

# Fundering og bæredygtighed

Jan (Kreuziger) Rasmussen, Aarsleff Fundering

[jank@arsleff.com](mailto:jank@arsleff.com)

[www.arsleff.com](http://www.arsleff.com)

6,8%



**AARSLEFF**

# Hvem er i?

Spektrum



# Hvem er jeg?

Og hvorfor er jeg her?

- Ingeniør og arbejder med Fundering siden 2010
- Entrepriseleder, Projektleder, Tilbudsingeniør
- Tyskland, Danmark, Sverige, Norge
  
- Medlem i EFFC's arbejdsgruppe for bæredygtighed
- Siden 2022 bæredygtigheds koordinator (Og tilbudsingeniør)



**AARSLEFF**

# Krav i DK og udlandet

- Krav i DK og udlandet
- Hvor ligger udslip?
- EPD, LCA. Etc
- EFFC
- Indflydelse



# Bæredygtighed byggeri og infrastruktur

Hvad findes der af krav, hvad skal vi forholde os til?

## Eksempel på krav fra Norge:

- Null udslip. Maskiner skal køre på el eller brændselscelle
- Fossilfri byggeplads. HVO Diesel
- Lavkarbon-beton
- Belysning med “lav overfladetemperatur” – slukket udenfor arbejdstiden
- Stålpæle, maks udslip 1,1kg CO<sub>2</sub>/kg stål

## Lidt mere Loose fra Sverige

- “Vi vil bygge sveriges mest bæredygtige havn  
– Hvordan gør vi det?”

*Skellefteå Hamn*

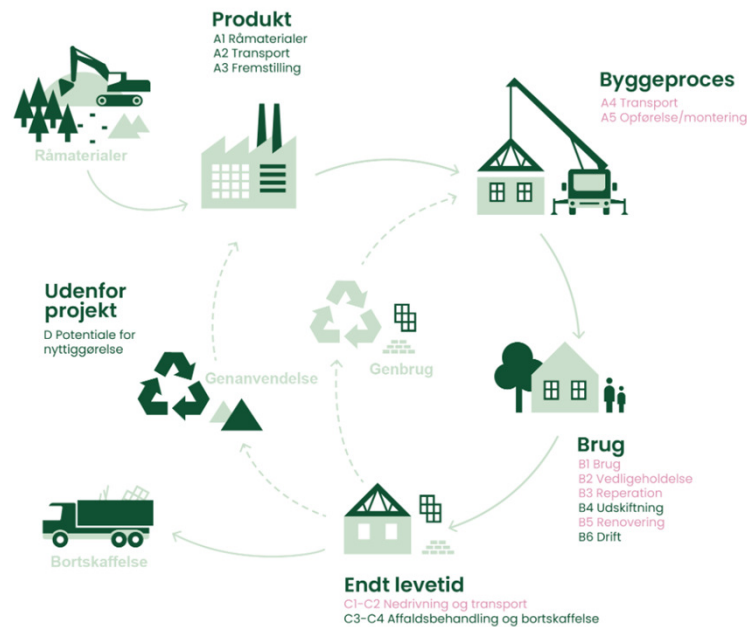
- LCA skal udføres inden og efter



**AARSLEFF**

# Bæredygtighed byggeri og infrastruktur

Hvad findes der af krav og hvad sker der?



Grønne moduler = skal indgå i klimaberegningen  
Lysede moduler = skal ikke indgå i klimaberegningen

## BR18 fra 2023

- Krav om at dokumentere klimapåvirkning / LCA
- Max CO2 12,0kgCO2-eq m2 /år

## Vejdirektoratet & Bane Danmark

- InfraLCA bruges
- Levering af EPD'er
- Grøn beton testes



**AARSLEFF**

# Hvor ligger udslip?

- Krav i DK og udlandet
- Hvor ligger udslip?
- EPD, LCA. Etc
- EFFC
- Indflydelse



# CO2 fordelingen i fundering

Hvor er de største udslip?



