

Bæredygtigt byggeri i Arktis

Tove Lading, lektor DTU, arkitekt maa

speciale i arktisk byggeri og bæredygtighed
leder af ABC forskningsprojektet

Budg. 12,5 mill kr. – 2019-23

5 delprojekter:

1. Bygningskonstruktion og klima
2. Proces (herunder økonomi)
3. **Bæredygtighed**
4. Arkitektur og byrum
5. Brugertilfredshed



Tove Lading, DTU / projektleder / delprojekt 1 og 2



Eva Møller, DTU / delprojekt 1 og 2



Vilhjálmur Nielsen / delprojekt 1 (målinger)



Morten Elle, AAU / delprojekt 3



David Garcia, KADK / delprojekt 4



Mariekathrine Poppel, Ilisimatusarfik / delprojekt 5



LCA

Life Cycle Assessment

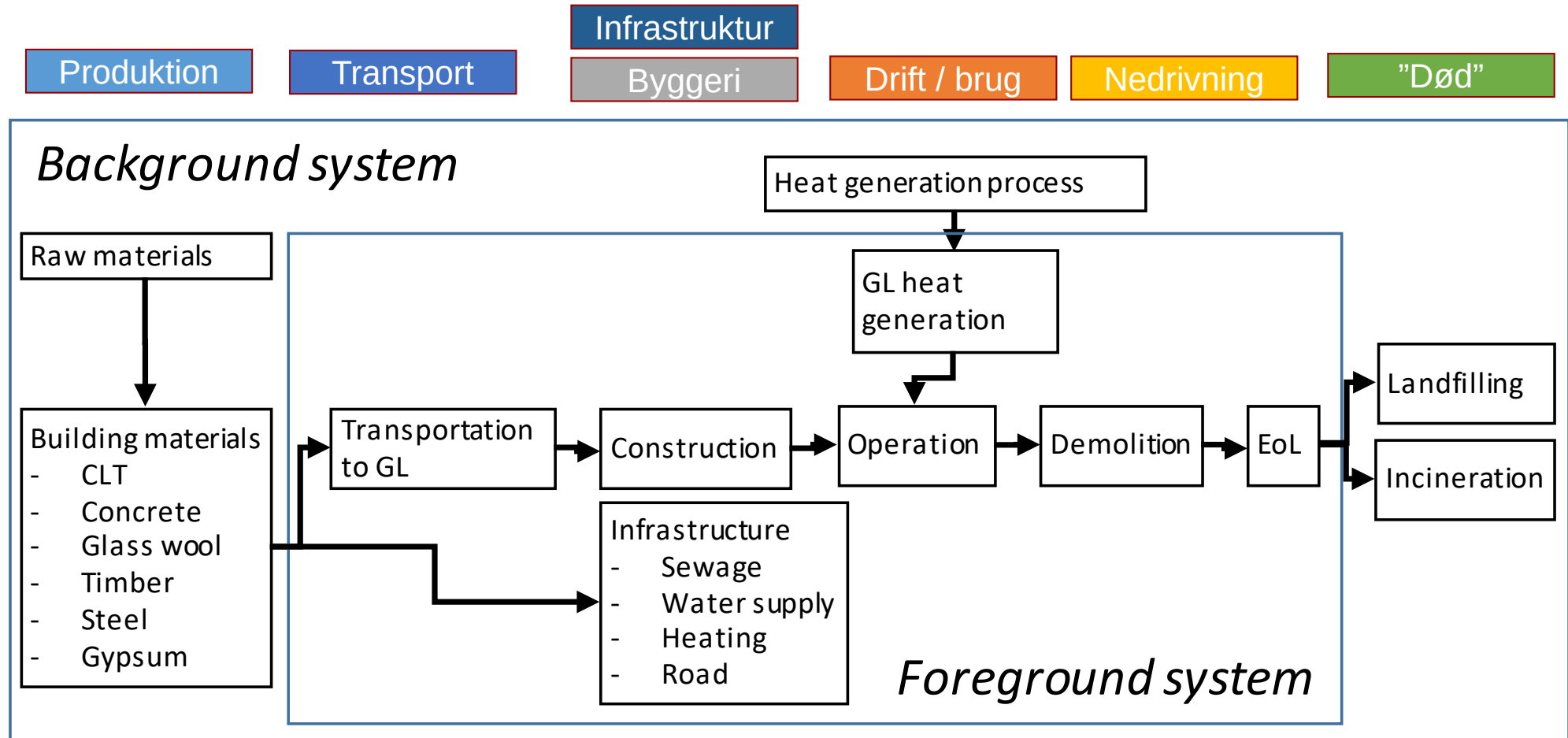
eller

Livs Cyklus Analyse

DTU Management v/ Morten Ryberg og Pernille Krogh Ohms

Livscyklus – fra vugge til grav

- Fra udvinding og produktion af råmaterialer over brug og frem til bortskaffelse.

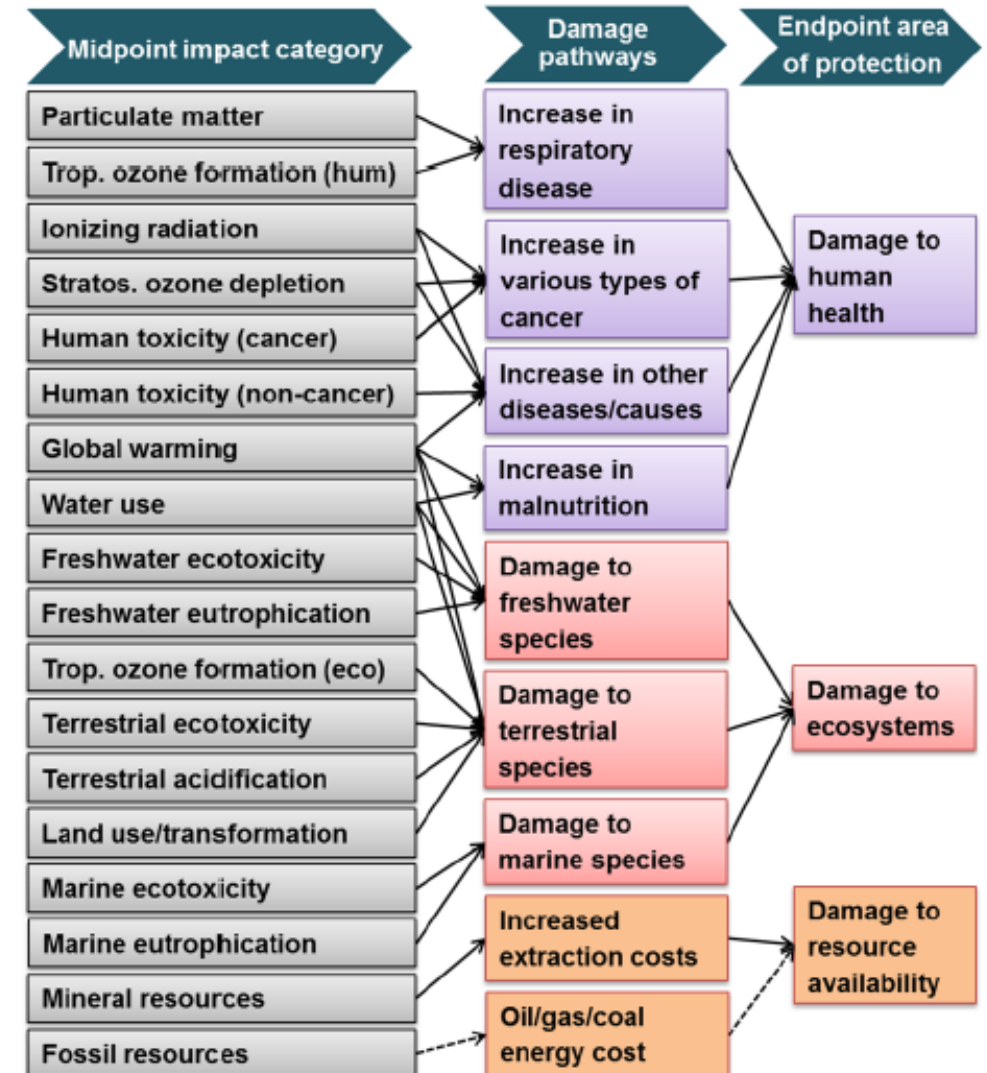


LCA

(Life Cycle Assessment eller LivscyklusAnalyse)

