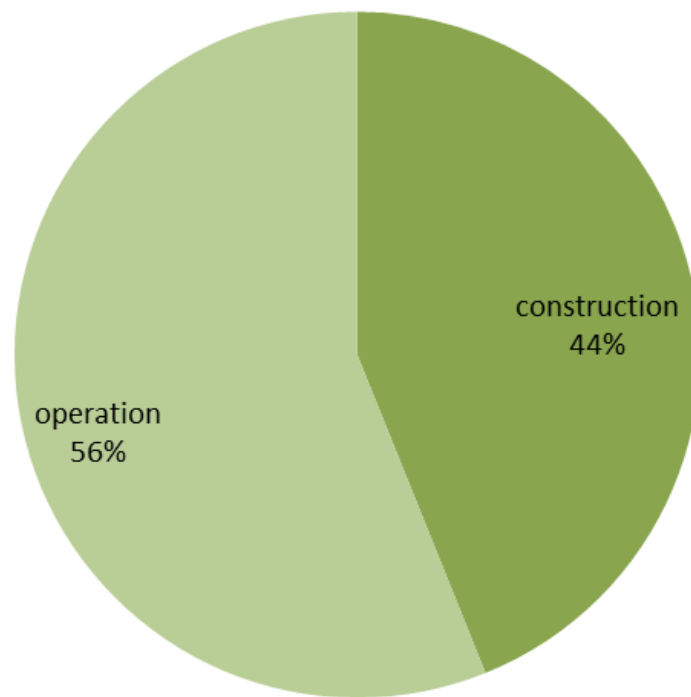


Definition af miljø

- Fordeling af miljøpåvirkning

BR2015 byggeri

- Bygningens miljøpåvirkning i et livscyklusperspektiv (GWP)
- Periode på 50 år

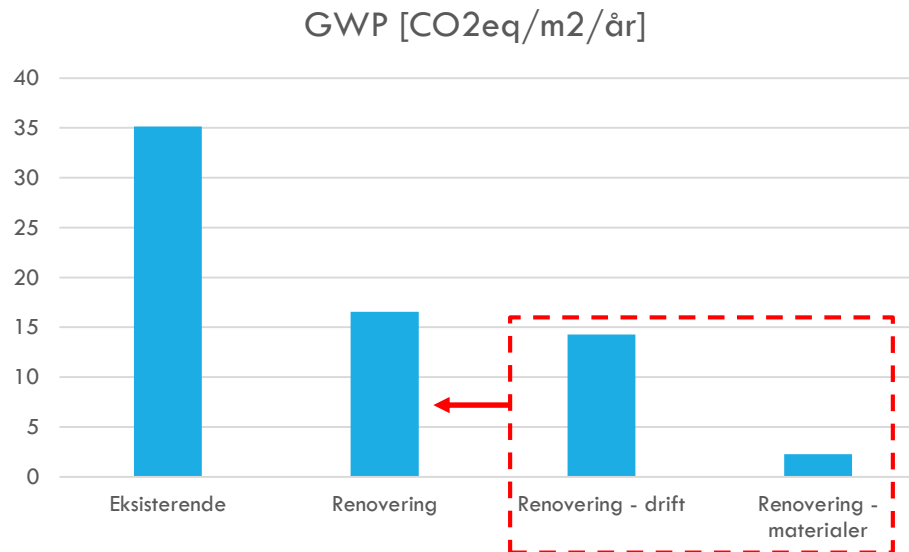


Definition af miljø

- Fordeling af miljøpåvirkning

Renovering

- Efterisolering af ydervæg med 100 mm isolering inkl. ny facadebeklædning
- Udskiftning af vinduer
- Efterisolering af tag med 150 mm isolering inkl. ny tagbeklædning