## Eksempel:

- 100stk pæle á 15m
- 300x300mm
- 50km fragt, mobilisering & kørsel
- 50 timer produktion

Materialer	51,80	tCO2e	90%
Brændstof	2,74	tCO2e	5%
Fragt	1,54	tCO2e	3%
Mobilisering	0,05	tCO2e	0%
Persontransport	0,21	tCO2e	0%
Maskinproduktion	0,97	tCO2e	2%
Total	57,31	tCO2e	

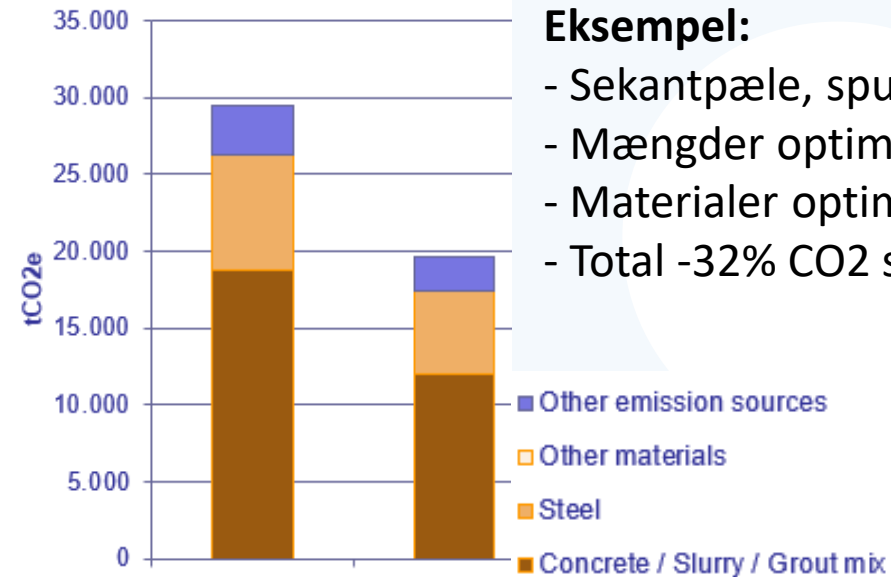
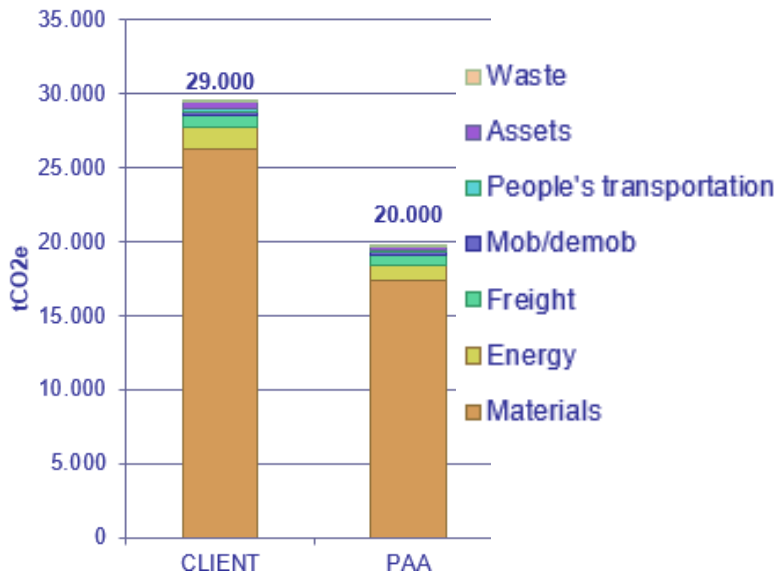


**AARSLEFF**



# CO2 fordelingen i fundering

Hvor er de største udslip?



## Eksempel:

- Sekantpæle, spuns & jordankre
- Mængder optimeret
- Materialer optimeret
- Total -32% CO2 sparet

## Optimeringer:

- Betonstyrke & mængde 35 → 30
- Sekantpæle → midlertidig spuns
- Større Pæleafstand pga bedre tolerancer



Design

Udførsel

# EPD, LCA, etc

- Krav i DK og udlandet
- Hvor ligger udslip?
- EPD, LCA. Etc
- EFFC
- Indflydelse