Software, metode og data

- Modellerer livscyklus i OpenLCA
- Bruger ecoinvent 3.4 database
- Udregner miljøpåvirkninger med ReCiPe 2016



P.t. 3 byggetekniske strategier i Grønland

Uorganiske materialer



**Som vi plejer: in situ støbt
beton + bindingsværk**



Alternativerne
- bl.a. massivtræ (CLT)



- og Prøvehuset

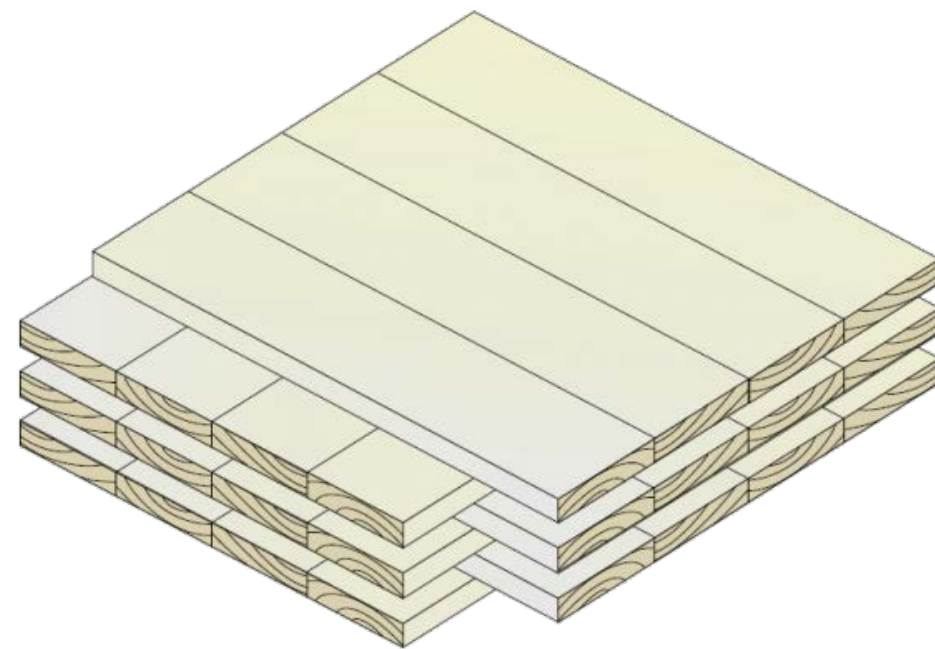


LCA (Life Cycle Assessment eller LivsCyklusAnalyse)

- **Uorganiske materialer (beton)**
- **Kombi: Bærende beton + facader i bindingsværk**
- **CLT (cross laminated timber - massivtræselementer)**
- +
- **Renovering**

LCA gennemført af DTU Management
v/ Morten Ryberg og Pernille Krogh Ohms

Hvad er CLT – cross laminated timber?



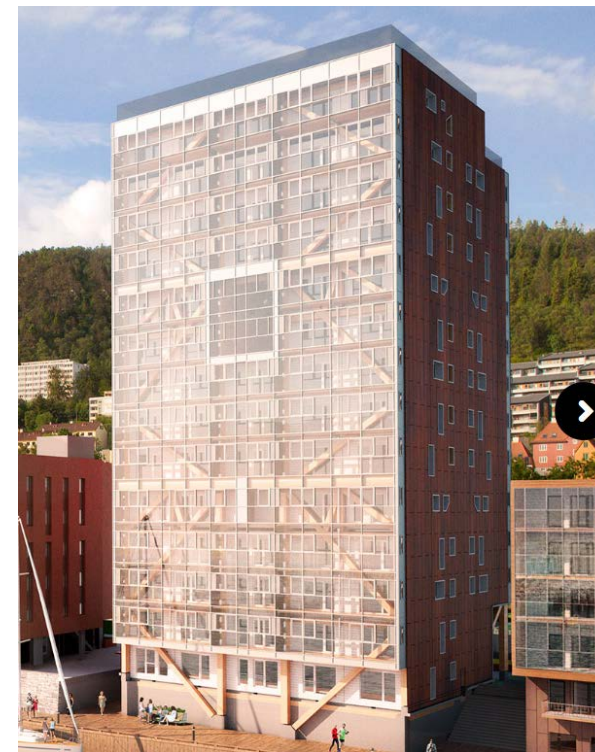
Forventninger – træ eller beton?



CLT huse i Nuuk, 2. generation – ark. Thomas Riis + Mesterbyg



Toronto Tree Tower



[Treet, Bergen](#)



[Mjøstårnet](#)

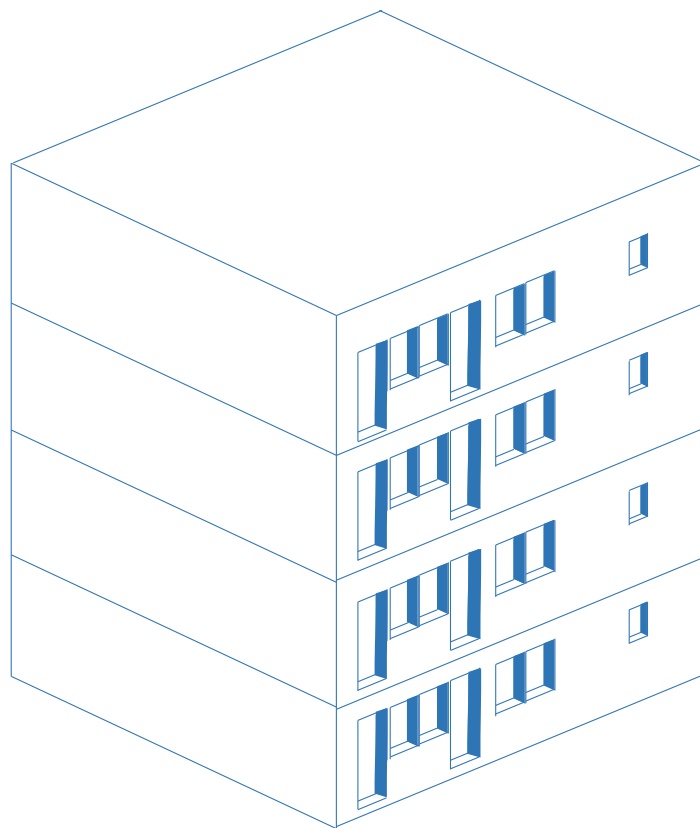
Resten af verden har store forventninger til CLT
- i Grønland foretrækker Selvstyret uorganiske materialer...

Mange bygningstyper



General building structure

Overall building structure



Interior partitioning load bearing wall

Exterior load bearing wall

Interior load bearing wall

Exterior stabilizing wall



Konstruktioner

Building type	Exterior load bearing wall	Exterior non load bearing wall	Interior load bearing wall	Interior partition wall	Slab
Cross Laminated Timber	9 mm wind screen	9 mm wind screen	100 mm CLT	12.5 mm gypsum board	50 mm insulation
	175 mm glass wool insulation	175 mm glass wool insulation		100 mm CLT	120 mm CLT
	100 mm CLT	80 mm CLT		12.5 mm gypsum board	12.5 mm gypsum board
	12.5 mm gypsum board	12.5 mm gypsum board			
Concrete	200 mm glass wool insulation	200 mm glass wool insulation	200 mm concrete	200 mm concrete	50 mm glass wool insulation
	200 mm concrete	200 mm concrete			140 mm concrete
Timber frame	9 mm wind screen	9 mm wind screen	100x45 mm columns c/c 600 mm with 100 mm insulation	12.5 mm gypsum	50 mm glass wool insulation
	155x45 mm columns c/c 600 mm with 155 mm glass wool insulation	155x45 mm columns c/c 600 mm with 155 mm glass wool insulation		100x45 mm columns c/c 600 mm with 100 mm glass wool insulation	140 mm concrete
	45x45 mm beams c/c 600 mm with 45 mm glass wool insulation	45x45 mm beams c/c 600 mm with 45 mm glass wool insulation		12.5 mm gypsum board	
	12.5 mm gypsum board	12.5 mm gypsum board			
Renovation of concrete building	200 mm glass wool insulation (kept)	200 mm glass wool insulation (added)	200 mm concrete (kept)	200 mm concrete (kept)	50 mm glass wool insulation (kept)
	200 mm concrete (kept)	200 mm concrete (added)			140 mm concrete (kept)