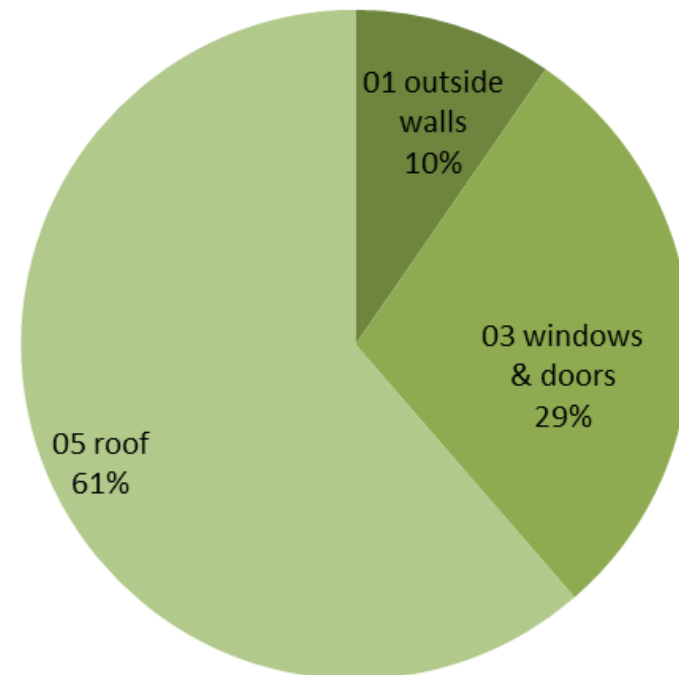
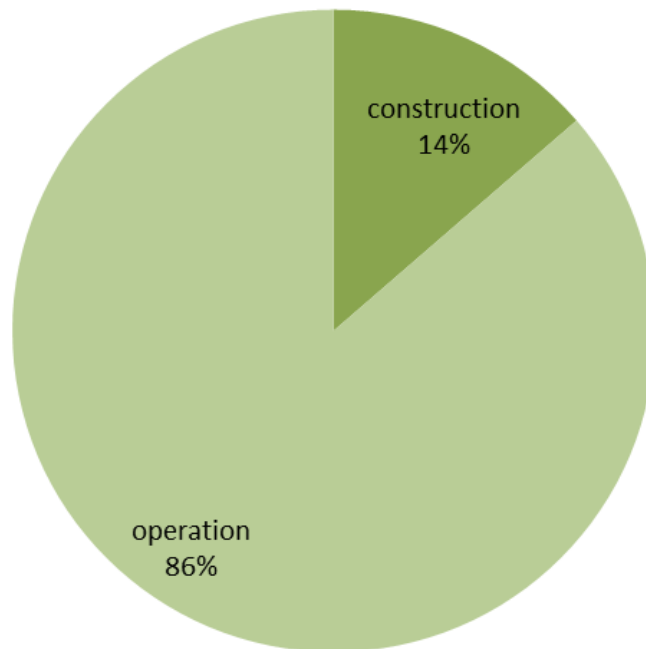


Definition af miljø

- Fordeling af miljøpåvirkning

Renovering

- Efterisolering af ydervæg med 100 mm isolering inkl. ny facadebeklædning
- Udskiftning af vinduer
- Efterisolering af tag med 150 mm isolering inkl. ny tagbeklædning



Definition af miljø

- *Vigtige fokusområder*

Materialer:

- Miljøpåvirkning pr. kg
- Densitet
- Tykkelse/mængde
- Varmeledningsevne
- Levetid
- Vedligehold
- Rengøring

Energiforsyning:

- Miljøpåvirkning pr. kWh
- Virkningsgrad
- Levetid
- Vedligehold



1

2

3

4

5

Udfordringer inden for miljø

- Regler og krav



Grundlæggende
krav

Egenskaber og
metoder

Krav til
tærskelværdier



- 1
- 2
- 3
- 4

- 5



Udfordringer inden for miljø

- Regler og krav

1

ER sket



EC har bedt CEN om at udvikle standarder for miljøvaredeklarationer (EPD) for byggevarer.

2

ER sket



1.000'vis af miljøvaredeklarationer (EPD) er udviklet rundt omkring i Europa siden da.

3

4

sker



EC har nu bedt CEN om at redegøre for, præcis hvordan EPDen kan anvendes til CE-mærkningen.