# Hjælpemidler og programmer

LCA programmer, carbon calculator, EPD'er etc

## EPD'er

- Verificeret datagrundlag for udslip
- epddanmark.dk

## Udslip beregning og sammenlignings programmer

- LCA Infra /Byg
- EFFC Carbon calculator (+Webinar)
- Sigma kalkulation CO2 App

## EFFC

- Carbon reduction guide
- Flere guides på vej



**AARSLEFF**

Embodied Carbon		
Product	A1	Raw Materials Supply
	A2	Transport
	A3	Manufacturing
Construction	A4	Transport
	A5	Construction and installation process
In Use	B1	Use
	B2	Maintainance
	B3	Repair
	B4	Replacement
	B5	Refurbishment
End of life	C1	Deconstruction /Demolition
	C2	Transport
	C3	Waste processing
	C4	Disposal
Circular Economy	D	Reuse
	D	Recovery
	D	Recycling Potential

# Reducering af udslip i praksis

Brug af EPD – Eksempel Beton

- Declared Unit: 1,0 m<sup>3</sup> færdig beton
- Fase: A1 → A3
- A4 i EPD inkluderer 25km inkl tom returørsel

A1-A3 (Produktion)	372 kg CO <sub>2</sub> –eqv / ton
A4 (Transport)	4,5 kg CO <sub>2</sub> –eqv / ton
<b>Total</b>	<b>376,5 kg CO<sub>2</sub> –eqv / ton</b>

**1L Diesel = 2,7kg CO<sub>2</sub>**

**1m<sup>3</sup> beton sparet = 139L Diesel**

**Spar beton = Spar CO<sub>2</sub>!**



# Reducering af udslip i praksis

Brug af EPD – Eksempel spuns

- Declared Unit: kg stål
- Faser: A1 → A3 + A4 (Produktion og transport)

	Spuns fra Kina	Spuns fra Europa
A1-A3 (Produktion)	1.980 kg CO <sub>2</sub> –eqv / ton	520 kg CO <sub>2</sub> –eqv / ton
A4 (Transport)	15 kg CO <sub>2</sub> –eqv / ton	15 kg CO <sub>2</sub> –eqv / ton
<b>Total</b>	<b>1.995kg CO<sub>2</sub> –eqv / ton</b>	<b>535 kg CO<sub>2</sub> –eqv / ton</b>

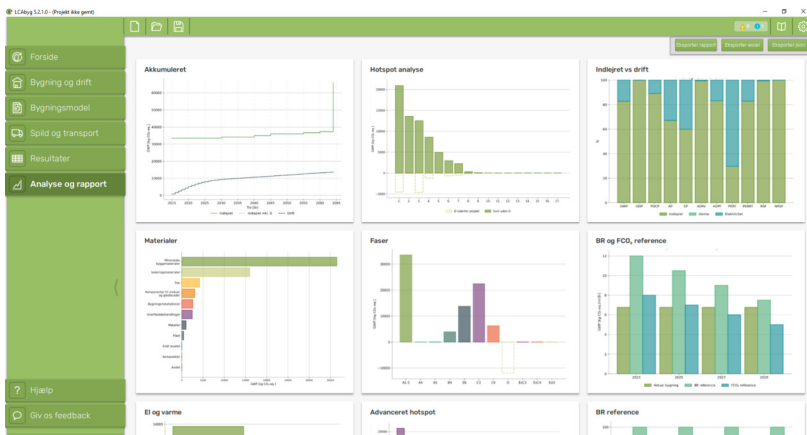
- 73% CO<sub>2</sub>

Pris ofte den ca den samme  
Forskell i udledning – stor!



# Danske LCA Tools

## LCA Byg & Infra LCA



### LCA byg

- Udviklet af BUILD & Aalborg Universitet
- Fokuseret på bygninger som er omfattet af BR
- <https://www.lcabyg.dk/>



**AARSLEFF**

### Resultater for Udfyld projektnavn, totalt for 50 års analyseperiode

Projekt- og analysebeskrivelse		Global opvarmning samlet for materialeproduktion og anlæg	
Global opvarmning samlet for materialeproduktion og anlæg		Grænse for at samle i kategori "Andet" 3%	
Navn og organisation på udførende	Navn E fternavn Organisation	Transport, 9,6 %	Anlæg, 0 %
Dato for analyse	13-09-2022		
Analyseperiode	50 år		
Navn på projekt	Udfyld projektnavn		
Geografisk område	-		
Projekttype	Vælg projekttype		
Sektor	Vej, aggregeret		
Projektstrækningens totale længde	1 km		
Projektstrækningens totale budget	1 mio. kr		

