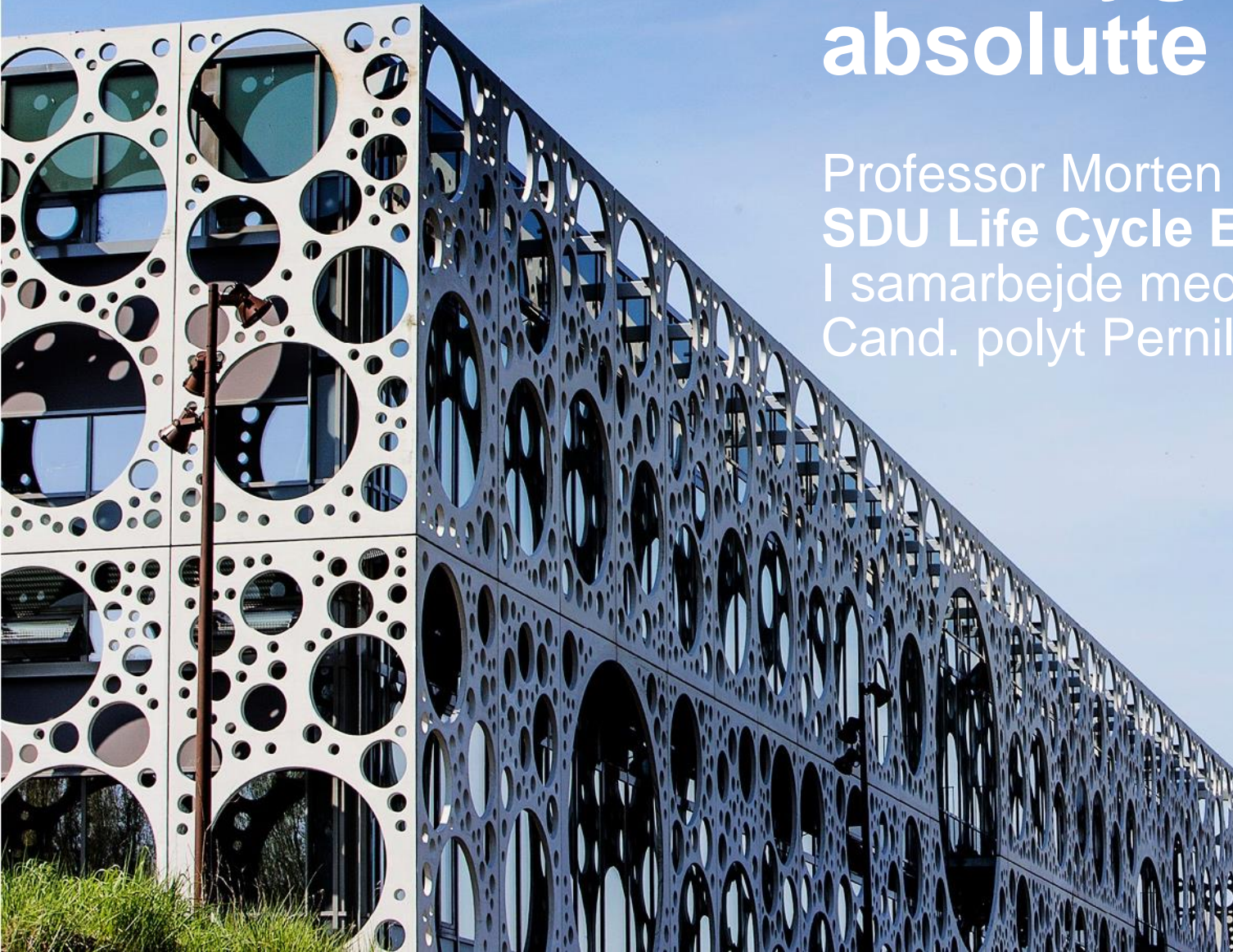


Bæredygtigt byggeri i flere absolutte perspektiver

Professor Morten Birkved – morb@kbm.sdu.dk
SDU Life Cycle Engineering

I samarbejde med:

Cand. polyt Pernille Ohms og Camilla Andersen



Bæredygtighedsvurdering af bygninger i DK

State-of-the-art?

- Bæredygtigheden af bygninger opgøres hyppigst relativt – dvs. at man sammenligner miljøperformance mellem oftest 2 bygninger
- Dette sikrer udvikling den rigtig retning, men sikrer ikke at de bygninger vi bygger reelt er bæredygtige, på af de er certificeret som bæredygtige



Bygning A

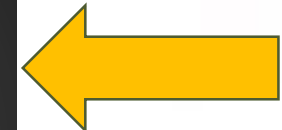


Bygning B



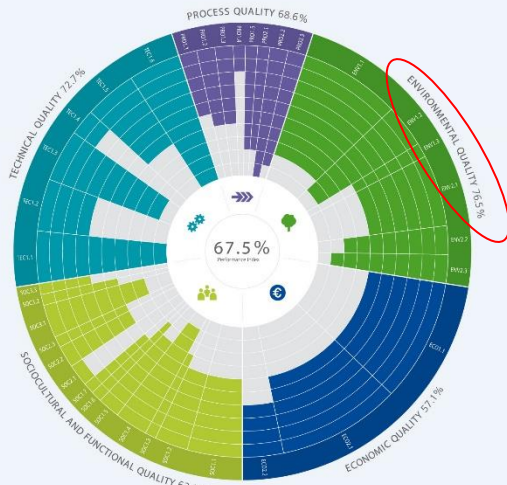
Bæredygtighedsvurdering af bygninger i DK

State-of-the-art?