5

sker



Produkt-TC'er har påbegyndt arbejdet med udvikling af produktspecifikke EPD-regler



Udfordringer inden for miljø

- Genbrug og genanvendelse

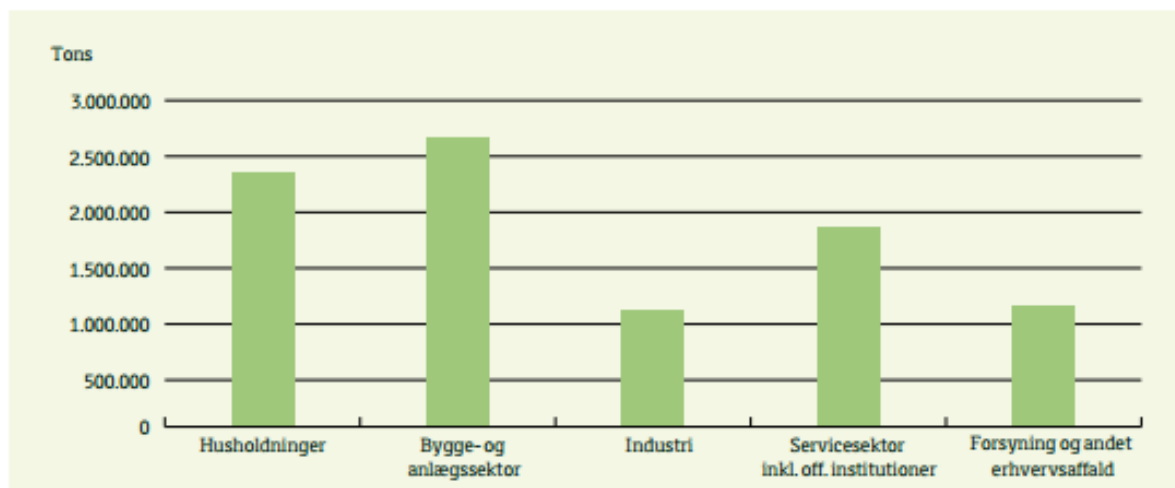
Genbrug

Når en konkret ting bliver brugt igen

Genanvendelse

Når et eksisterende materiale bliver brugt til at producere et nyt materiale

I Danmark producerede vi i 2011 ca. 9 mio. tons affald, ekskl. jord.
Den største klump er byggeaffald, mens husholdningerne står for næstmest:



Udfordringer inden for miljø

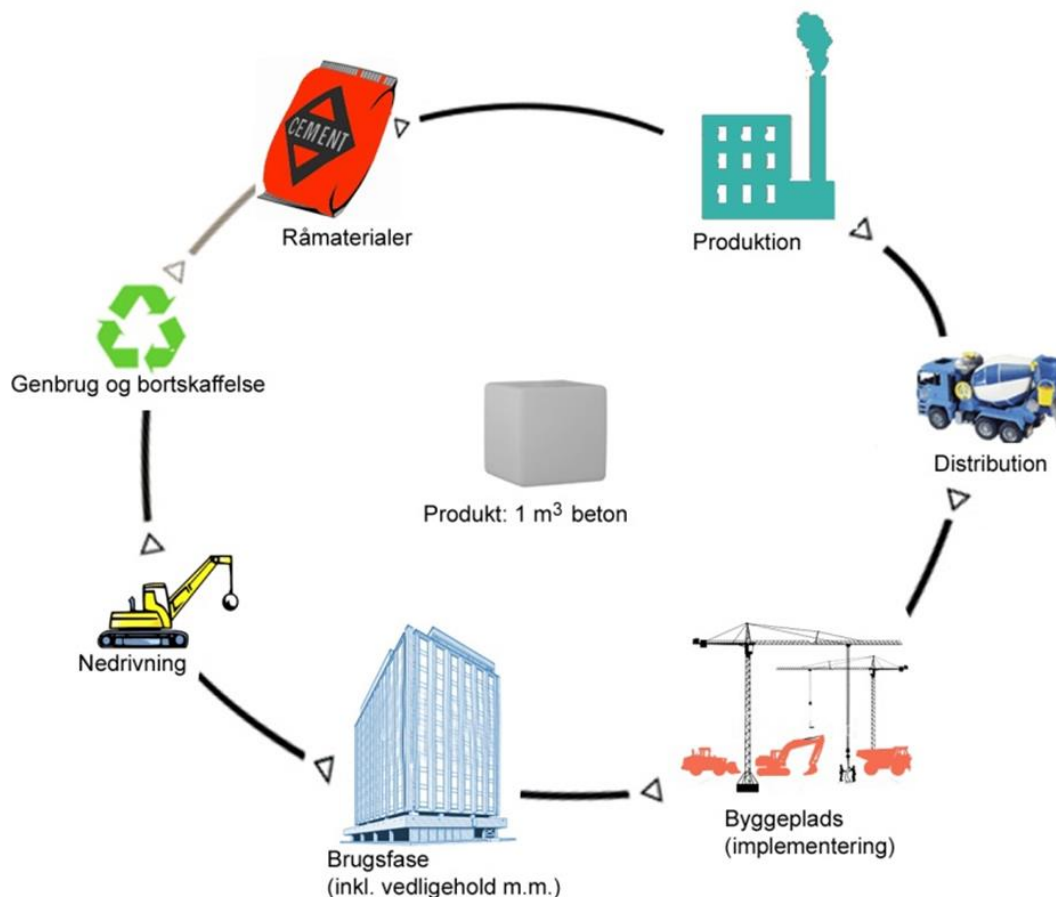
- Genbrug og genanvendelse

Byggeaffald

- 2.500.000 tons i 2011
- 87% genanvendes
- 7% brændes
- 5% deponeres

Problem:

- Meget lidt genbrug
- Meget downcycling



1

2

3

4

5

Udfordringer inden for miljø

- Genbrug og genanvendelse

Udfordringer ved genbrug:

- Overholdelse af krav
- Bæreevne
- Restlevetid
- Mængder
- Dekomponerbarhed (lim)
- Skadelige stoffer
- Dokumentation
- Arkitektur og æstetik



1

2

3

4

5

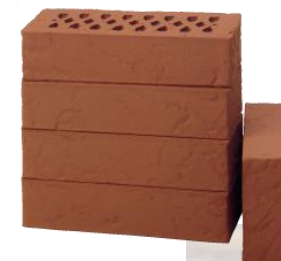


Udfordringer inden for miljø

- Levetider

Påvirkninger:

- Type (fx naturmateriale eller kunstigt materiale)
- Placering af materiale (fx inde eller ude)
- Behandling
- Vedligehold
- Placering af bygning
 - Saltindhold i luft
 - Luftfugtighed
 - Temperatur



1

2

3

4

5



Udfordringer inden for miljø

- Eksempel – tung vs let ydervæg

1 Tung ydervæg:

- 108 mm teglsten inkl. mørtel
- 300 mm isolering
- 2 • 100 mm porebeton

Let ydervæg:

- 20 mm træbeklædning
- 30 mm afstandsliste af træ
- 9 mm vindgips
- 400 mm isolering inkl. træskelet
- Dampspærre
- 30 mm isolering inkl. afstandsliste af træ
- 26 mm gipsplade