Global opvarmning fordelt på livscyklus og anlægskomponent [ton CO <sub>2</sub> -eq.]				
Beregnet		Projekt	Baseline	Forskel
Livscyklusfase				
Materialproduktion (A1-A3)		53	-	53
Transport (A4)		6	-	6
Indbygning (A5)		-	-	-
Udskiftning (B4-B5)		-	-	-
<b>Sum</b>		<b>59</b>		<b>59</b>

Inkluderet direkte emissioner på byggeplads, ikke inkluderet arealbrugsændringer

Global opvarmning fordelt pr. mio. anlægskrone [ton CO <sub>2</sub> -eq.]				
Beregnet		Projekt	Baseline	Forskel
Livscyklusfase				
Materialproduktion (A1-A3)		53	-	53
Transport (A4)		6	-	6
Indbygning (A5)		-	-	-
Udskiftning (B4-B5)		-	-	-
<b>Sum</b>		<b>59</b>		<b>59</b>

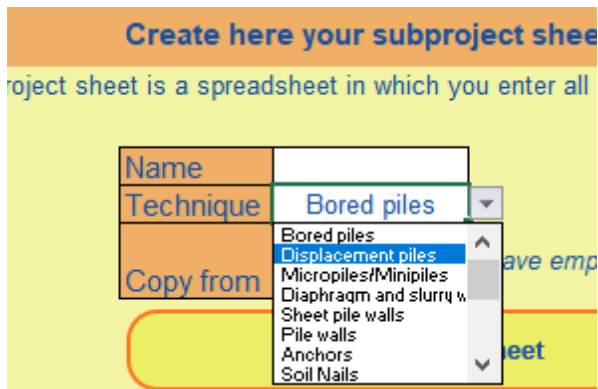
Inkluderet direkte emissioner på byggeplads, ikke inkluderet arealbrugsændringer

### Infra LCA

- Udviklet af Vejdirektoratet og Banedanmark
- Fokuseret på vej og banebygning
- <https://www.vejdirektoratet.dk/infralca>

# Funderings specifik LCA Tool

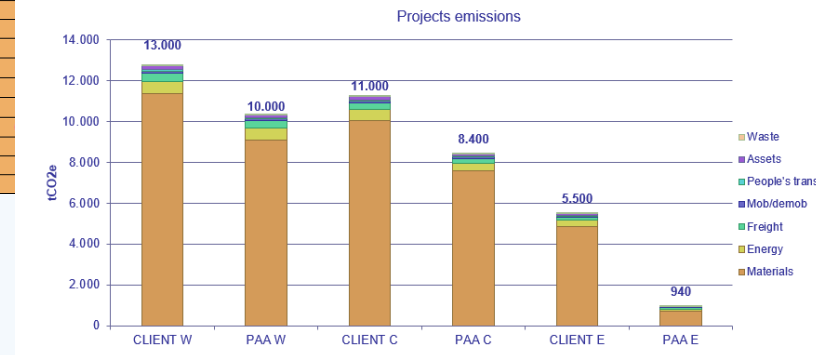
EFFC/DFI Carbon Calculator



Sand	t	6,0	ICE V3
Sodium carbonate	t	1.313,3	Ecoinvent v3.1
Steel sheets	t	2.164,0	Ecoinvent v3.1
Steel rebars	t	2.055,0	Ecoinvent v3.1
Steel tubes	t	2.534,0	Ecoinvent v3.1
Steel wires	t	2.505,0	Ecoinvent v3.1
Water	t	0,3	Defra 2019 (v1.3)
Steel Sheetpiles Arcelor eco Sheet pile	t	520,0	Arcelor EPD
Permanent Bar Anchor	t	2.810,0	Dywidag EPD
Strand Anchor Dywidag (Permanent)	t	2.390,0	Dywidag EPD
Steelprofile	t	842,0	Arcelor EPD
Empty	t	0,0	
Steel sheets - recycled	t	673,0	Ecoinvent v3.1
Steel rebars - recycled	t	565,0	Ecoinvent v3.1
Steel tubes - recycled	t	1.044,0	Ecoinvent v3.1

## Emission Inputs

- Fordefinerede standard informationer
- Mulighed for specifik input



Mulighed for direkte sammenligning af konstruktioner

Fordefinerede bygningsdele  
- Spuns, sekantpæle, ankere, etc

# EFFC

- Krav i DK og udlandet
- Hvor ligger udslip?
- EPD, LCA. Etc
- EFFC
- Indflydelse