THE DGNB EVALUATION GRAPH

Making Sustainability Measurable



THE DGNB CERTIFICATE

The Mark of Excellence

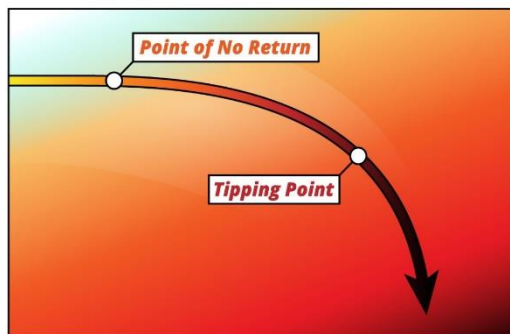
- PLATINUM – 80 %
- GOLD – 65 %
- SILVER – 50 %

Absolut bæredygtighedsvurdering

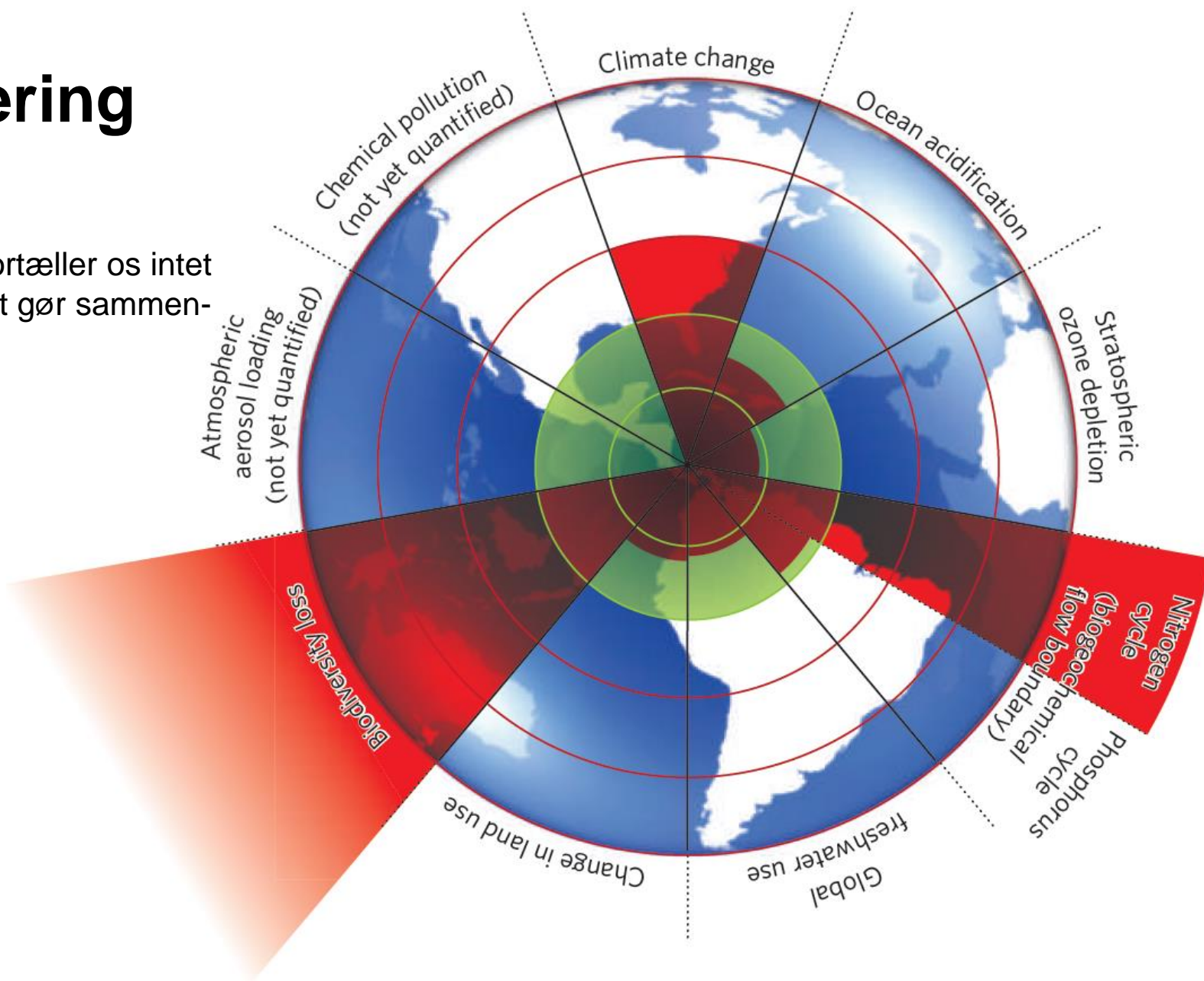
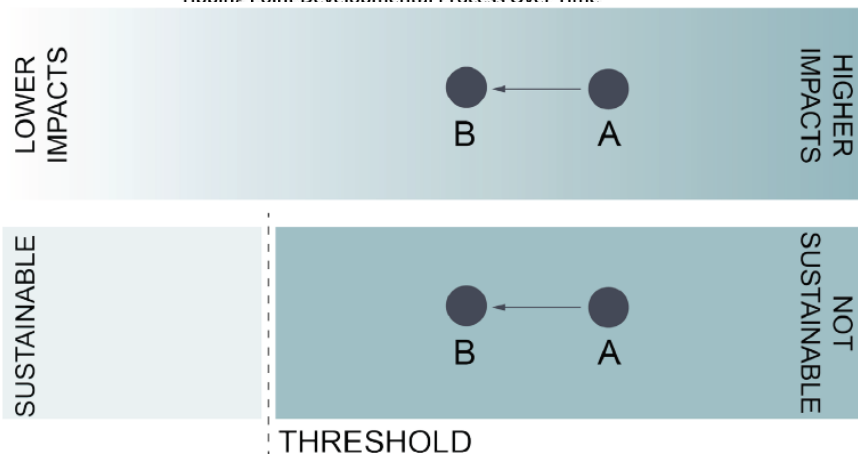
Planetære grænser

