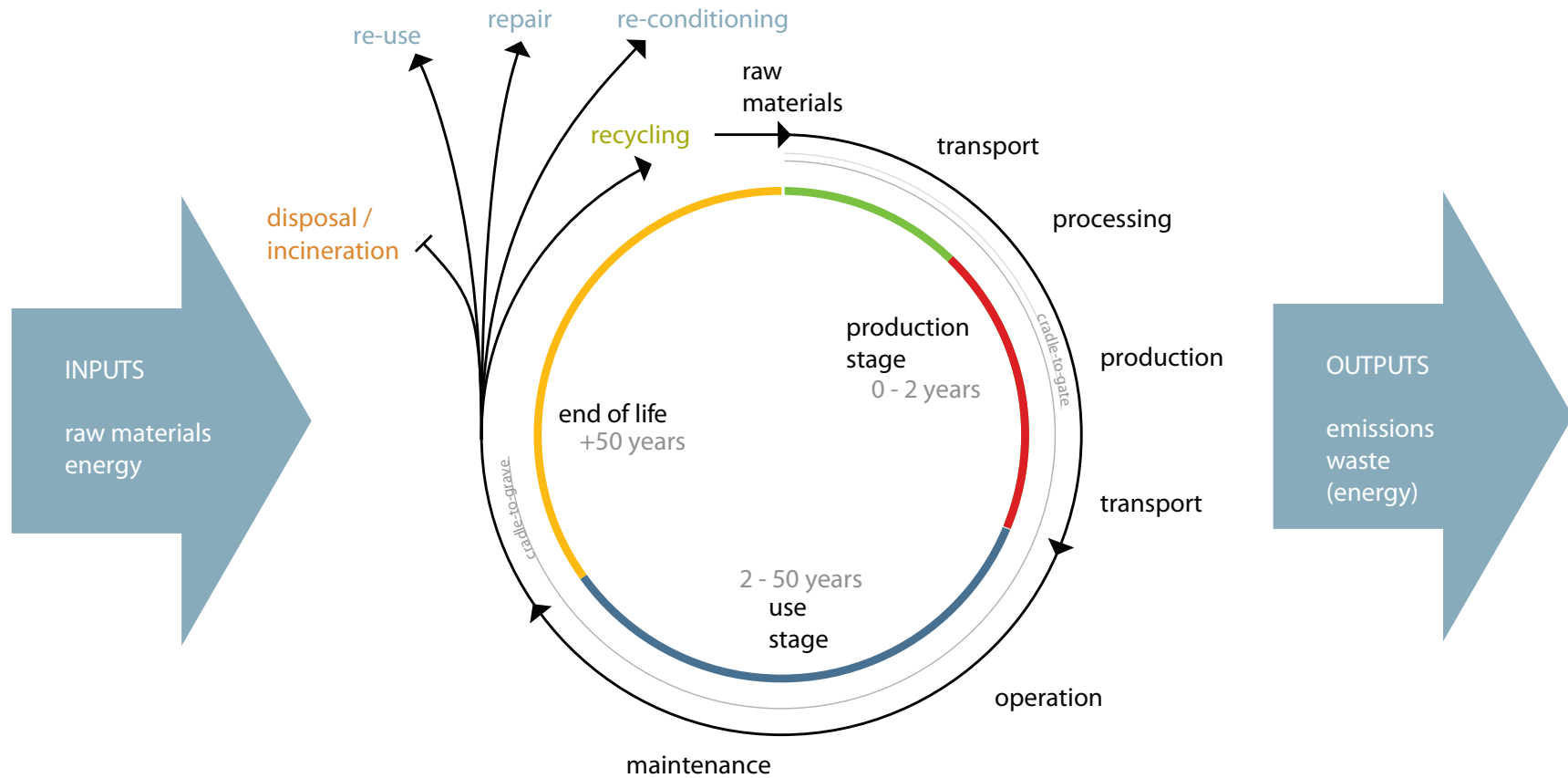


LCA @ vandkunsten

LCT @ **vandkunsten**
life cycle thinking

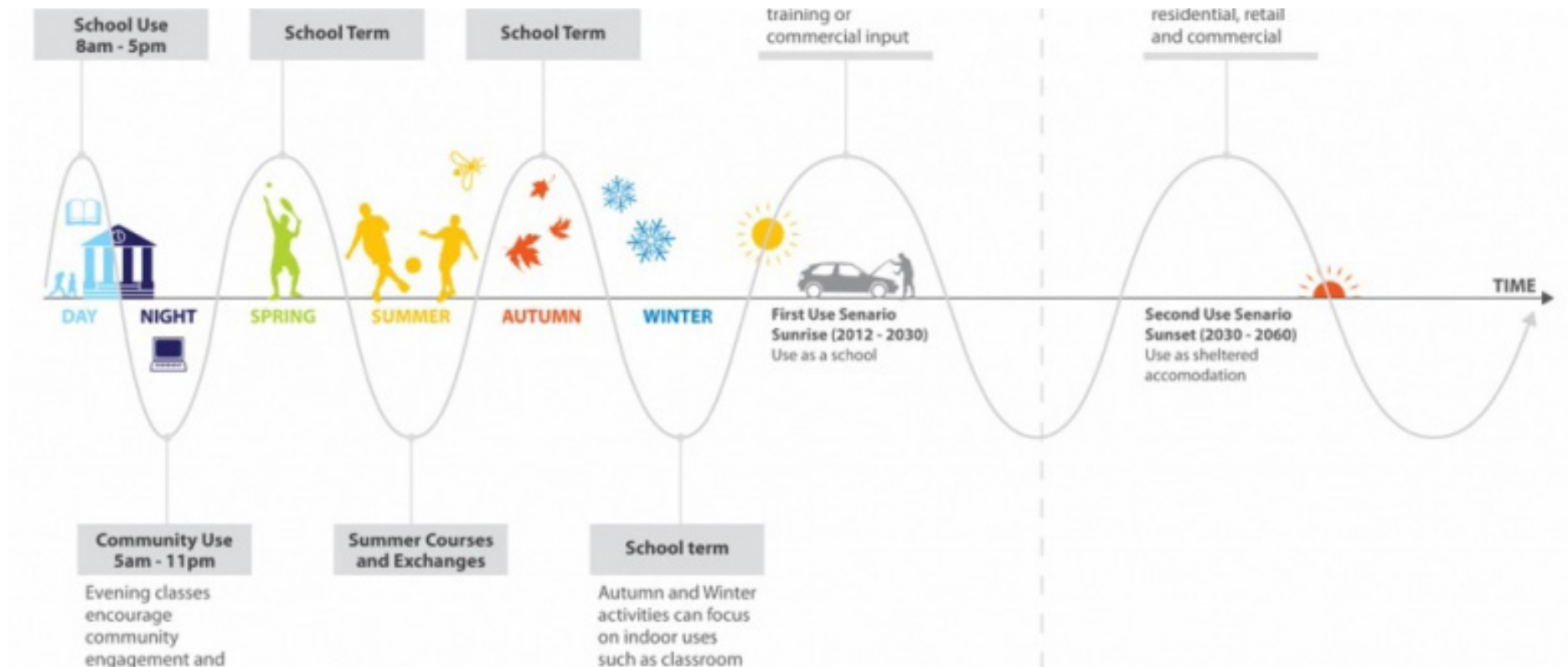
Livscyklus design / Life Cycle Thinking

forskellige typer - > materialer, bygninger, årstider, beboer, osv.