# EFFC

European Federation for Foundation Contractors

## Technical Working Groups

- Concrete Task Group
- Support Fluids Task Group
- Sustainability Working Group
- Contracts Working Group
- Health and Safety Working Group

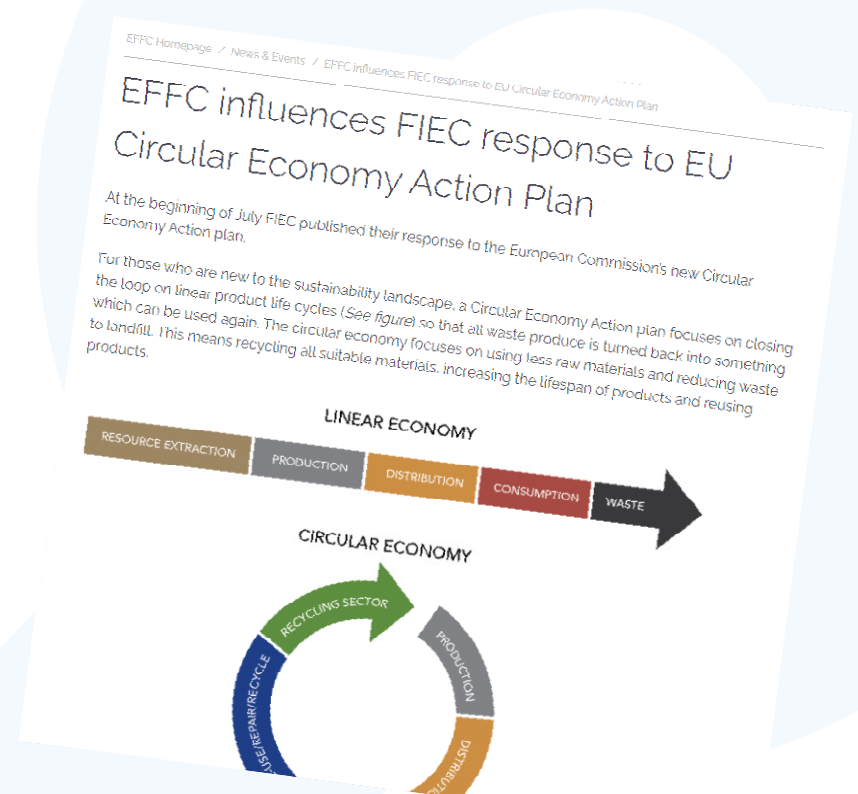
## Interessante dokumenter

- Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations 2nd Edition

Aarsleff er I dag eneste danske medlem I EFFC



**AARSLEFF**



**Har gennem FIEC indflydelse på EU**

# EFFC – Sustainability Working group

Tilgængelige ressourcer

## Carbon Calculator

Branche specific beregner udviklet til beregning og sammenligning af forskellige funderings metoder

EFFC/DFI Carbon Calculator

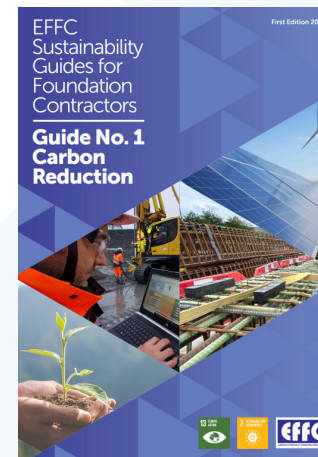


## Webinars

- Brug af CarbonCalculator
- Bæredygtig forandring i geotekniske virksomheder

## Guides

- Carbon reduction guide
- List of measures



**AARSLEFF**

# EFFC – Sustainability Working group

European Federation for Foundation Contractors i samarbejde med Deep Foundation Institute

**Kommer snart:**

## **Carbon Reporting**

- Samle informationer over medlemmers Scope 1, 2 og 3 emissioner

## **Circular economy Guide**

- Hjælp til at genanvende ressourcer
- Lang levetid(Kvalitet), reparation, genbrug(Oprindelig form), recirkulering(Materialerne)