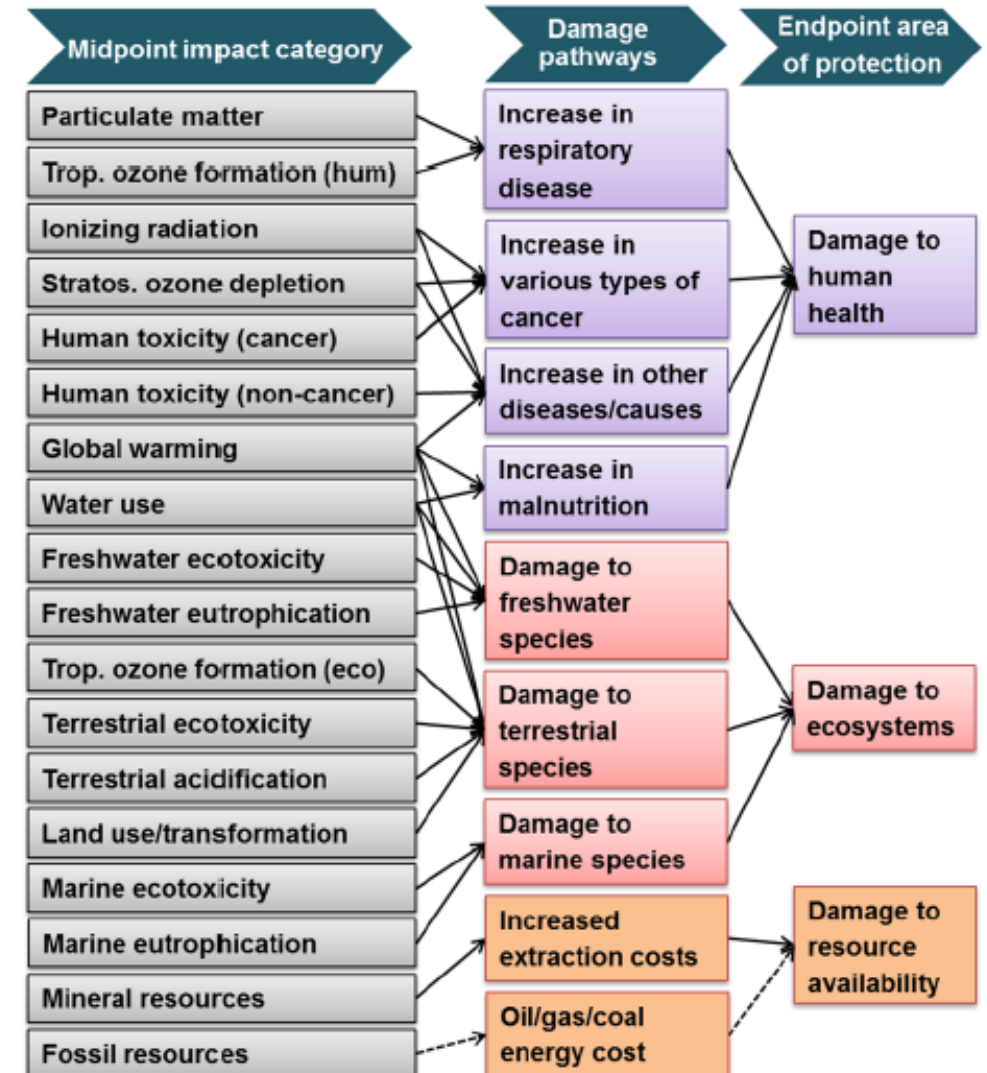
Operation heat consumption <i>kWh/m²/yr</i>	
Concrete	73.90
CLT	74.10
Light	78.84
Renovated	78.84

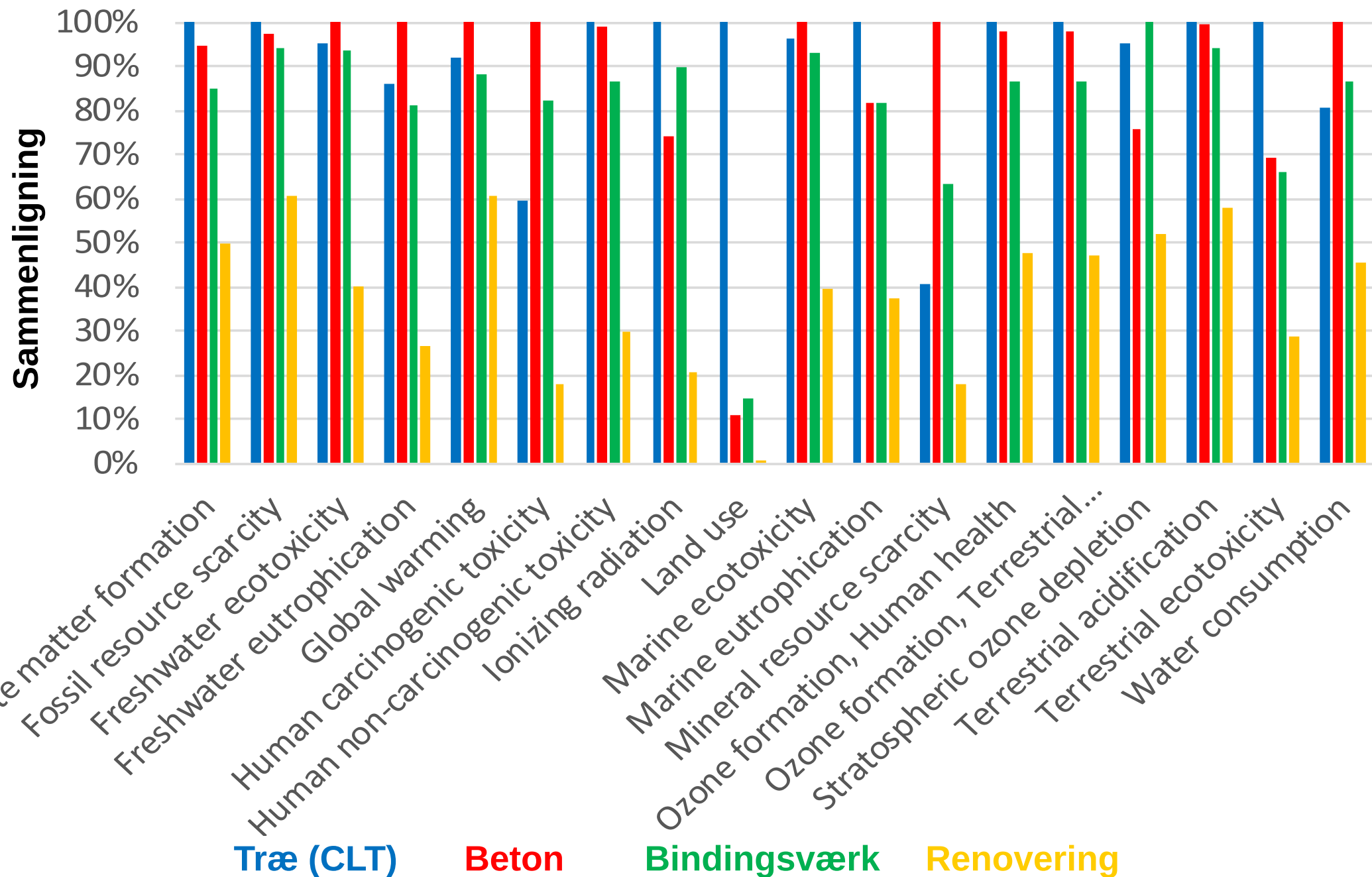
LCA

(Life Cycle Assessment eller LivsCyklusAnalyse)