- Relativ sammenligning af bæredygtighed fortæller os intet om hvorvidt en bygning er bæredygtig – det gør sammenligninger med planetære grænser derimod

Tipping Points Have Points of No Return



Tipping Point Developmental Process Over Time



Andre tilgange til absolut bæredygtigt bygningsdesign



Det vedligeholdelsesfrie -
fornyelse



Det vedligeholdelsesfrie hus -
tradition



UPCYCLE House



Det foranderlige hus



Kvotehuset



Referencehuset

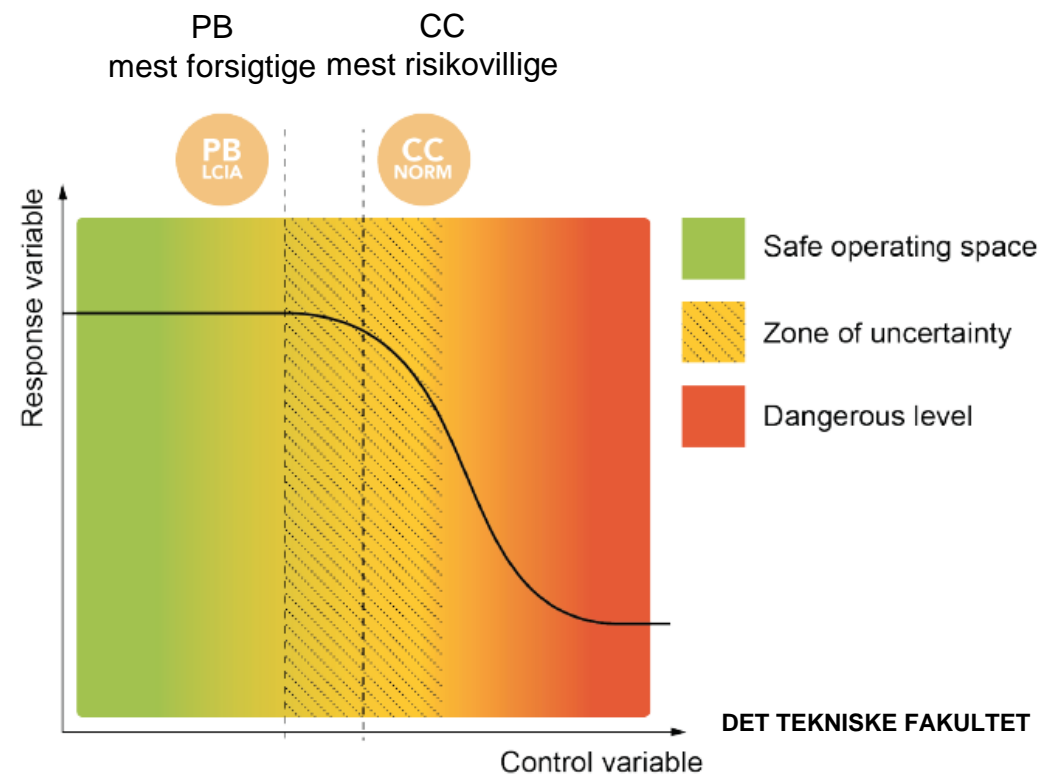
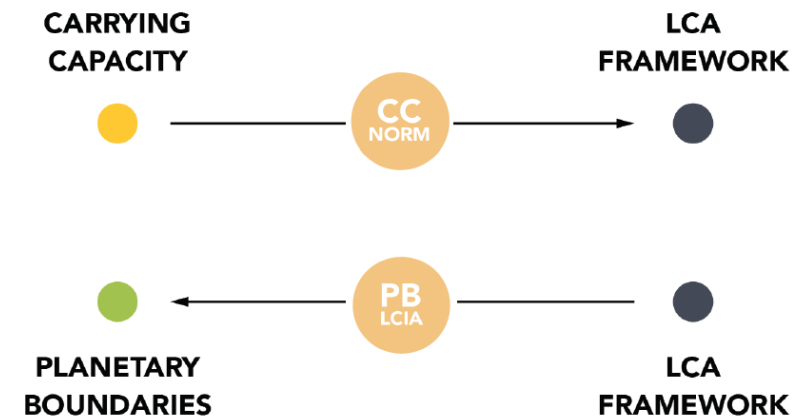
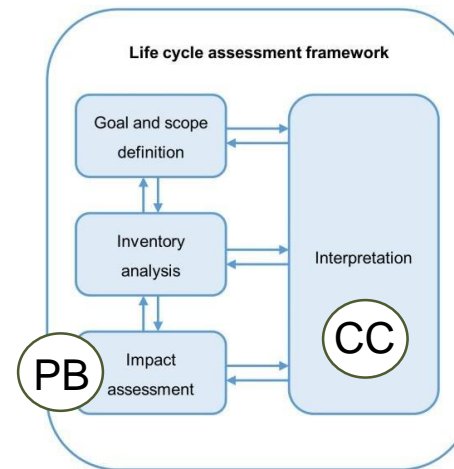
To måder at opgøre den absolutte bæredygtighed

Det "forureningsrum" (dvs. "operating space") som menneskeheden har "til rådighed" kan opgøres på to forskellige måder, hver med forskellige risikovilligheder.