3
4
5 Tykkelse: 508 mm

U-værdi: 0,10 W/m²K

Vægt: 255 kg/m²

Varme: Fjernvarme

Levetid: +150 år

Tykkelse: 606 mm

U-værdi: 0,10 W/m²K

Vægt: 95 kg/m²

Varme: Fjernvarme

Levetid: ≈50 år



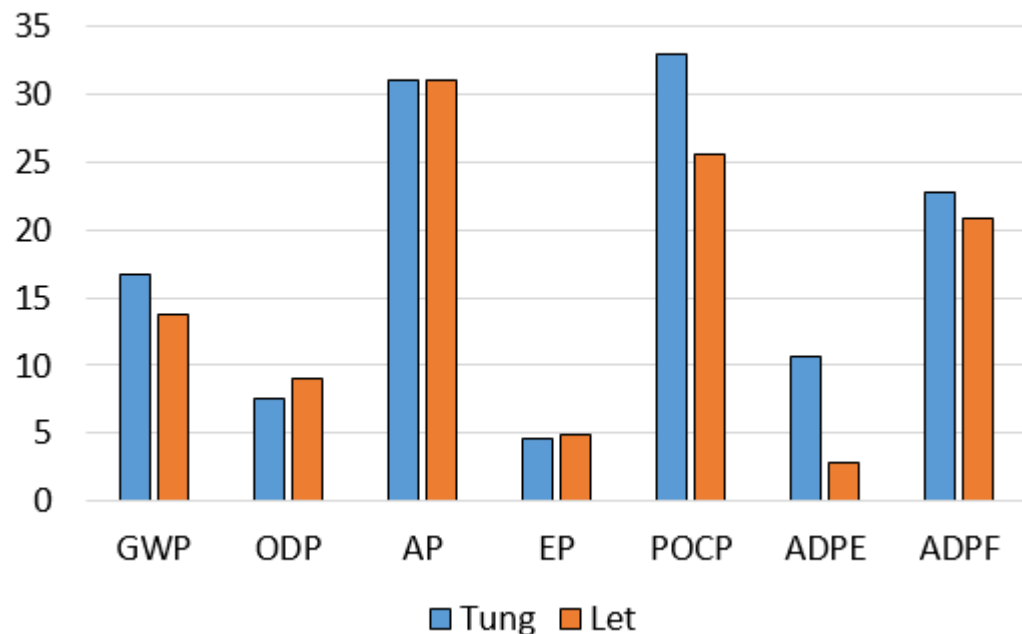
Udfordringer inden for miljø

- Eksempel – tung vs let ydervæg