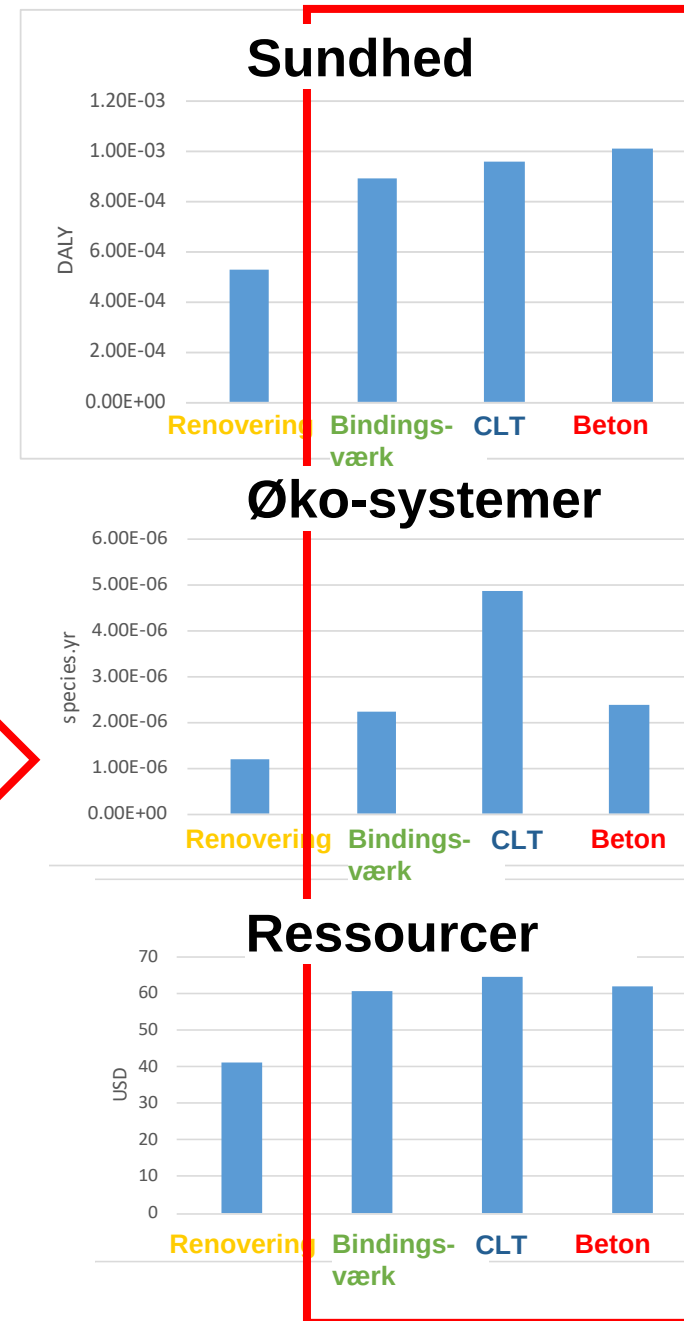
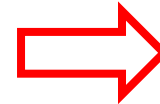
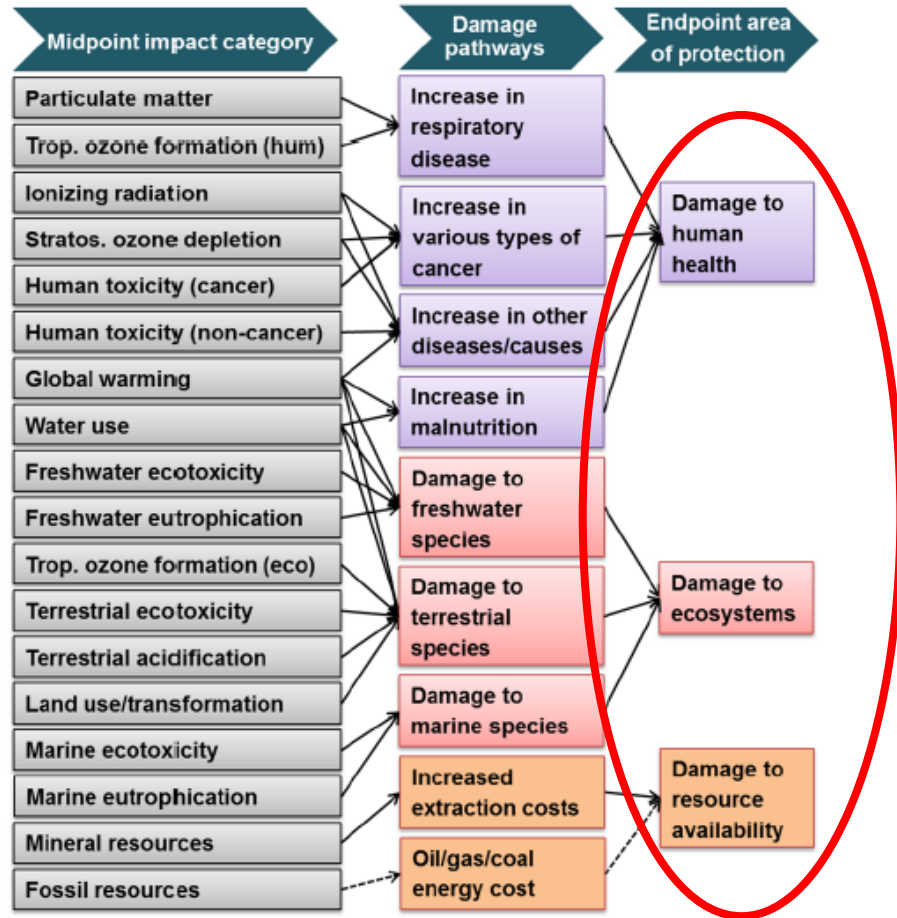
Software, metode og data

- Modellerer livscyklus i OpenLCA
- Bruger ecoinvent 3.4 database
- Udregner miljøpåvirkninger med ReCiPe 2016





Skadeeffekter

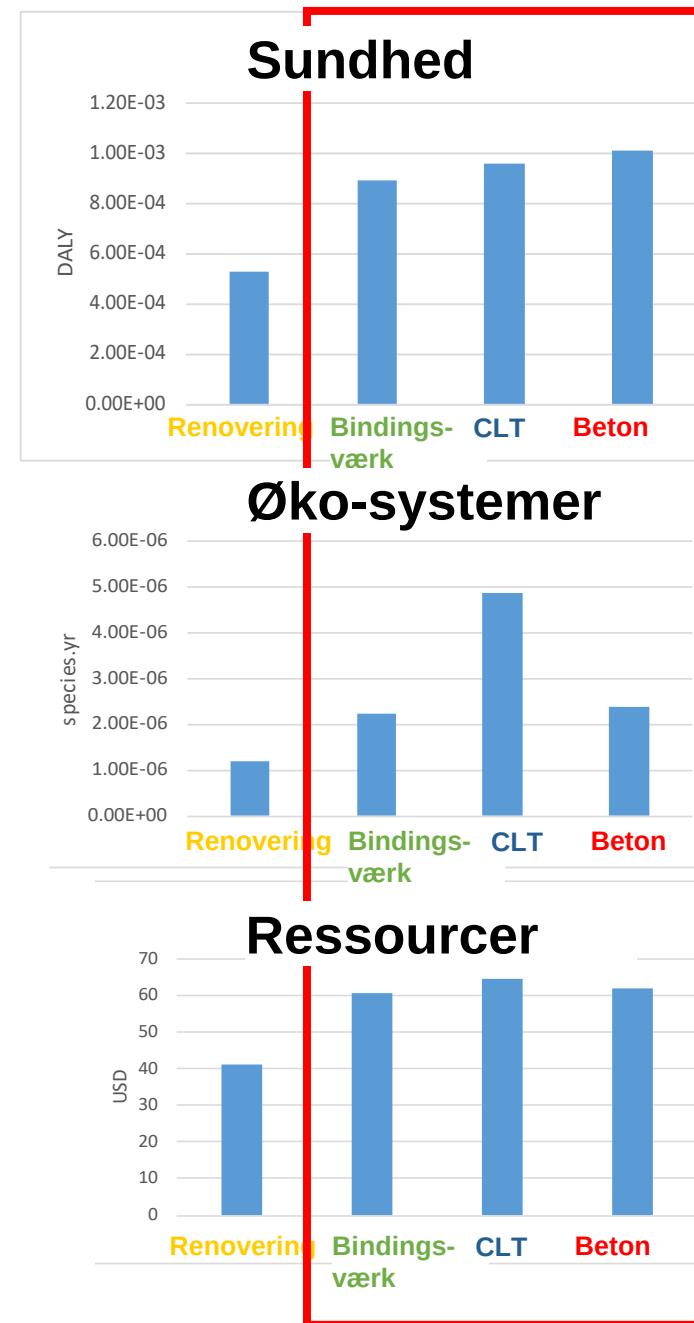


Skadeeffekter

- **Renovering** er det bedste alternativ

Overraskende:

- **CLT** ser ud til at være det dårligste alternativ
- **Beton + bindingsværk** er miljømæssigt set lidt bedre





Arkivfoto: Nima Taheri

I den nye bydel Nye ved Aarhus har arkitekter fra begyndelsen tænkt bæredygtighed ind i boligerne for at påvirke beboernes adfærd.