Mht. risikovillighed er det vigtigt at forstå placeringen af det såkaldte "tipping point" er forbundet med en del usikkerhed.

- Carrying Capacity baseret tilgang – CC – er en gennemsnitlig tilgang (se mere i Bjørn og Hauschild, 2015)
- Planetary Boundary tilgang - PB - er en mere forsigtig/restriktiv tilgang som ikke tager udgangspunkt i at "zone of uncertainty" skal nås (se mere i Ryberg et al (2018)).

(Planetary Boundaries)



6 fremtidsscenarier

-Boligændringer og energiforsyning



**BASE
SCENARIO**

*Current
conditions*



**SCENARIO
1**

*No
expansion*



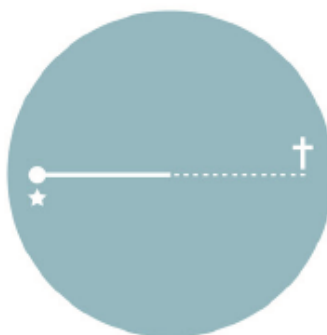
**SCENARIO
2**

*2030
energy mix*



**SCENARIO
3**

*Lower
consumption*



**SCENARIO
4**

*Doubled
service life
of building
components*



**SCENARIO
5**

*More
recycling
and reuse*

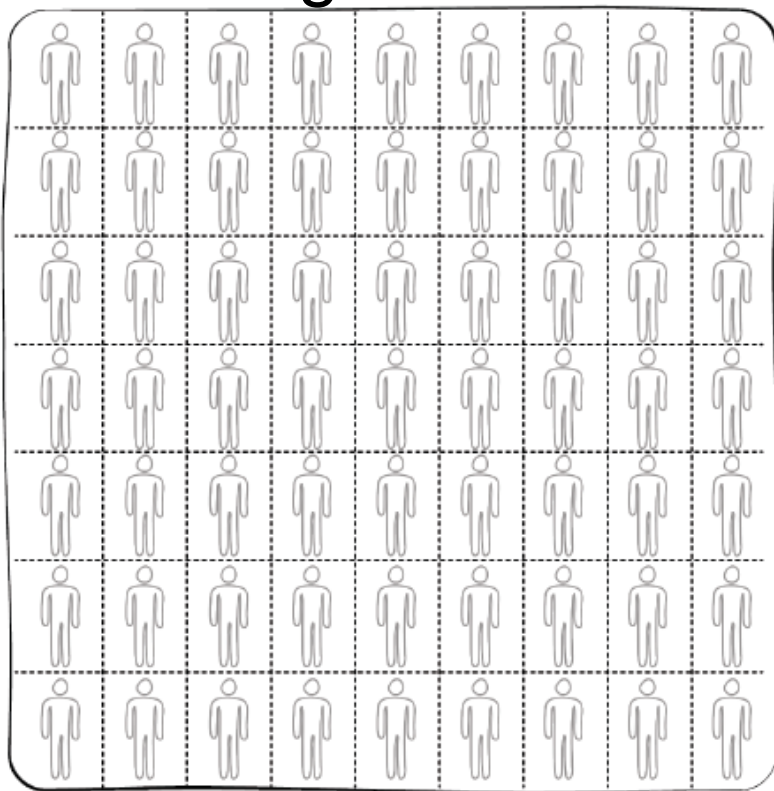


**SCENARIO
6**

*Combination
of scenario
1-5*

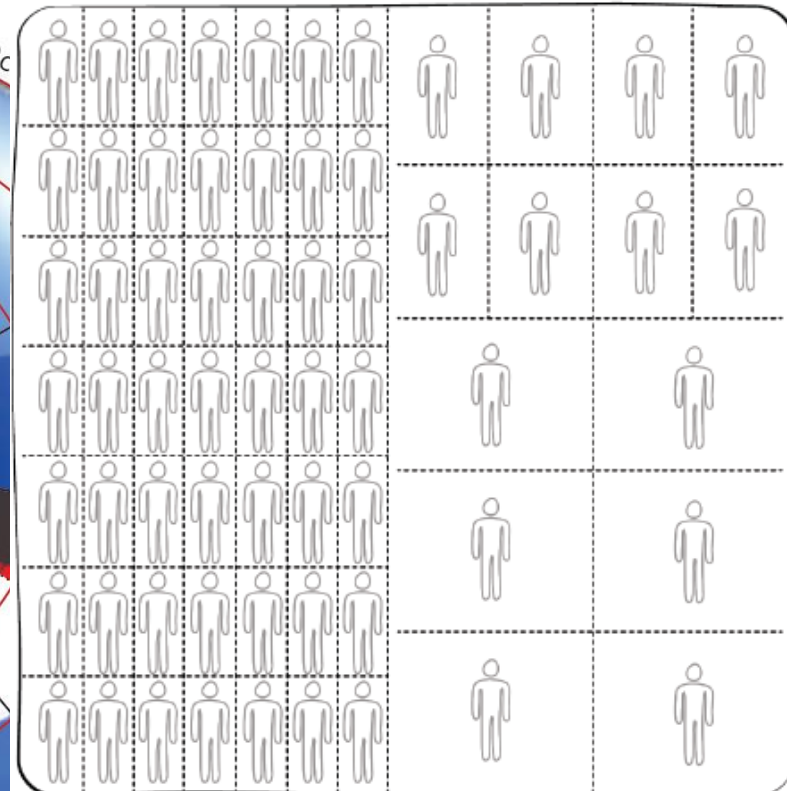
Flere måder at dele "safe operating space" mellem verdensbefolkningen