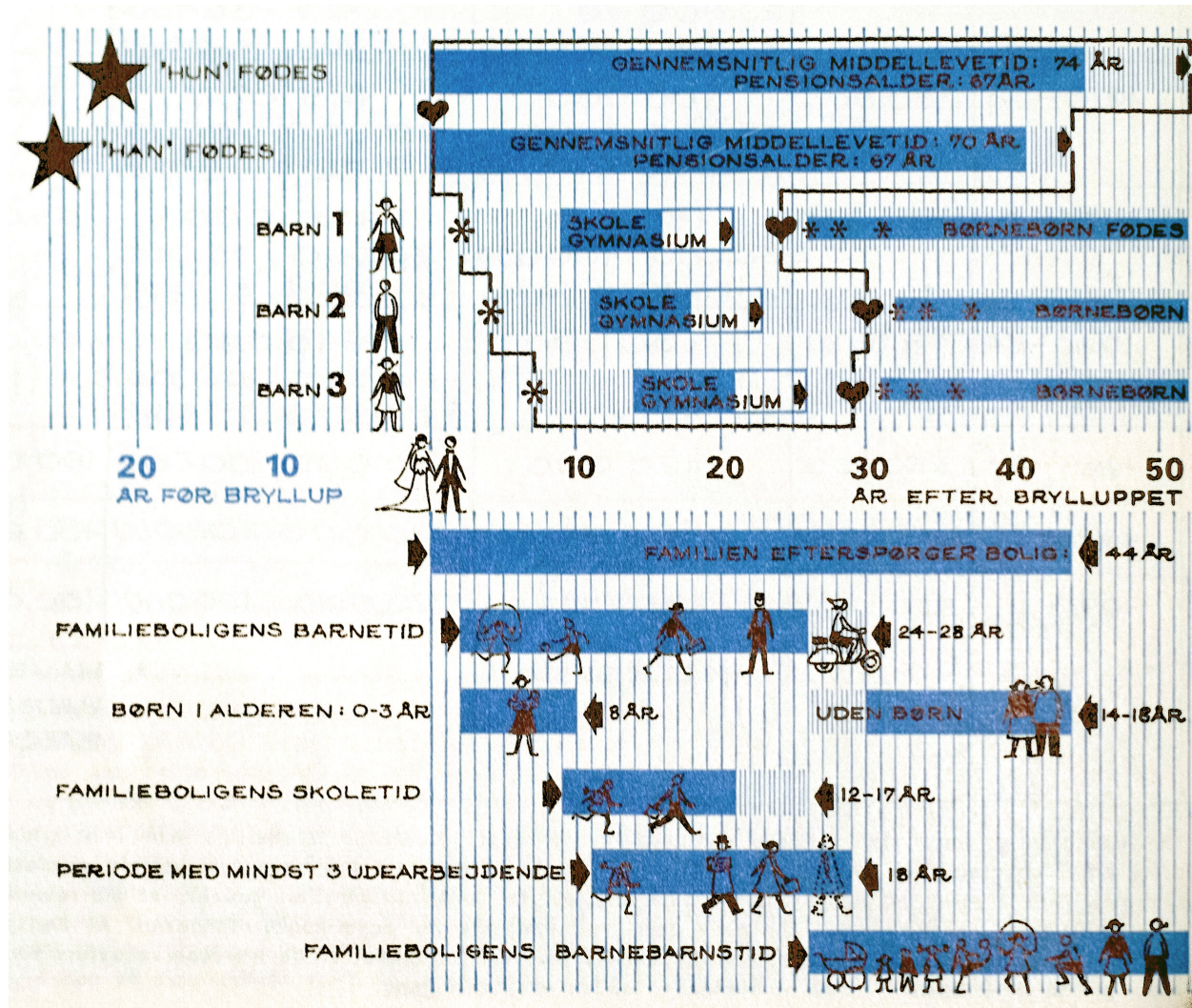
Livscyklus design / Life Cycle Thinking

forskellige typer - > materialer, bygninger, årstider, beboer, osv.



Livscyklus design / Life Cycle Thinking

forskellige typer - > materialer, bygninger, årstider, beboer, osv.



hvorför Life Cycle Thinking?

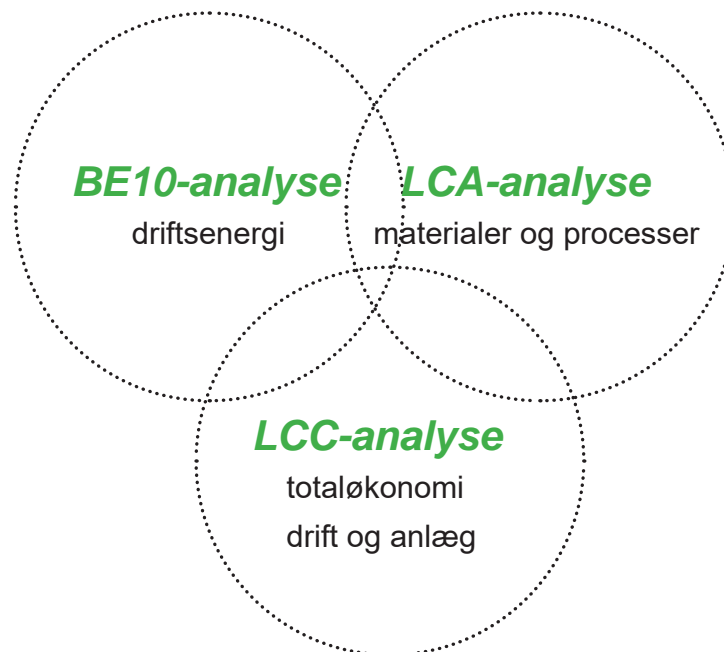
design support /
beslutningsgrundlag



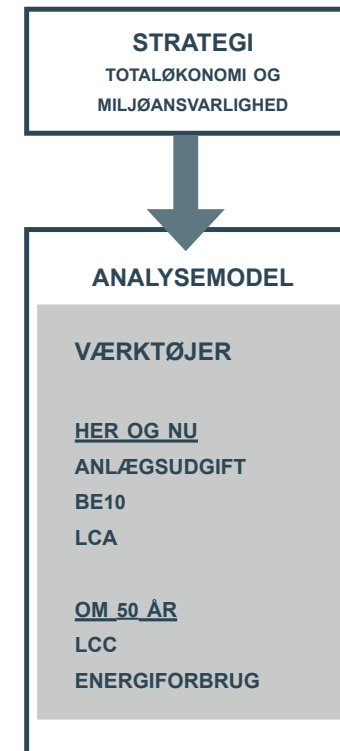
Albertslund Syd, 2012

Albertslund Syd (konkurrence, 2012)

integration af flere parameter, herunder LCA, LCC, energibehov (og kulturel værdi)