KLIMA 15. MAR. 2020 KL. 21.39



ELLEN Ø. ANDERSEN
Journalist

 LÆS ARTIKLEN SENERE

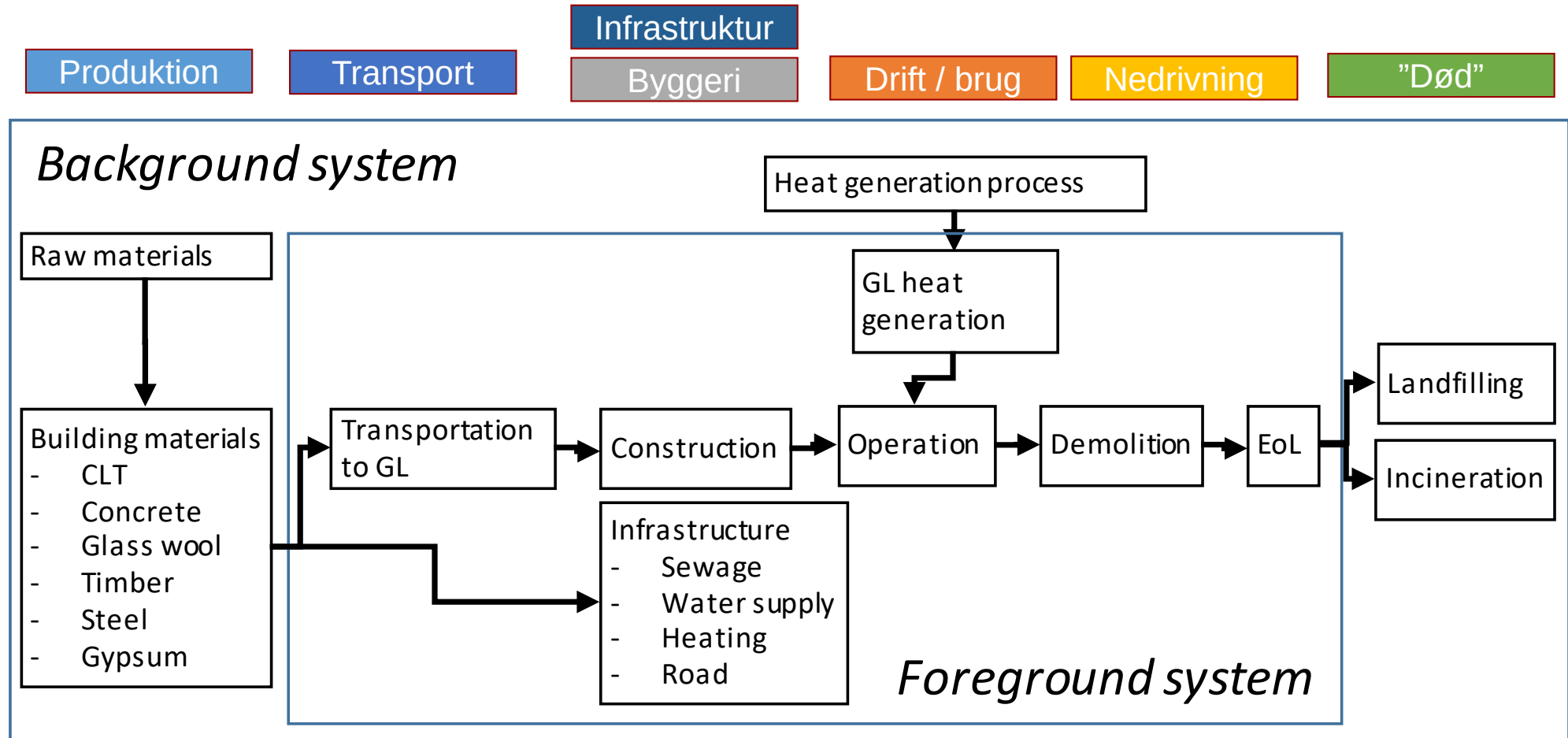


Ny rapport om byggeri: Træ belaster klimaet mindre end beton

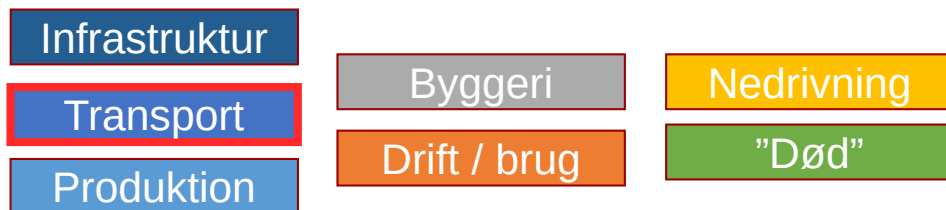
Ny rapport med analyser af 60 nye bygningers klimabelastning viser, at det meste stammer fra byggematerialerne. Og her klarer træ sig bedre end beton.

Livscyklus – fra vugge til grav

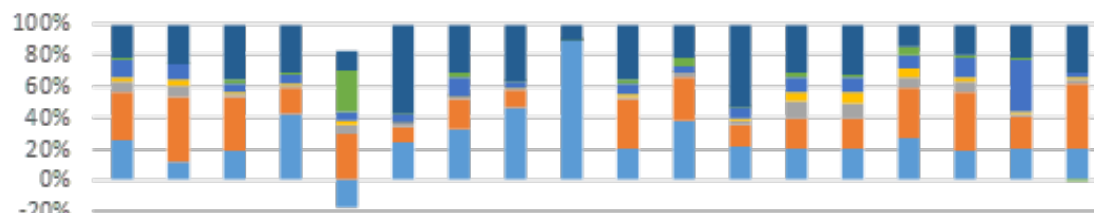
- Fra udvinding og produktion af råmaterialer over brug og frem til bortskaffelse.



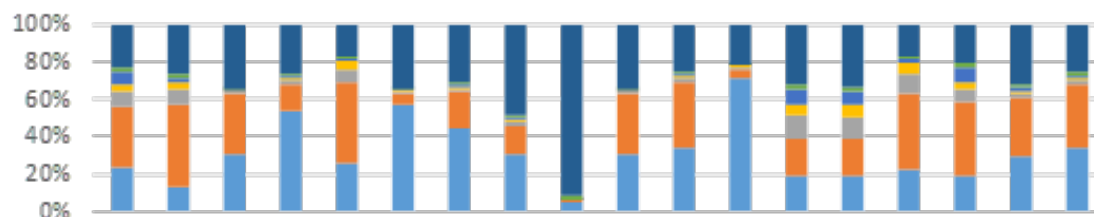
Bidragsanalyse



Træ (CLT)