Egalitær

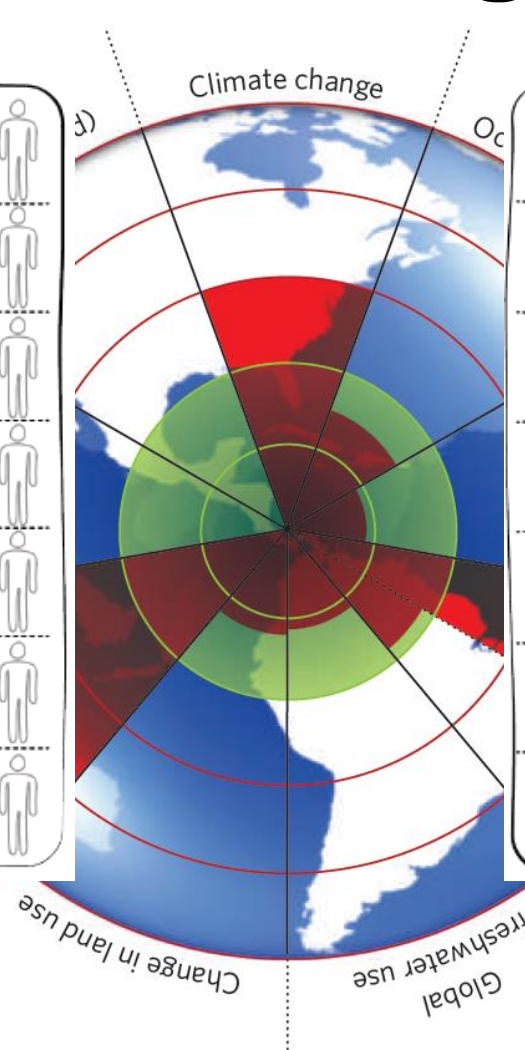


Alle er lige = samme andel til alle

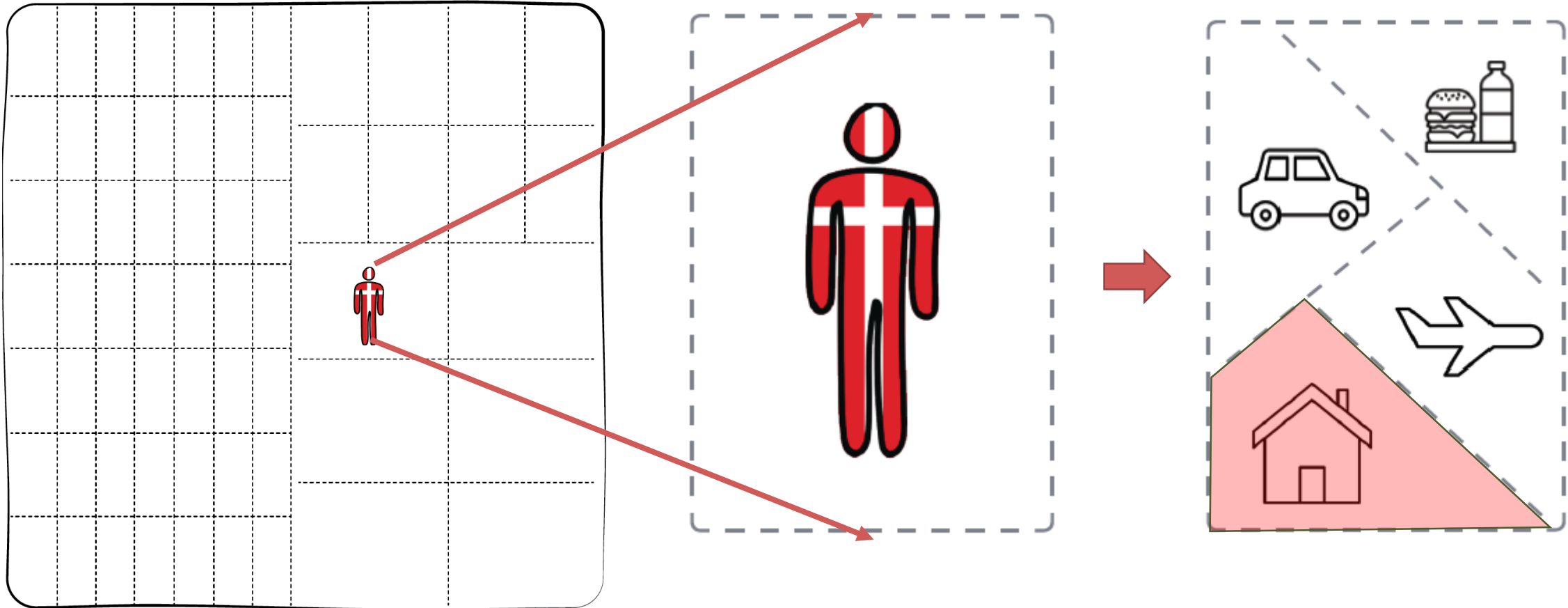
Individualistisk



Nogle er mere lige end andre = forskellige andele

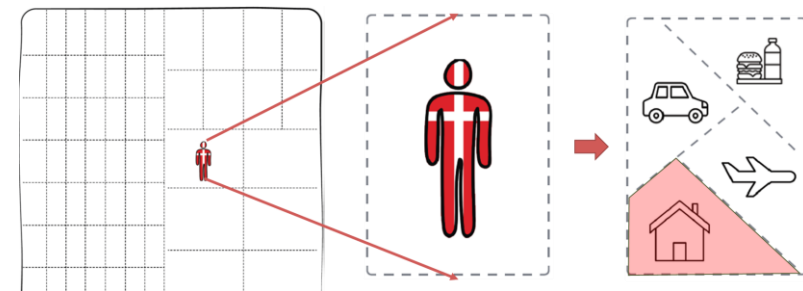


Flere måder at opdele/allokere safe operating space mellem forbrugssegmenter



Scenarier der kombinerer størrelsen af det individuelle safe operating space og andel heraf til bolig