De tre analytiske perspektiver og deres redskaber

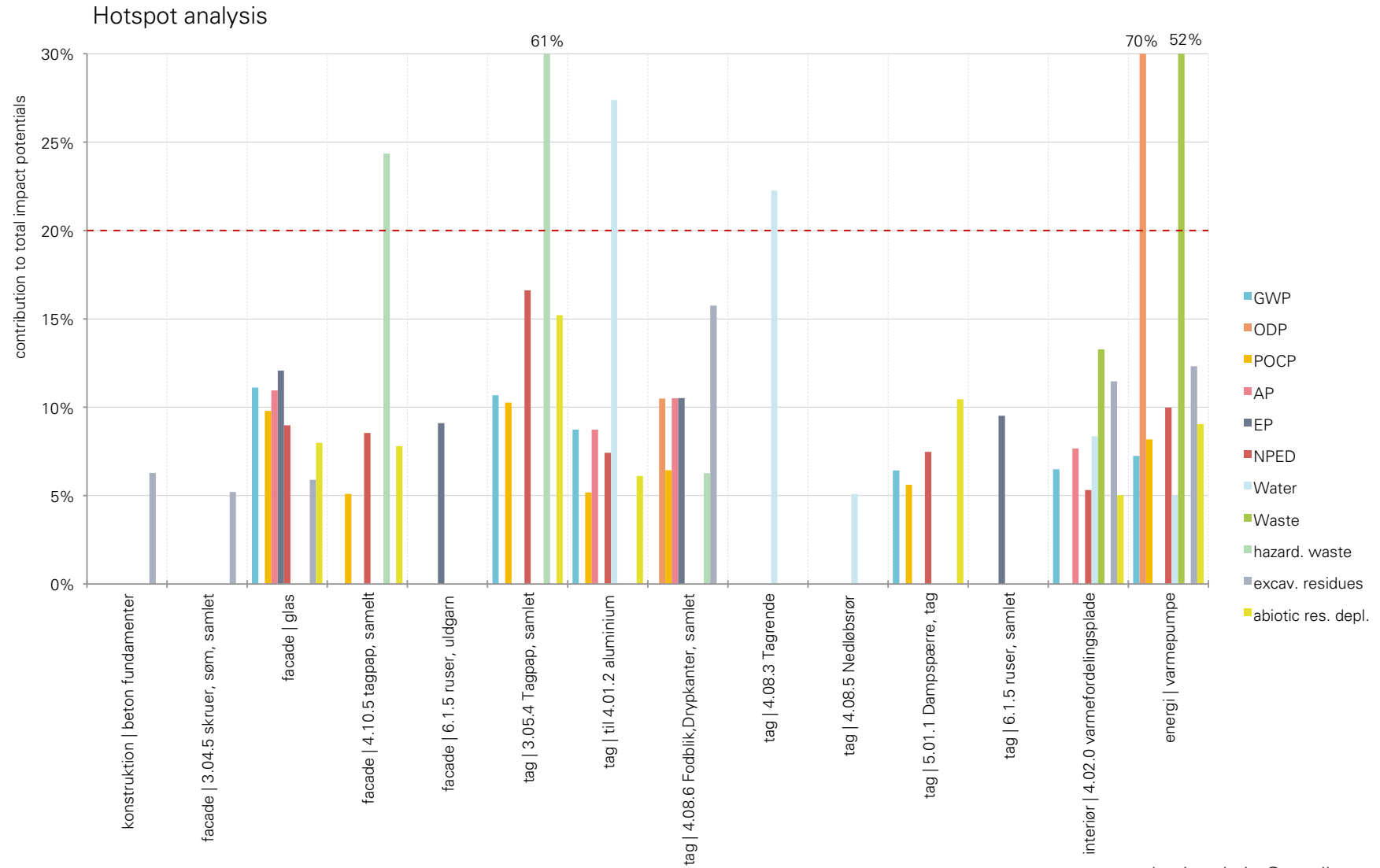




Tanghuset, 2013

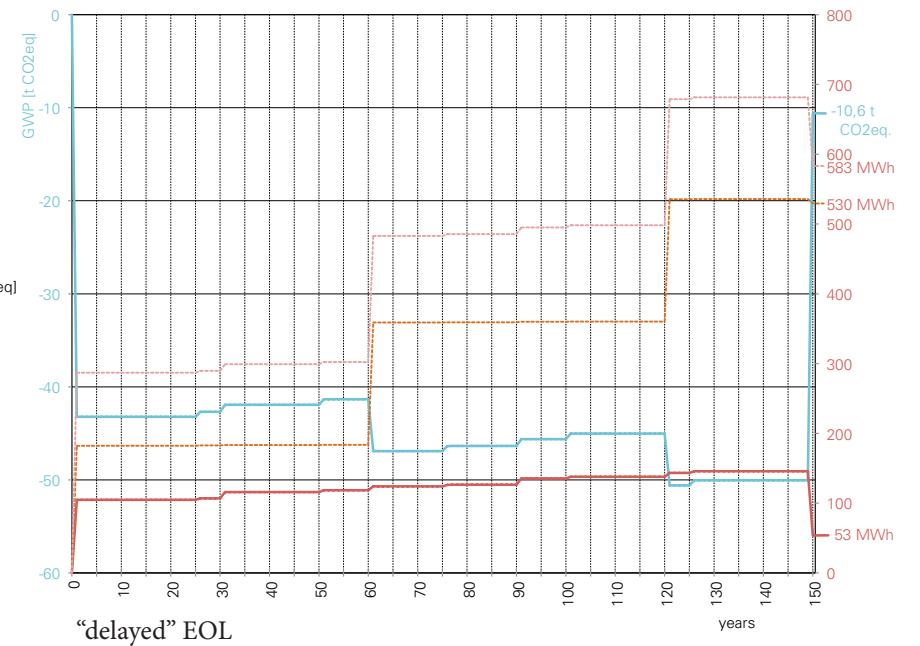
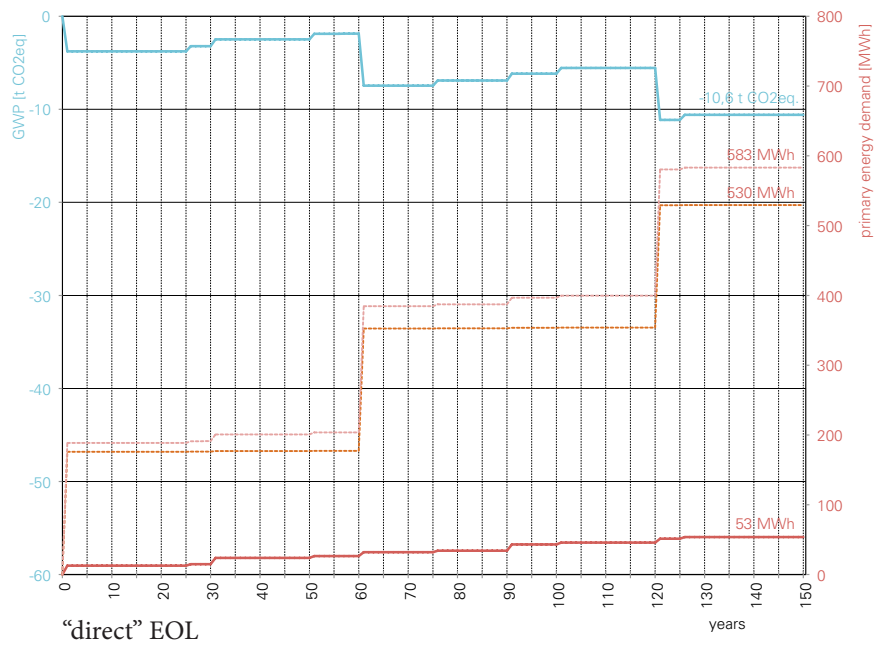
Tanghustet (2013)