## **Energy Pile Guide (DFI Lead)**

## **Update – Carbon Calculator (DFI Lead)**



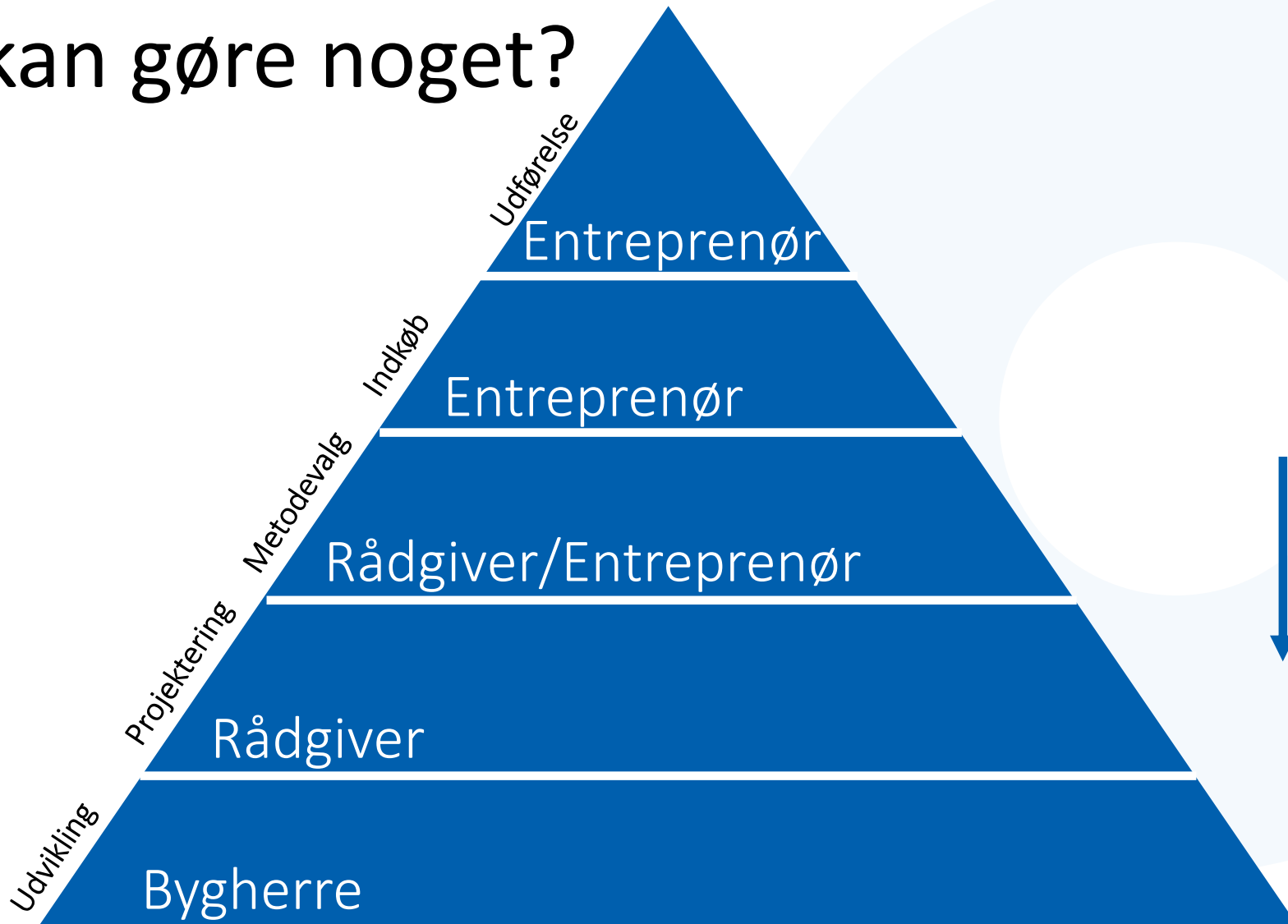
**AARSLEFF**

# Indflydelse

- Krav i DK og udlandet
- Hvor ligger udslip?
- EPD, LCA. Etc
- EFFC
- Indflydelse



# Hvem kan gøre noget?



# Til diskussion

Genbrug

Levetid

Sikkerhedsfaktorer

Materialevalg

Metodevalg

Tolerancer

Projekteringsgrundlag

Tid og \$\$ til projektering og  
geotekniske undersøgelser  
Mere samarbejde "op og ned"



**AARSLEFF**

6,8%



**AARSLEFF**