Allocation principle



1	2	3	4	5	6
egalitarian utilitarian	egalitarian utilitarian	egalitarian acquired rights	acquired rights acquired rights	acquired rights utilitarian	utilitarian



Størrelsen af det operationelle rum følger en egalitær filosofi – samme størrelse rum til alle



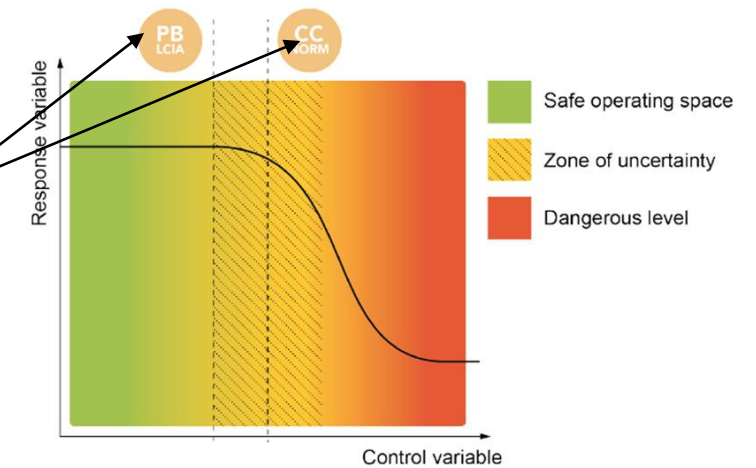
Opdelingen af det operationelle rum mellem bøj, bil og bolig sker med udgangspunkt i hvor mange penge vi bruger på boligen



Yderligere opdeling af rummet tilordnet bygning+drift samt alt det andet (møbler, have etc.)



Opsummering af resultater



	Climate change	
<i>Occupied SoSOS, CC_{norm}</i>	107-2148% (a)	
	Climate change - energy imbalance	Climate change - CO2 concentration
<i>Occupied SoSOS, PB-LCIA</i>	276-5433% (b)	282-5592% (b)

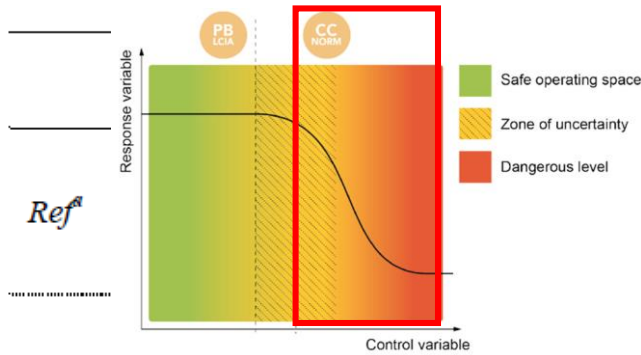
SoSOS = Share of Safe Operating Space

a) Minimum: Innovative Maintenance-free House, Scenario 6, allocation principle 6.

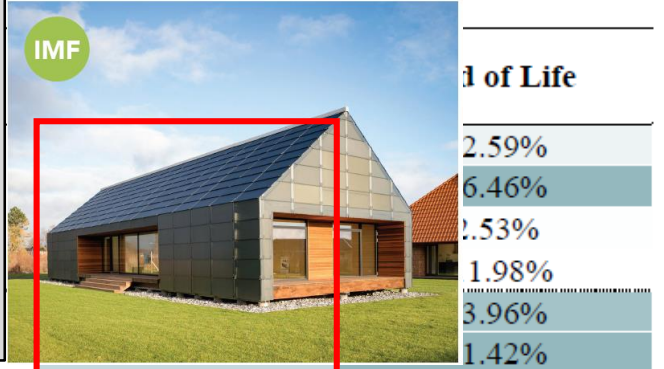
Maximum: Adaptable House, Base Scenario, allocation principle 1.

(b) Minimum: Upcycle House, Scenario 6, allocation principle 6. Maximum: Adaptable House, Base Scenario, allocation principle 1.

Påvirkningernes oprindelse – Carrying Capacity



IMF resultaterne viser en overskridelse af CC på 107 %
 Dette kan deles op på følgende måder:
 Påvirkninger fra huset=4,0%+0,3%+30,1%= 34.4%
 Eksterne påvirkninger+vedligehold=65,6%
 Det kan dermed med rimelighed præsenteres således, at
IMF bygningen "kommer i mål", men boligfunktionen fejler (primært pga. af energiforsyningen).