LCA-analyser til designoptimering

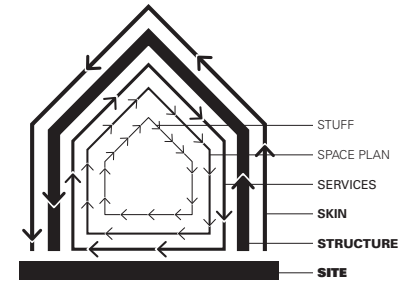


LCA-analyser til designoptimering udvikling af evalueringsmetoder til LCA

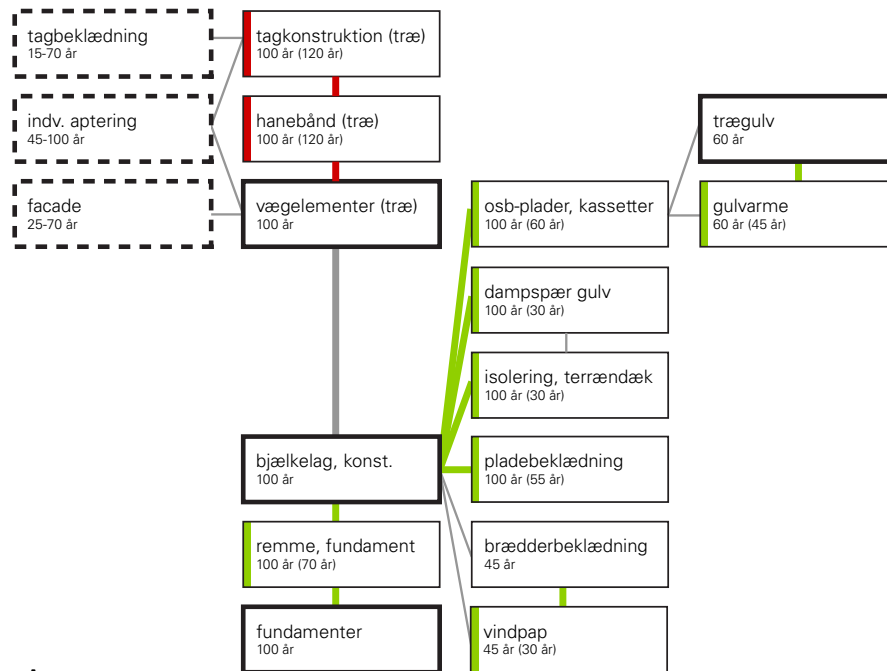
impacts plottet on timeline - Kauschen, 2014



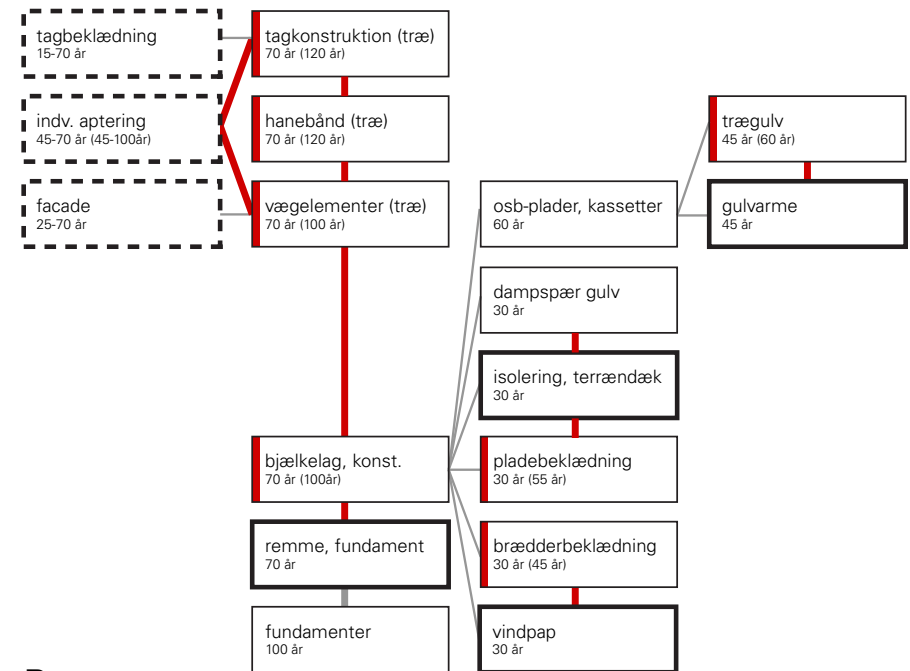
LCA-analyser til designoptimering udvikling af levetidsmodel til LCA