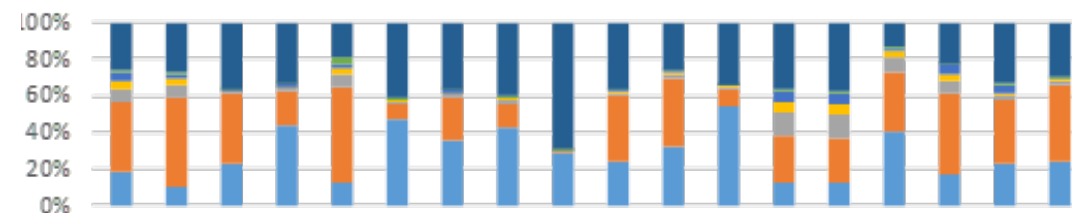


Beton



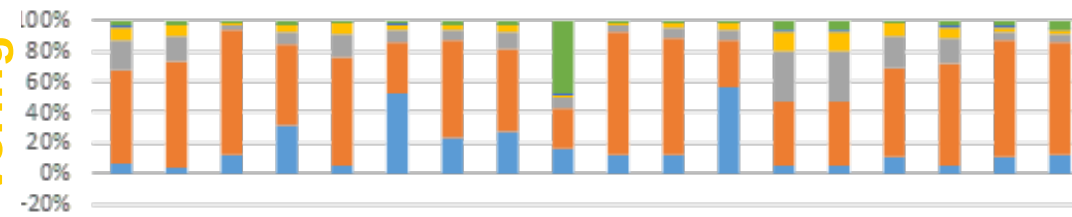
Bindings-

værk

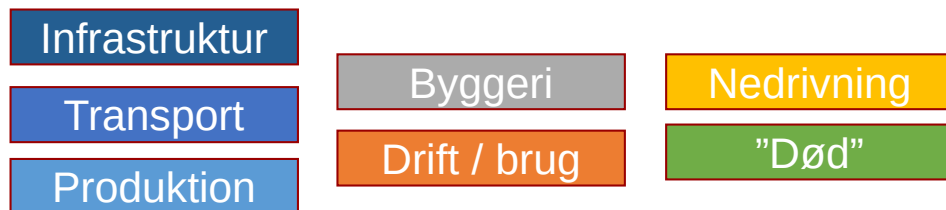


Reno-

vering

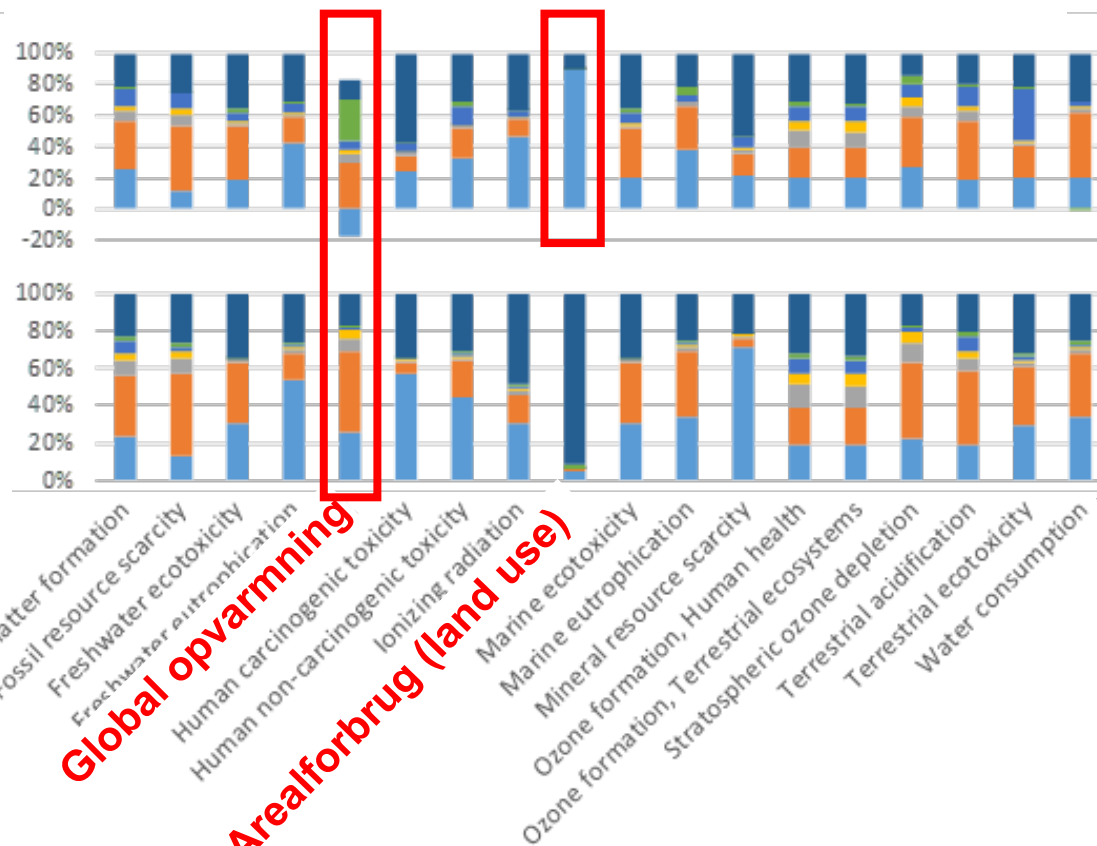


Bidragsanalyse



Træ (CLT)