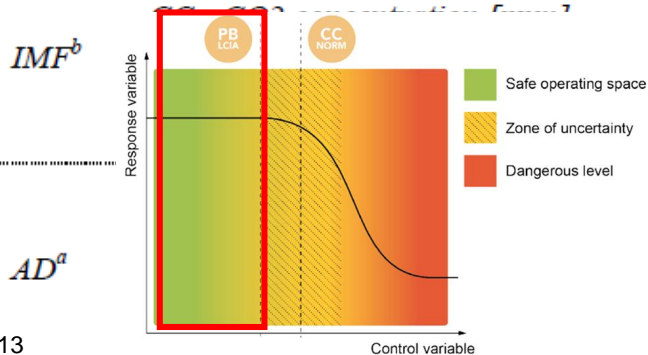
Category	Marine eutrophication [kg N eq]	Land use [kg C deficit]	Water resource depletion [m3 water eq]	Climate change [kg CO2 eq]	Marine eutrophication [kg N eq]	Land use [kg C deficit]	Water resource depletion [m3 water eq]	Climate change [kg CO2 eq]
UP^a	8.34%	0.49%	88.22%	2.95%	112.21%	-13.64%	66.11%	22.14%
TMF^b	7.06%	0.35%	32.57%	60.02%	13.63%	0.82%	82.26%	3.29%
	0.78%	0.16%	112.47%	-13.42%	4.04%	0.27%	65.62%	30.07%
IMF^b	9.20%	0.53%	36.36%	53.91%	1.02%	79.97%	1.60%	113.45%
	0.16%	113.45%	-13.30%	0.48%	72.55%	16.73%	33.18%	61.38%
AD^a	5.21%	0.23%	33.18%	61.38%	9.06%	0.36%	88.07%	2.52%
	-0.06%	0.07%	113.62%	-13.63%	16.14%	0.84%	64.51%	18.51%
Q^a	11.06%	0.56%	31.97%	56.41%	19.96%	1.05%	76.44%	2.55%
	-0.76%	0.20%	114.67%	-14.10%				

Hvad angår klimapåvirkninger stammer ca. 25-35 %
ikke fra driftsfasen på tværs af bygningerne.

Påvirkningernes oprindelse – Planetary Boundaries

Hvad angår klimapåvirkninger stammer ca. 25-35 % **ikke** fra driftsfasen på tværs af bygningerne.

		Construction	Use	End of Life
Ref ^a	CC - Energy imbalance [Wm-2]	19.90%	0.97%	70.55%
	CC - CO2 concentration [ppm]	20.04%	0.98%	70.31%
	Biogeochemical flows - N [Tg N]	3.31%	0.15%	12.12%
	Land-system change - Global [%]	18.32%	1.11%	83.89%
	Freshwater use - Global [km3]	0.49%	0.02%	99.14%
UP ^a	CC - Energy imbalance [Wm-2]	10.63%	0.52%	76.39%
	CC - CO2 concentration [ppm]	10.62%	0.51%	76.31%
	Biogeochemical flows - N [Tg N]	2.01%	0.08%	11.24%
	Land-system change - Global [%]	10.98%	0.61%	90.68%
	Freshwater use - Global [km3]	0.27%	0.01%	99.25%
TMF ^b	CC - Energy imbalance [Wm-2]	17.71%	0.87%	70.17%
	CC - CO2 concentration [ppm]	17.90%	0.88%	69.88%
	Biogeochemical flows - N [Tg N]	2.58%	0.12%	10.78%
	Land-system change - Global [%]	23.40%	1.35%	83.56%
	Freshwater use - Global [km3]	0.29%	0.01%	99.28%
IMF ^b	CC - Energy imbalance [Wm-2]	17.84%	1.06%	74.40%
	CC - CO2 concentration [ppm]			

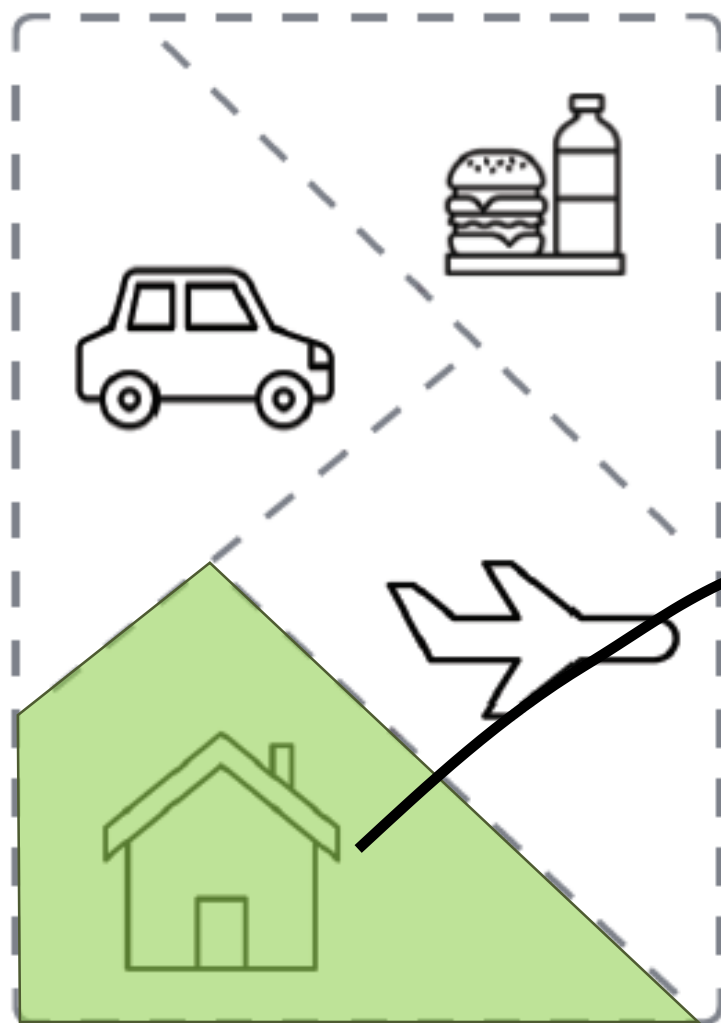


UP resultaterne viser en overskridelse af CC på 276-282 %
 Dette kan deles op på følgende måder:
 Påvirkninger fra huset=10,6%+0,5%+12,5%= 23.6%
 Eksterne påvirkninger+vedligehold=76,4%
 Det kan dermed med rimelighed præsenteres således, at **UP bygningen "kommer i mål", men boligfunktionen fejler** (primært pga. af energiforsyningen).