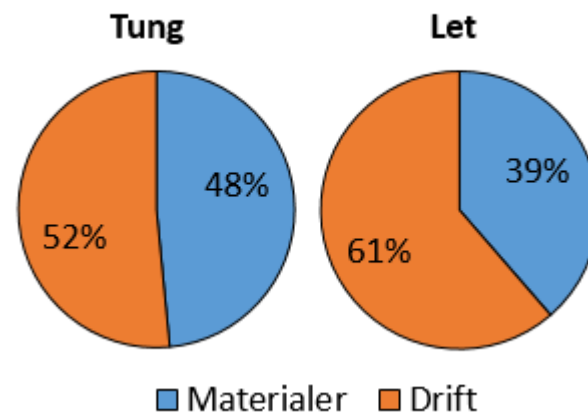
Periode: 50 år

Faser: A.1-A.3, B.4, B.6 og C.3-C.4

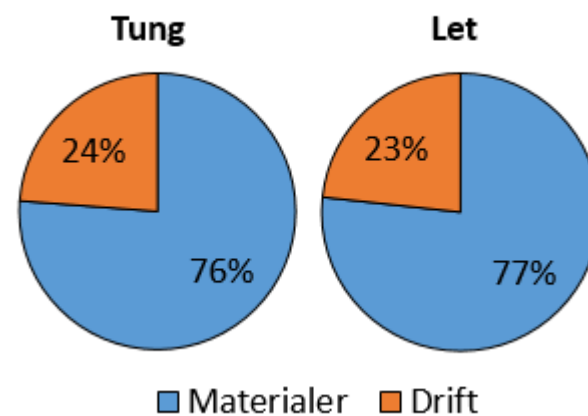
Miljøpåvirkning



GWP



AP



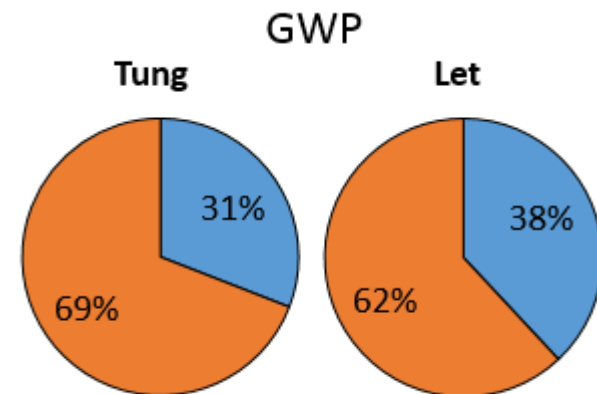
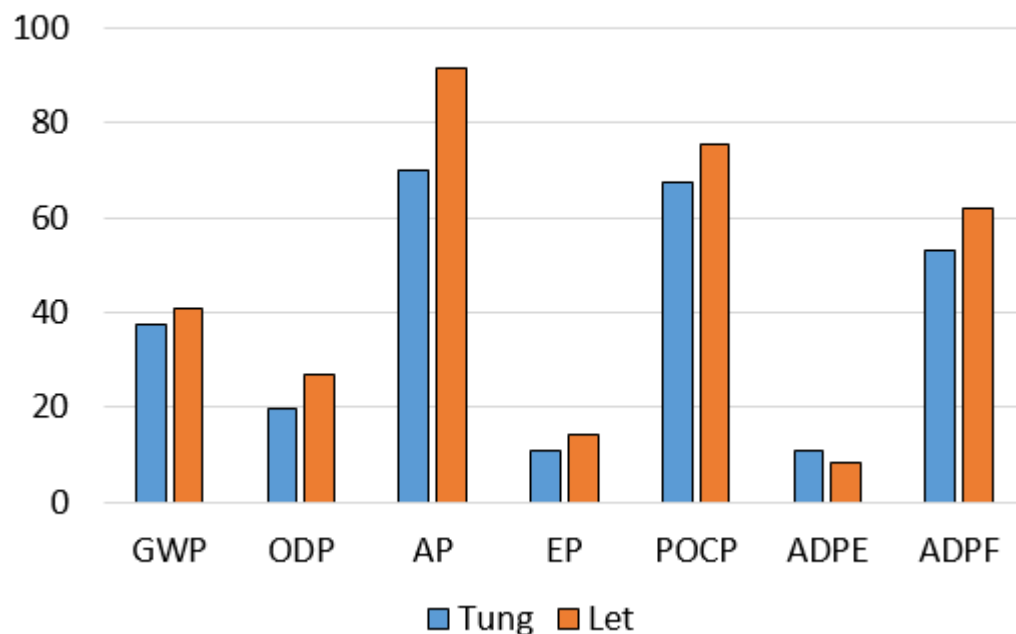
Udfordringer inden for miljø