Beton

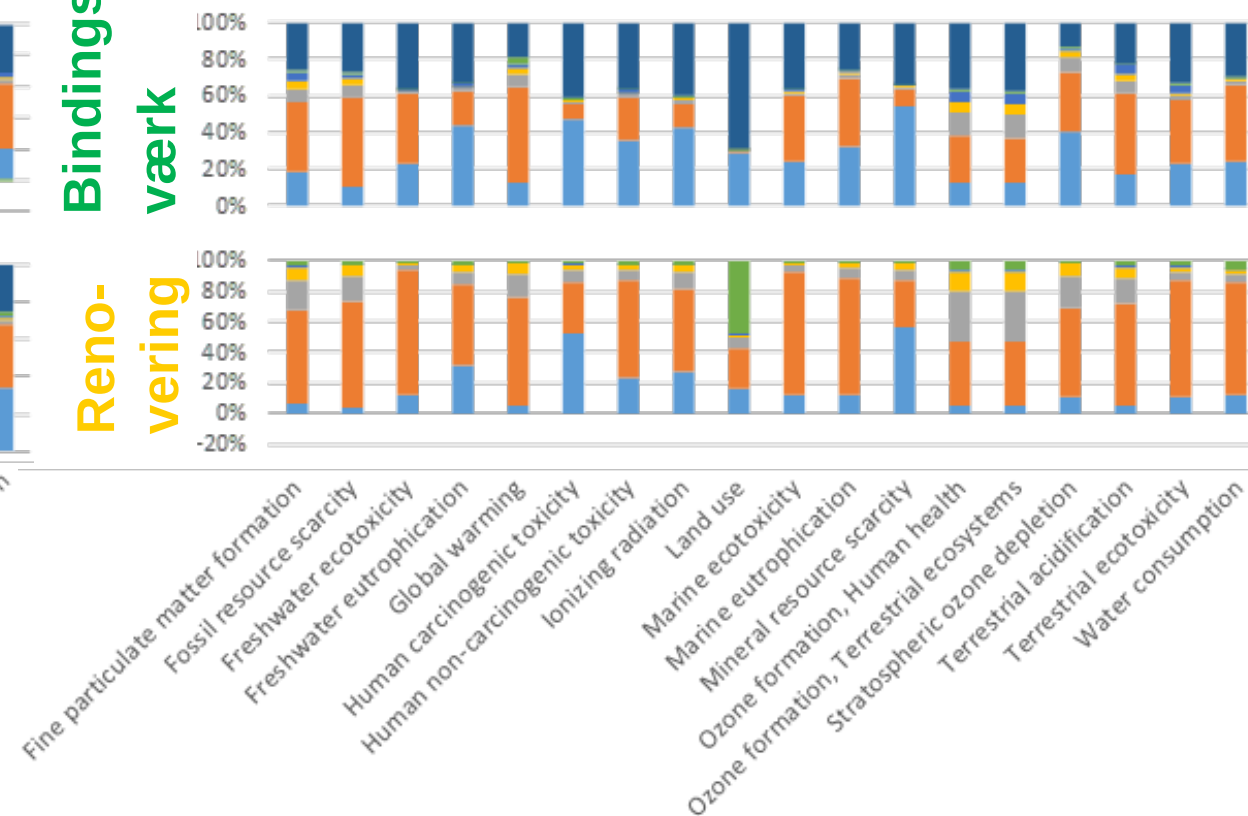


Bindings-

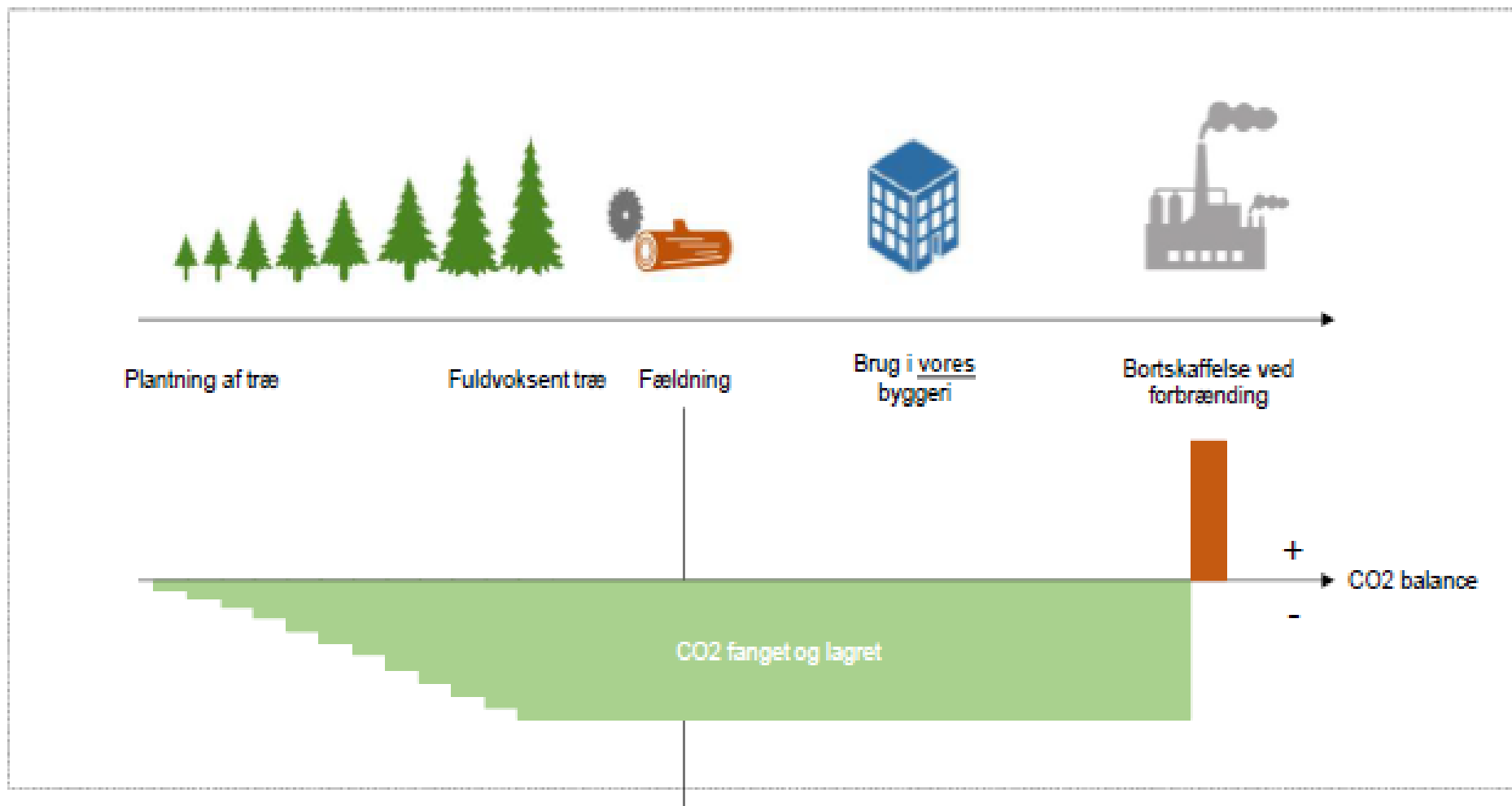
værk

Reno-

vering

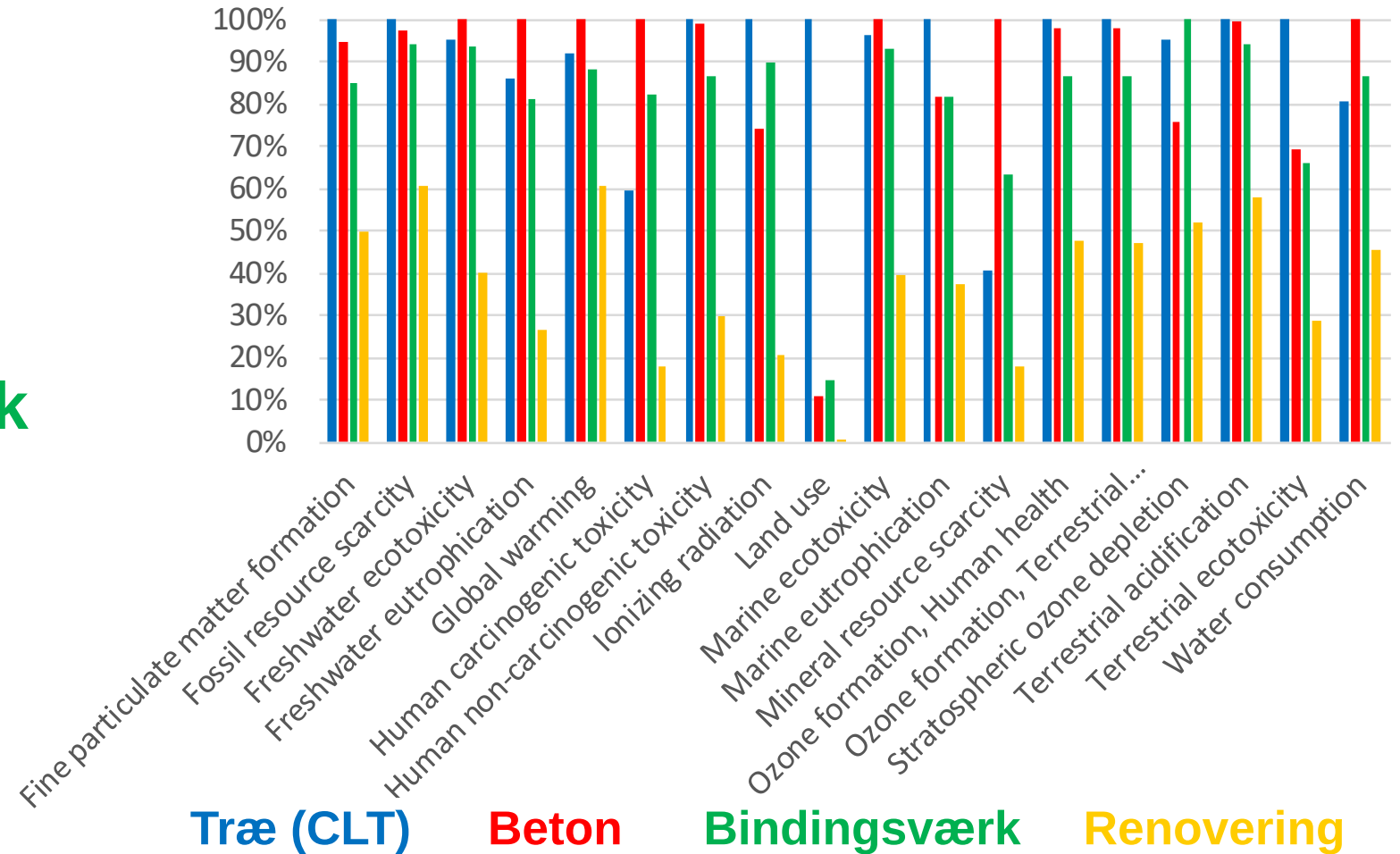


Træs livscyklus



Konklusion 1

- Ingen stor forskel på **CLT** og **beton**
- Lille fordel til **beton + bindingsværk**



Konklusion 1

- **Ingen stor forskel på beton og træ (CLT)**
- Transport har kun lille betydning
- CLT (træ) er bedre for global opvarmning (CO_2) i produktionsfasen, fordi træ lagrer CO_2
- CO_2 frigøres igen, når træet nedbrydes
- Set i hele levetiden – ingen stor forskel

Konklusion 2

- **Der findes ikke "one thing fix' all"**
 - bæredygtighed er en kompleks problemstilling

Konklusion 2

- **Der findes ikke "one thing fix' all"**
 - bæredygtighed er en kompleks problemstilling
- **Renovering er meget bedre end nybyggeri**
- - primært p.g.a. infrastrukturen
 - men også p.g.a. konstruktionen

Konklusion 2

Infrastruktur

Transport

Produktion

Byggeri

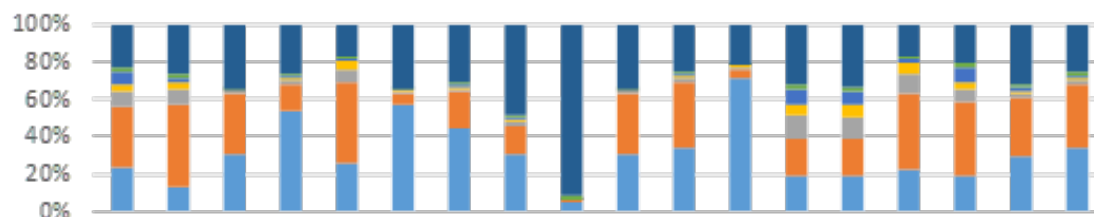
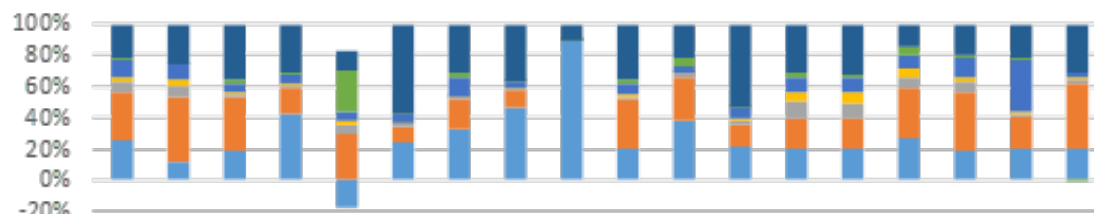
Drift / brug