Hvem skal sikre vi kommer i mål?

Dem der leverer bygningen eller driftsenergien?



Bygning



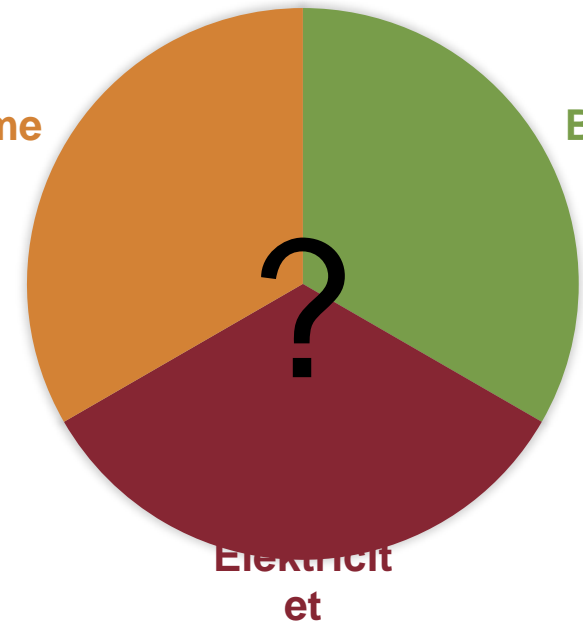
Opvarmning



Belysning

Varme

Bygning

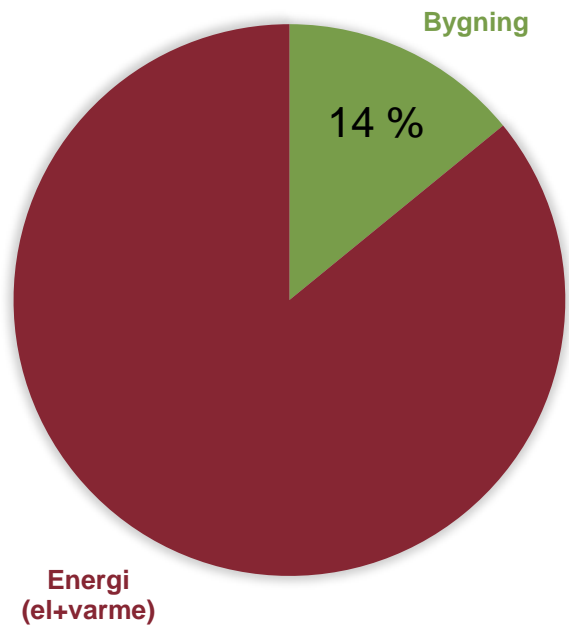


Elektricitet

Hvem skal sikre vi kommer i mål?

Dem der leverer bygningen eller driftsenergien?

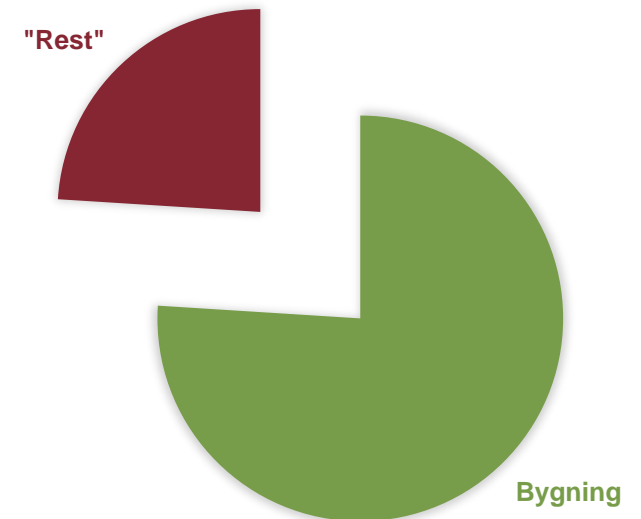
UPCYCLE House 120 år inkl. driftsenergi
[Bruger 539 % af det operationelle rum]



Investering i ny energiforsyning



UPCYCLE House 120 år inkl. driftsenergi
[Bruger 76 % af det operationelle rum, såfremt energien kan leveres impact-fri]



Opsummering

- Bæredygtighed kan kvantificeres.
- Bygninger spiller en væsentlig rolle i relation til bæredygtig udvikling.
- Vi kender (nu) grænserne for hvor meget vi kan belaste vores planet og kan bruge dette som rettesnor i samfundsudviklingen herunder bygningsdesign.
- Principielt kan vi på nuværende tidspunkt kun gisne om bæredygtigheden af bygninger ved at sammenligne disse, gætte på hvor lang tid de holder og derved sikre en udvikling i den rigtige retning.
- Det vi forstår som "bæredygtigt" byggeri, er ikke bæredygtigt i absolut forstand – de eksisterende bygningsidealer og under antagelse af meget fordelagtige udviklinger i samfundet i fremtiden indikerer dog at vi muligvis kan komme ret tæt på.
- Min vurdering er at vi er på rette vej, men langt fra målet (husk på de præsenterede eksempler er idealer ikke typiske eksempler) og at hvis vi skal nå målet skal alle parter "spille" med