Stewart Brand, "shearing layers of change", 1997



A

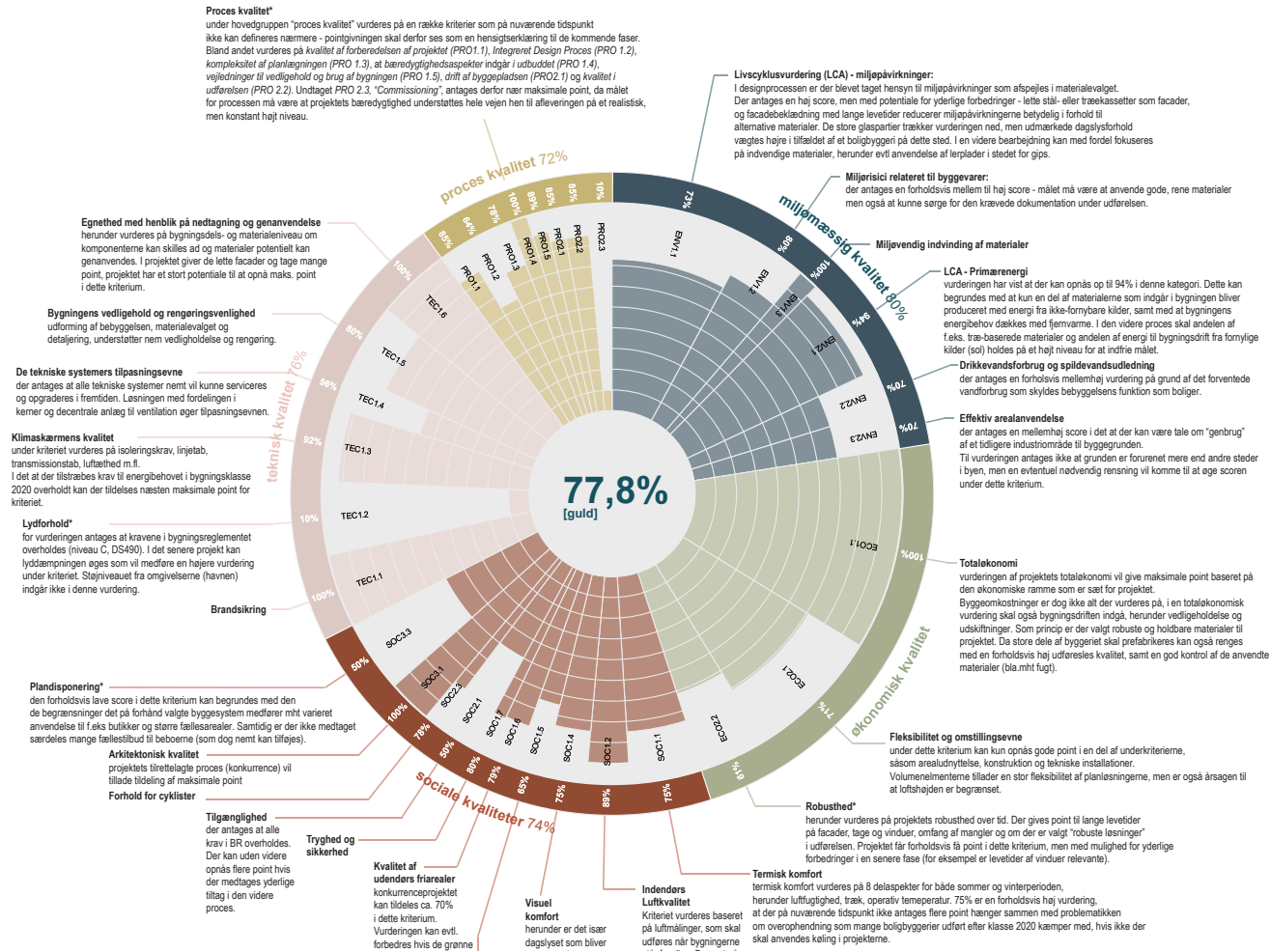


B

"Lifetime model" / Kauschen 2015



LCA som led i bæredygtigheds-certifikater (DK: DGNB)



DGNB screening, competition, 2015

workflow + værktøj

Material inputs / outputs										VERSION 2.7 / 05.2013		2011.08.23		incl. use phase energy demand		no									
filename	building lifetime regarded for calculat final LT value										jan.schipull@kiodk.dk		include End-of-Life		yes										
projekt bygningsdel	50 years	120	brutto stageareal [m2]		1000.00																				
Material	weight	GWP CO2 eq	ODP R11 eq	POCP Ethen eq	AP SO2 eq	EP Phosphat eq	NPED MJ	RPED MJ	kommentarer	Tykkelse [m]	Længde [m]	Vægt [kg]	Stk. [-]	Volumen [m³]	Vægt [kg]	Enhed	Total vægt [kg]	Mængde	Mængde ang. [-]	Levetid [år]	Kriterie TEC1.6	Antal posteringer:	Sum af point:	Demontering	Let s
1	gipsplade	0.04	14.19	1.45E-02	1.78E+00	1.78E+00	3.04E+00	219.72	facade vindspær (m3)	0.009		0.009		11.908	1800	kg/m3	21434,6	11.908	m3	60	facade_prefab	17	85		
2	isloering indv.	0.00	1.70	2.27E-03	5.86E-01	5.86E-01	1.07E+00	21.97	isloering	0.350		0.350		410.105	48	kg/m3	18894,8	410.105	m3	60	facade_prefab				
3	unterkonstruktion ind.	0.00	-3.16	1.05E-03	8.22E-02	8.22E-02	2.05E-01	0.00	konstruktion dampspær	0.000		0.000		0.000	0,13	kg/m2	189,2	189,207	kg	60	facade_prefab				
4	dampspær	0.00	0.01	1.34E-05	3.31E-03	3.31E-03	1.91E-03	0.00	underkonstruktion, indv.	0.025		0.025		2.095	529	kg/m3	1108,3	2.095	m3	40	facade_prefab				
5	isloering udv.	0.01	16.22	2.12E-02	5.74E+00	5.74E+00	1.02E+00	0.00	facade vindspær (m3)	0.009		0.009		0.000	#/T	#/T	#/T	#/T	#/T	60	facade_prefab total:				
6	underkonstruktion udv.	0.12	-197.70	6.60E-02	5.15E+00	5.15E+00	1.02E+00	0.00	isloering	0.350		0.350		0.350	529	kg/m3	4037,7	2.243	m3	60	facade_ej_prefab				
7	vindspær	0.00	5.96	2.09E-02	3.19E+00	3.19E+00	1.02E+00	0.00	konstruktion dampspær	0.000		0.000		0.000	0,13	kg/m2	35,6	35,641	kg	60	facade_ej_prefab				
8									underkonstruktion, indv.	0.025		0.025		0.350	529	kg/m3	209,0	0,395	m3	40	facade_ej_prefab				
9									konstruktionstræ (fyr)	0.009		0.009		0.000	#/T	#/T	#/T	#/T	#/T	60	facade_ej_prefab total:				

ecoark (JSK 2011-14)