Nedrivning

"Død"

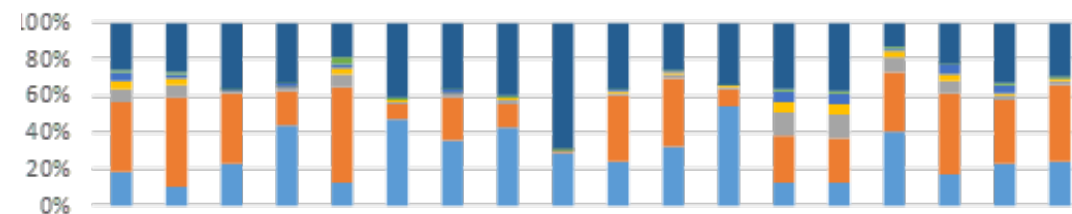
Træ (CLT)

Beton



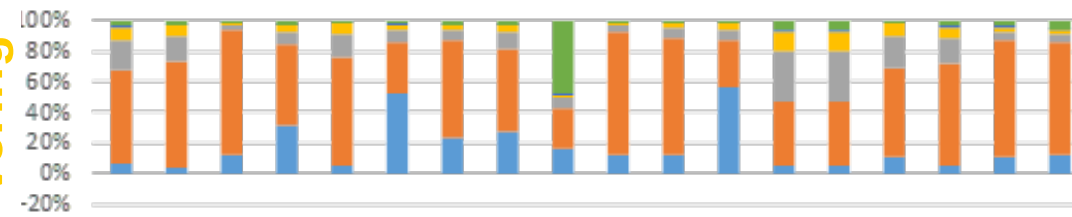
Bindings-

værk



Reno-

vering



Fine particulate matter formation
Fossil resource scarcity
Freshwater ecotoxicity
Freshwater eutrophication
Global warming
Human carcinogenic toxicity
Human non-carcinogenic toxicity
Ionizing radiation
Land use
Marine ecotoxicity
Marine eutrophication
Mineral resource scarcity
Ozone formation, Human health
Ozone formation, Terrestrial ecosystems
Stratospheric ozone depletion
Terrestrial acidification
Terrestrial ecotoxicity
Water consumption

Konklusion 2

Det har større betydning i Grønland!



Konklusion 2

Anslåede besparelser ved en gennemgribende renovering (i forhold til nedrivning + nybyggeri)

- bærende konstruktion, føringsveje og infrastruktur genanvendes
- altaner og altangange inddrages, ny trapper
- ny tagetage
- standard som nybyggeri

UDGIFTER FORUD FOR SELVE BYGGERIET (påhviler kommunen eller Selvstyret)		
Hvad	Anslået besparelse i % af normal	Noter
Nedrivning	50%	Sammenlignet med fuld nedrivning. Der skal stadig foretages nedrivning af komplementerende bygningsdele (klimaskærm, indv. beklædning, køkkener etc.), men den tungeste og ikke-brændbare del spares.
Bygge-modning	20-80%	Afhænger meget af, hvad der sammenlignes med. Hvis nyt byggeri opføres på samme lokalitet, er byggemodningen i al væsentlighed til stede. Hvis alternativet er opførelse på en lokalitet, der ikke er byggemodnet, er besparelsen stor. Der skal under alle omstændigheder regnes med mindre tilpasninger / opjusteringer.

BYGGEUDGIFTER - PÅHVILER BYGHERREN (kommunen, Selvstyret, boligselskabet eller private)			
Hvad	Andel af alm. bygge-pris før besparelse	Anslået besparelse i %	Noter
Føringsveje	5%	60-80%	Stikledninger fra de offentlige forsyningsledninger og indtil huset.
Anlæg omkring bygning	5%	40-80%	Dvs. stikveje, p-plads, stier og andre gangveje, legeplads, udebelysning, skure etc. Man vil formentlig i forbindelse med en større renovering vælge at opgradere omkring boligerne. Hvis det er tilfældet, vil besparelsen være i den nedre ende af spektret.
Betonarbejde	20%	80-90%	Man sparer ikke 100%, fordi der skal påregnes mindre reparationer af den eksisterende beton. Der kan også være lidt supplerende betonarbejde.
Fælles adgangsveje / trapper, elevator etc.	5%	Ingen	Det forudsættes, at de eksisterende trapper og altangange nedlægges, og at der etableres nye og tidssvarende trapper og elevatorer.
Installationer	10%	Ingen	Nye installationer til el, ventilation, vand, varme etc.
Klimaskærm (ydervægge, vinduer, døre, tag)	20%	Ingen	
Indvendig komplementtering	35%	Ingen	
Besparelse i alt		20-25%	på byggesummen. Hertil kommer besparelse på nedrivning og byggemodning, samt på merarealer.
Merarealer	-	40-50%	

Konklusion 2

Renovering er bedre end nybyggeri på alle parametre



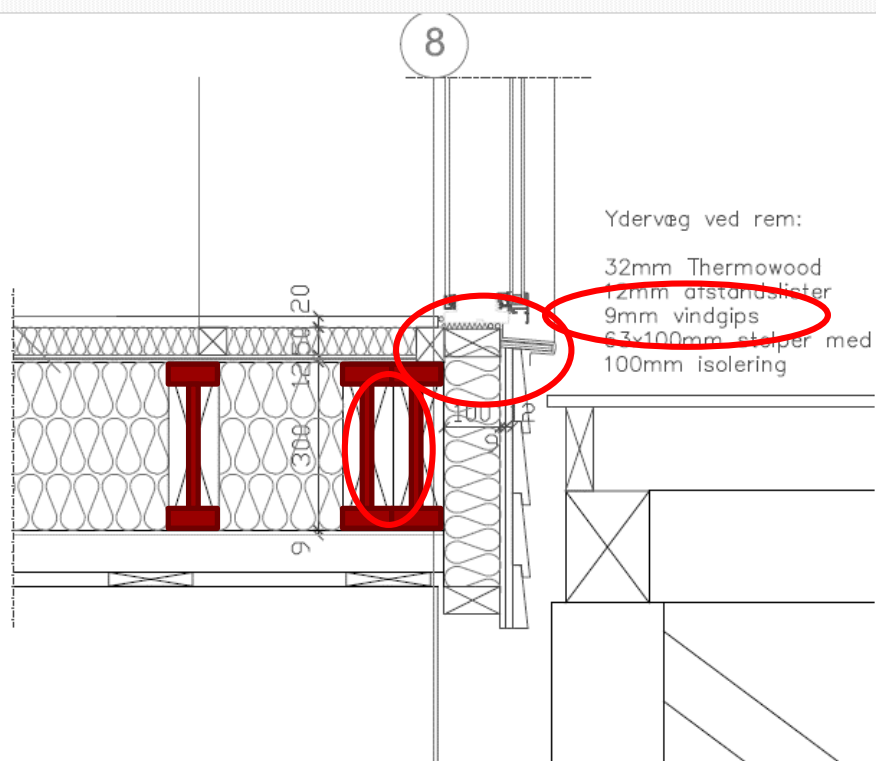
Nybyggeri skal kunne renoveres engang:

- Lang holdbarhed
- Reparer-bart
- Sikre konstruktioner
- Flexibilitet – tilpasning til fremtidige behov

Konklusion 3

Undgå byggefejl!

Lavenergihuset



Gulvkonstruktion:

- 20x137mm hvidolieret fyrretræ
- 50x50mm lægter med 50mm isolering
- 0,20mm pe-folie
- 12mm OSB krydsfiner
- 90x300mm KERTO-bjælker med 3x100mm isolering
- 9mm vindgips
- 250x75mm fedrem
- max. 25 mm opklodsning på fundament



Canadisk boligbyggeri, Nuuk



Selvstyretårnet / Nuuk Center

2015



Unaaq 13-19, Qinngorput, Nuuk



Unaaq 13-19, Qinngorput, Nuuk



Figur 9. Fotos fra opførelsen. Især omkring etagedækkene ser betonoverfladen ud til at være mere ru end Rockwools (nuværende) forskrifter. På billedet øverst kan man på hjørnet af nederste etageadskillelse (rød pil) se, at ujævnheden må ligge over de maximale 5 mm. På foto herunder ses tilsvarende ujævnheder omkring etagedækket, men også brystningerne ser ud til at være ujævne.