- Eksempel – tung vs let ydervæg

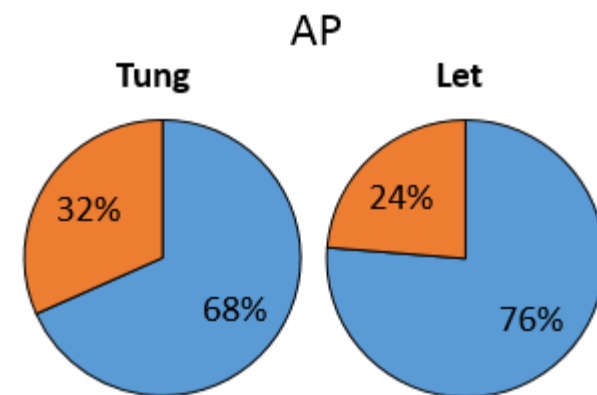
Periode: 150 år

Faser: A.1-A.3, B.4, B.6 og C.3-C.4

Miljøpåvirkning



■ Materialer ■ Drift



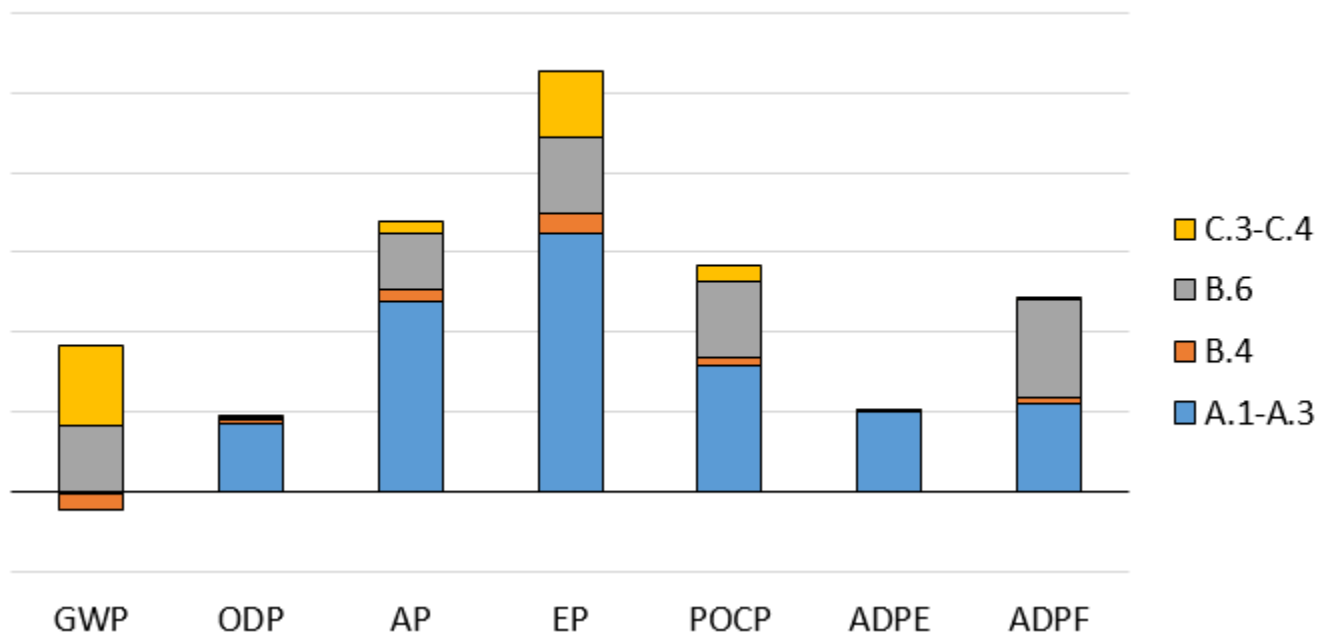
■ Materialer ■ Drift

Udfordringer inden for miljø

- Eksempel – tung vs let ydervæg

Ydervæg: Let
Periode: 50 år

Miljøpåvirkning



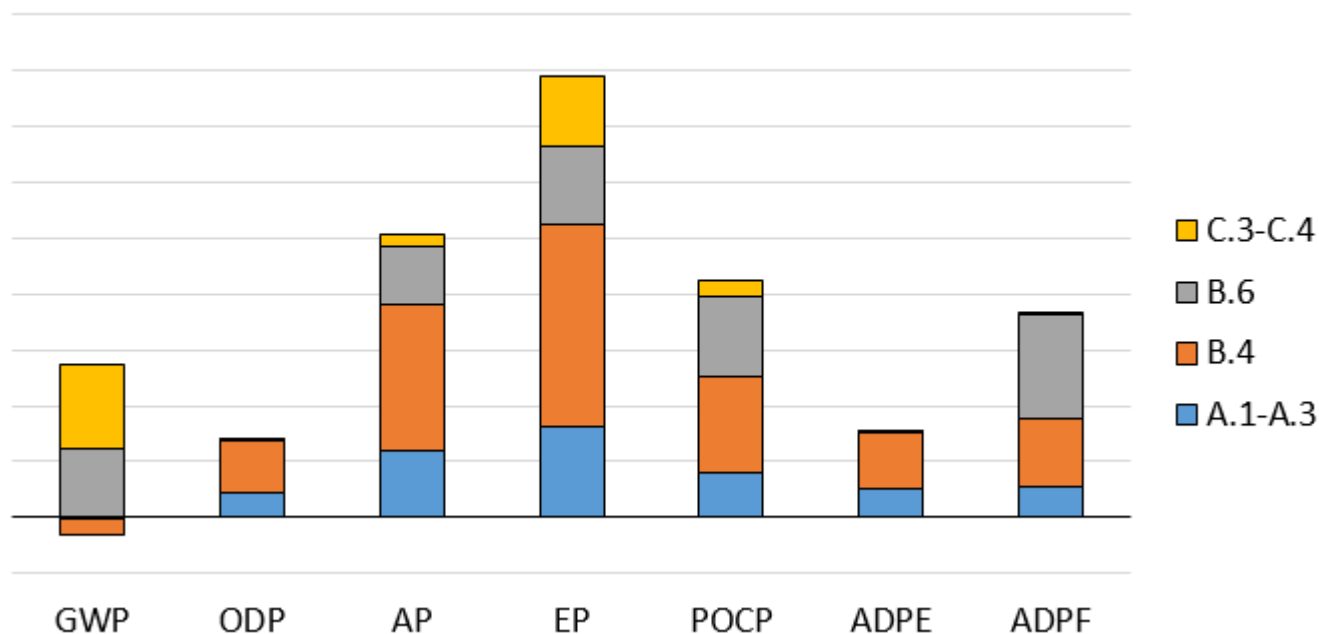
Udfordringer inden for miljø

- Eksempel – tung vs let ydervæg

Ydervæg: Let

Periode: 150 år

Miljøpåvirkning



1
2
3
4
5



Udfordringer inden for miljø

- Miljødatabaser

Miljødatabaser:

- Beat
- Ökobau
- ESUCO
- Active House

Udfordringer:

- Forskel i værdier
- EOL data
- Genbrug
- Faser

| Materiale | GWP [kg CO2-ækv./kg materiale] | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Ökobau 2013 | Ökobau 2015 | ESUCO vers. 1.12 | AH vers. 1.4 |
| Konstruktionstræ A.1-A.3 | -1,36 | -1,44 | -1,51 | -1,21 |
| Konstruktionstræ C.3-C.4 | 1,82 | 1,82 | 1,13 | 1,00 |
| Konstruktionstræ D | -0,81 | -0,77 | | |
| Total | -0,35 | -0,39 | -0,38 | -0,21 |
| Stålprofil A.1-A.3 | 2,94 | 2,37 | 1,14 | 1,75 |
| Stålprofil C.3-C.4 | 0,0007 | 0,0009 | -0,82 | -1,04 |
| Stålprofil D | -1,41 | -1,39 | | |
| Total | 1,53 | 0,98 | 0,32 | 0,71 |
| Beton A.1-A.3 | 0,12 | 0,13 | 0,16 | 0,09 |
| Beton C.3-C.4 | 0,003 | 0,003 | -0,0008 | 0,05 |
| Beton D | - | - | | |
| Total | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,14 |
| Teglsten A.1-A.3 | 0,233 | 0,233 | 0,216 | 0,13 |
| Teglsten C.3-C.4 | 0,003 | 0,003 | -0,0008 | 0,05 |
| Teglsten D | - | - | | |
| Total | 0,24 | 0,24 | 0,22 | 0,18 |

Udfordringer inden for miljø

- Eksempel – Afvigelser ved miljødatabaser

1 Ökobau 2013
Fase A-C:

- Træ: 0,46
- Stål: 2,94

3 ESUCO

Fase A-D:

- Træ: -0,38
- Stål: 0,32

5 Afvigelse:

- Træ: 0,82
- Stål: 2,62

| Materiale | GWP [kg CO2-ækv./kg materiale] | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Ökobau 2013 | Ökobau 2015 | ESUCO vers. 1.12 | AH vers. 1.4 |
| Konstruktionstræ A.1-A.3 | -1,36 | -1,44 | -1,51 | -1,21 |
| Konstruktionstræ C.3-C.4 | 1,82 | 1,82 | 1,13 | 1,00 |
| Konstruktionstræ D | -0,81 | -0,77 | | |
| Total | -0,35 | -0,39 | -0,38 | -0,21 |
| Stålprofil A.1-A.3 | 2,94 | 2,37 | 1,14 | 1,75 |
| Stålprofil C.3-C.4 | 0,0007 | 0,0009 | -0,82 | -1,04 |
| Stålprofil D | -1,41 | -1,39 | | |
| Total | 1,53 | 0,98 | 0,32 | 0,71 |
| Beton A.1-A.3 | 0,12 | 0,13 | 0,16 | 0,09 |
| Beton C.3-C.4 | 0,003 | 0,003 | -0,0008 | 0,05 |
| Beton D | - | - | | |
| Total | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,14 |
| Teglsten A.1-A.3 | 0,233 | 0,233 | 0,216 | 0,13 |
| Teglsten C.3-C.4 | 0,003 | 0,003 | -0,0008 | 0,05 |
| Teglsten D | - | - | | |
| Total | 0,24 | 0,24 | 0,22 | 0,18 |

Udfordringer inden for miljø

- *Renovering vs nybyg*

1

Udfordringer ved nybyg:

- Valg af materialer
- Anvendelse af miljødata

2

• Genbrug og genanvendelse

3

• EOL data

• Levetider

4

Yderligere udfordringer ved renovering:

- Fjernelse af eksisterende materialer
- Rest levetider

5



- 1 • Mangler der værktøjer? Hvilke?
- 2 • Hvordan skal miljø, økonomi og social bæredygtighed vægtes ift. hinanden? Hvem bestemmer hvad der er vigtigst? Hvordan ligges de sammen?
- 3 • Hvordan gøres miljø forståeligt/håndgribeligt?
- 4 • Hvordan sikres der sammenlignelighed inden for LCA-beregninger?
- 5 • Hvordan bestemmes den præcise levetid og restlevetid for materialerne? Er det laveste fællesnævner som bestemmer konstruktionens samlede levetid og rest levetid?
- Hvordan kan vi anvende flere genbrugte materialer?
- Kan det bedst betale sig miljømæssigt at rive ned og bygge nyt eller renovere?
- Hvilke miljøudledninger er relevante at fokusere på?