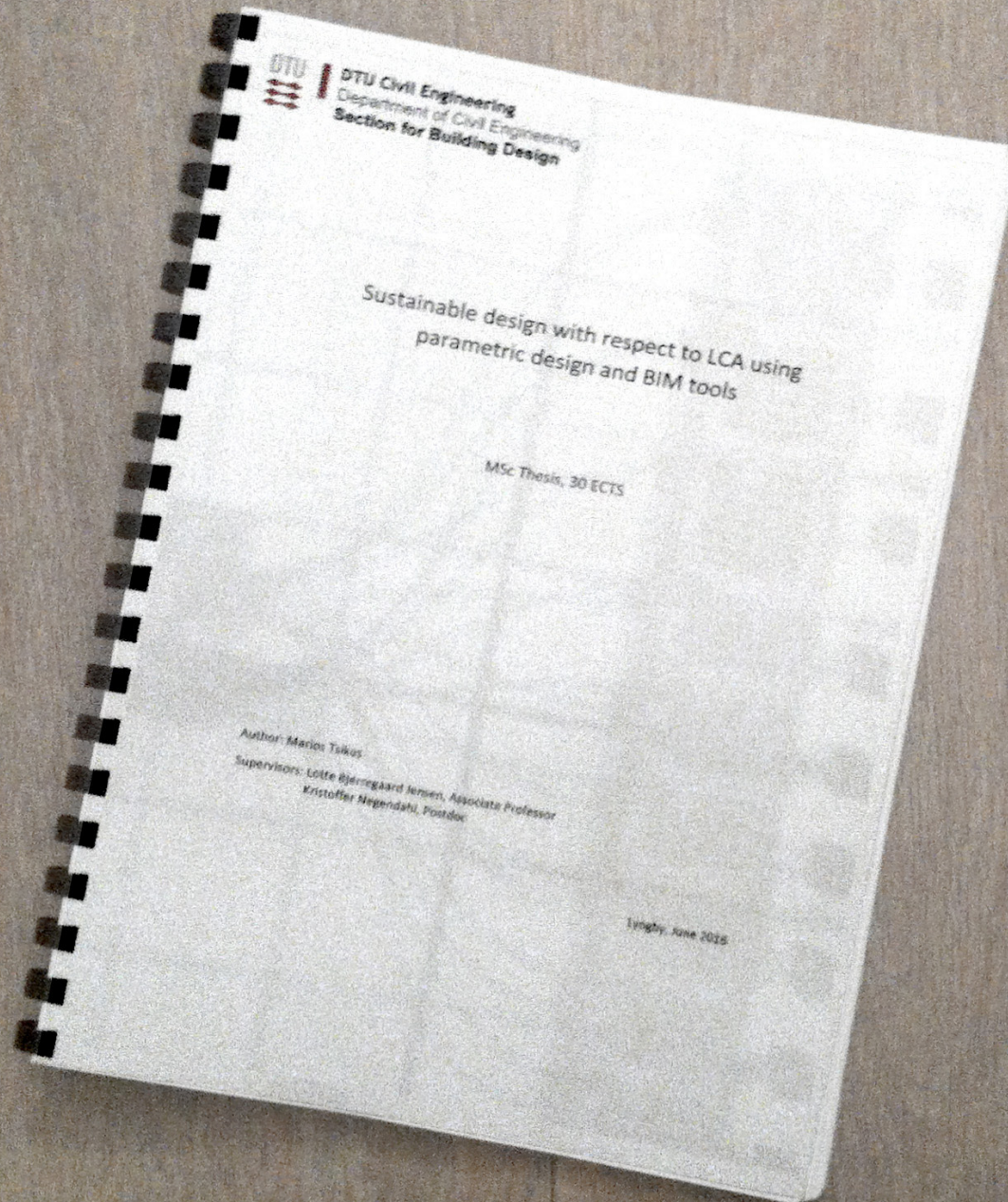
DGNB-tool (SBI)

workflow + værktøj

problemstillinger:

- stor tidsforbrug - LCI (mængdeudtræk)
- begrænsede muligheder for at følge med i en hurtig designproces
- analyseomfang er begrænset
(f.eks. DGNB: kun sammenligning med referencebygninger)
- integration i BIM (ulempen ved alternative værktøj som TALLY)
- databaser (adgang og særlige LCI-datasets)

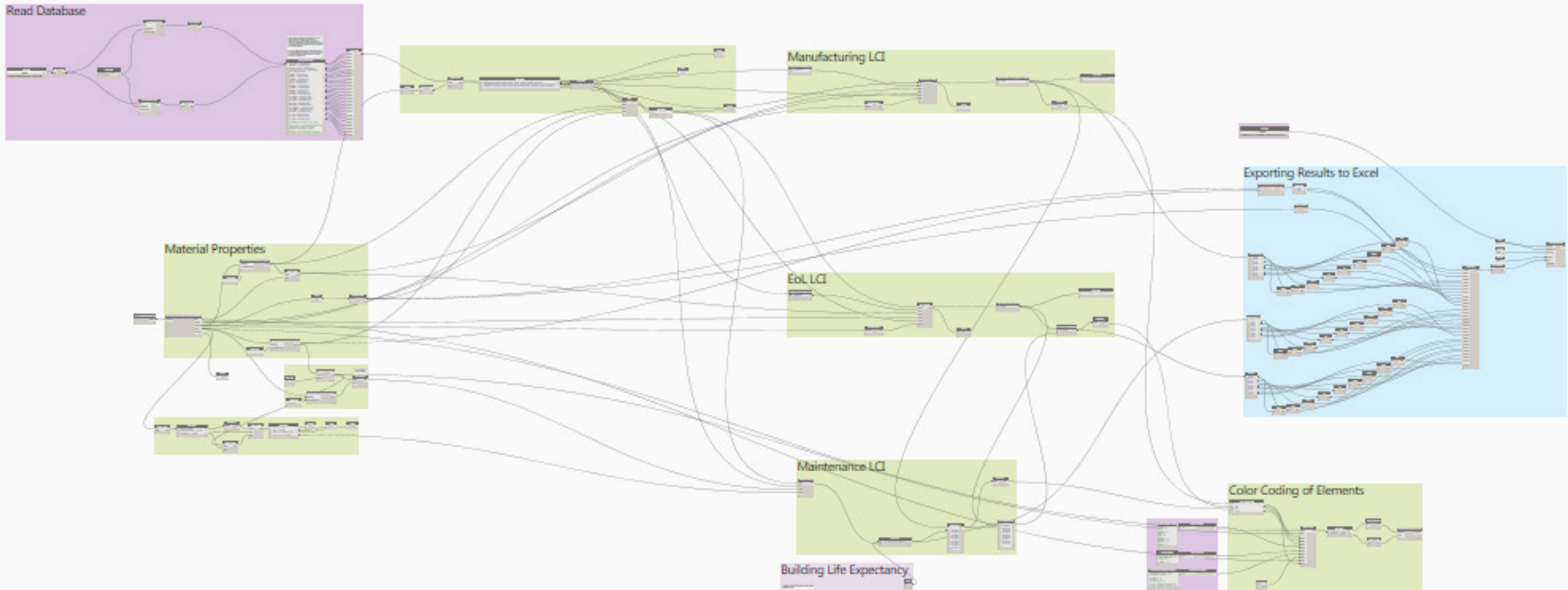
AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"
masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016



AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"

masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016 - under NORDIC BUILT STED projektet

- baseret på REVIT+ Dynamo
- integration af forskellige databaser muligt
- permanent link af datasets og materialer i Revit
- adgang til "rådata"
- hurtige resultater!



AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"

masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016 - under NORDIC BUILT STED projektet

LCA-database

og

materiale database

The image shows a screenshot of the Revit Material Browser and Material Parameters dialog. The Material Browser window is titled "Material Browser - _Betonement_vægge" and shows a list of materials. The selected material is "_Betonement_vægge". The Material Parameters dialog is open, showing the following parameters and values:

Parameter	Value
Identity Data	
Beskrivelse	Betonement, præfab
Farve og overflade	
Pris	
Produktdata	
SfB (Konstruktion)	G
SfB (Materiale)	f2
Workset	Materials
Edited by	

Blue arrows point to the "Comments" field in the Material Browser and the "SfB (Konstruktion)" and "SfB (Materiale)" fields in the Material Parameters dialog.

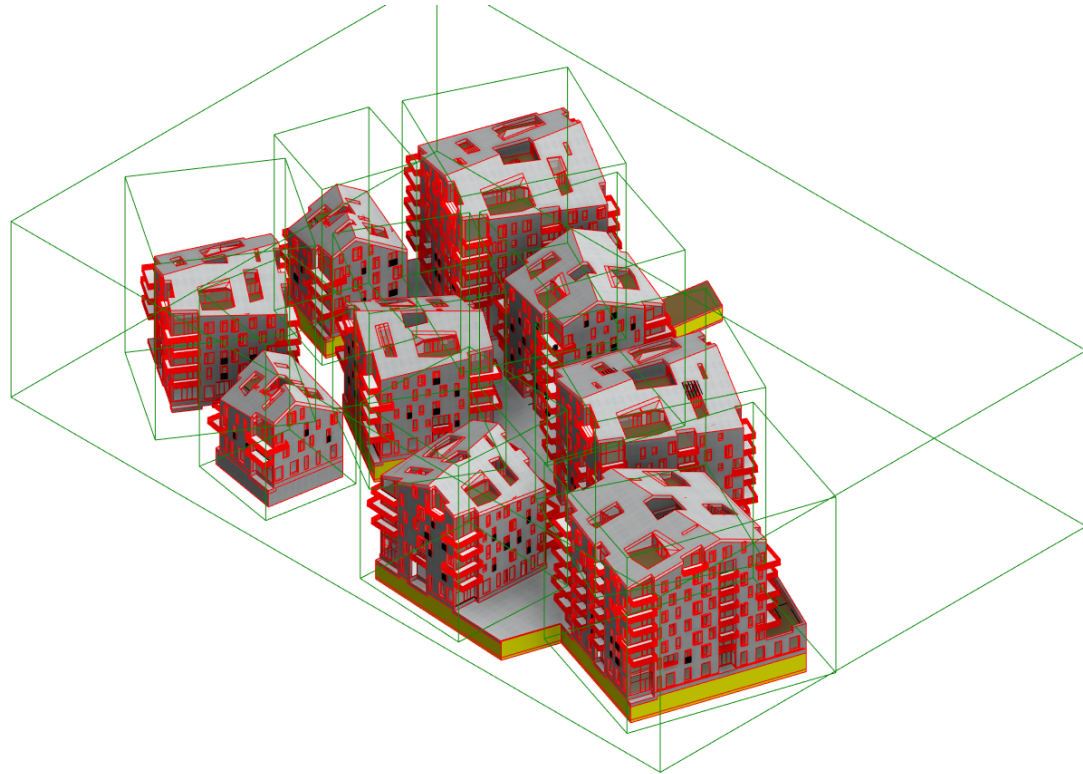
AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"

masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016 - under NORDIC BUILT STED projektet

"Error check"

model tjekkes for:

- korrekt codning (BIM7AA / SfB)
- materialer
- LCA-datasets



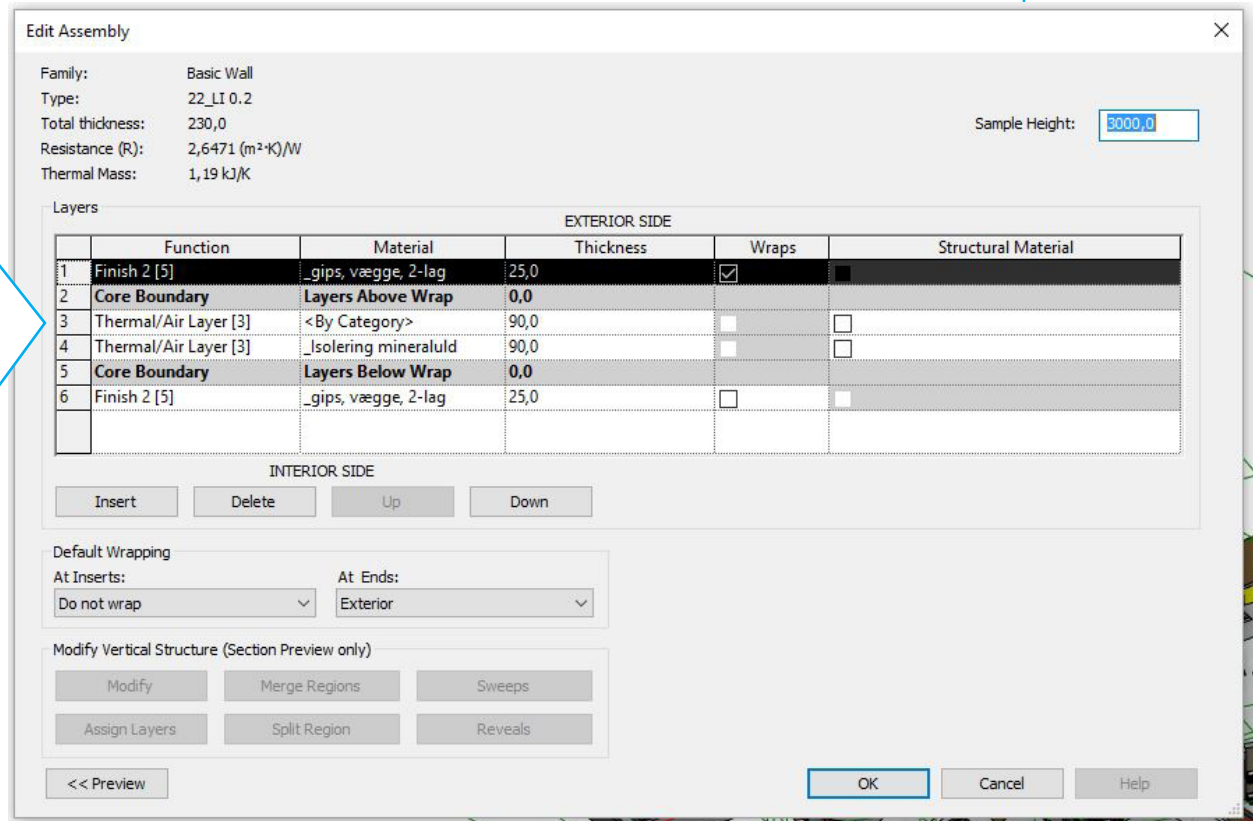
AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"

masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016 - under NORDIC BUILT STED projektet

"Error check"

model tjekkes for:

- korrekt codning (BIM7AA / SfB)
- **materialer**
- LCA-datasets



AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"

masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016 - under NORDIC BUILT STED projektet

"Error check"

model tjekkes for:

- korrekt codning (BIM7AA / SfB)
- materialer
- **LCA-datasets**

	A	B	C	D	E	F	G
1	Revit Material	DB Material					
2	_Betonelement_Kælder	1.3.05_Prefabricated concrete wall, 40cm [m3]					
3	_Isolering EPS 34	2.3.01_Extruded polystyrene (XPS) [m3]					
4	_gips, vægge, 2-lag	1.3.13_Gypsum fibre board [m3]					
5	_træ-terrasse	3.1.01_Timber larch (12% moisture [m3]					
6	_Isolering mineraluld	2.1.01_Mineral wool (Facades) [m3]					
7	_Facade bygning	Skifer Bispevika					
8	_Betonelement	1.3.05_Prefabricated concrete wall, 12cm [m3]					
9	_gips, vægge, 2-lag	1.3.13_Gypsum fibre board [m3]					
10	_Isolering mineraluld	2.1.01_Mineral wool (Facades) [m3]					
11	_gips, vægge, 2-lag	1.3.13_Gypsum fibre board [m3]					
12	_Isolering mineraluld	2.1.01_Mineral wool (Facades) [m3]					
13	_Betonelement	1.3.05_Prefabricated concrete wall, 12cm [m3]					
14	_Betonelement	1.3.05_Prefabricated concrete wall, 12cm [m3]					
15	_HVID	1.3.13_Gypsum fibre board [m3]					
16	_HVID	1.3.13_Gypsum fibre board [m3]					
17	Tre	not linked					
18	Hvit	not linked					
19	Glass	not linked					
20	Tre	not linked					
21	Hvit	not linked					
22	Tre	not linked					
23	Hvit	not linked					
24	Tre	not linked					
25	Hvit	not linked					
26	Tre	not linked					
27	Hvit	not linked					
28	Tre	not linked					

AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"

masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016 - under NORDIC BUILT STED projektet

første resultater:
LCI-"rådata"

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	Manufacturing														Replacemen				
2	SfB cod.	Type	Material	Type Quantit	Unit	GWP	ODP	POCF	AP	EP	ADPE	PENR	PERE	RSF	GWP	ODP	POCF	AP5	EP6
3	21 21_KY 0.1		_Betonelement_Kælder	1453,146066	m2	175222	-9,29E-04	26,20721	331,6392	46,55557	0,352727	1219597	50805,68	35468,32	0	0,00E+00	0	0	0
4	21 21_KY 0.1		_Isolering EPS 34	1453,146066	m2	26642,03	1,41E-04	2,31E+01	56,11417	5,24E+00	7,01E-03	778116,4	15980,34	6,949211	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0
5	21 21_LY 0.3		_gips, vægge, 2-lag	8318,667431	m2	59762,26	6,10E-05	7,52E+00	69,4671	1,28E+01	2,70E+00	925497,9	29889,56	13,08637	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00
6	21 21_LY 0.3		_træ-terrasse	8318,667431	m2	-125212	3,02E-04	6,643919	95,17439	15,75801	0,002678	578712,4	1565780	5,844745	0	0,00E+00	0	0	0
7	21 21_LY 0.3		_AIR	8318,667431	m2	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0	0	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00
8	21 21_LY 0.3		_Isolering mineraluld	8318,667431	m2	90524,43	1,18E-04	3,20E+01	421,1631	57,0015	1,09E+00	1117551	64567,95	1288,381	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0
9	21 21_LY 0.3		_Facade bygning	8318,667431	m2	946802	5,39E-03	647,304	5574,007	934,9947	0	11578711	23986510	0	0	0,00E+00	0	0	0
10	22 22_TI 0.1		_Betonelement	6398,489386	m2	514792,6	-2,72E-03	7,69E+01	974,3034	1,37E+02	1,04E+00	3582139	149335,7	104279,3	0	0,00E+00	0	0	0
11	22 22_LI 0.1		_gips, vægge, 2-lag	14624,37542	m2	207456	2,12E-04	26,09138	241,145	44,42144	9,36E+00	3212732	103757,3	45,42743	0	0	0	0	0
12	22 22_LI 0.1		_Isolering mineraluld	14624,37542	m2	99984,61	1,31E-04	3,54E+01	465,1764	6,30E+01	1,20E+00	1234340	71315,57	1423,023	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00
13	22 22_LI 0.2		_gips, vægge, 2-lag	11195,69183	m2	79426,43	8,11E-05	9,99E+00	92,32455	1,70E+01	3,58E+00	1230024	39724,41	17,39231	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00
14	22 22_LI 0.2		_Isolering mineraluld	11195,69183	m2	72530,57	9,47E-05	2,57E+01	337,447	4,57E+01	8,73E-01	895411,6	51733,55	1032,285	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00
15	22 22_TI 0.2		_Betonelement	1907,760387	m2	38416,32	-2,03E-04	5,739794	72,70723	10,21415	0,07731	267316,5	11144,15	7781,828	0	0,00E+00	0	0	0
16	22 22_TI 0.3		_Betonelement	189,7715885	m2	11464,89	-6,07E-05	1,712972	21,6986	3,048289	0,023072	79777,4	3325,838	2322,393	0	0,00E+00	0	0	0
17	31 31_UD2 10M		_HVID	144	pcs	3915,844	4,00E-06	4,92E-01	4,55E+00	8,38E-01	1,77E-01	6,06E+04	1,96E+03	8,57E-01	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
18	31 31_UD2 9M		_HVID	550	pcs	13653,71	1,39E-05	1,717204	15,87095	2,923596	6,16E-01	211445,9	6828,782	2,989806	0	0,00E+00	0	0	0
19	32 32_9x21M		Tre	121	pcs	-1104,86	2,66E-06	5,86E-02	0,839806	1,39E-01	2,36E-05	5106,481	13816,24	0,051573	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0
20	32 32_9x21M		Hvit	121	pcs	3147,888	3,22E-06	3,96E-01	3,659075	6,74E-01	1,42E-01	48749,22	1574,388	0,689305	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00
21	31 31_Dørtype M_T		Glass	1	pcs	6,672643	4,62E-09	0,001784	0,027969	0,005222	4,24E-05	81,79313	2,428479	0,001127	6,672643	4,62E-09	0,001784	0,027969	0,005222
22	32 32_15x26M		Tre	33	pcs	-400,929	9,65E-07	2,13E-02	0,304748	5,05E-02	8,58E-06	1853,033	5013,619	0,018715	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00
23	32 32_15x26M		Hvit	33	pcs	1794,599	1,83E-06	2,26E-01	2,086025	0,384268	8,10E-02	27791,75	897,5524	0,39297	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0
24	32 32_10x21M		Tre	40	pcs	-360,221	8,67E-07	0,019114	0,273806	0,045334	7,70E-06	1664,888	4504,568	0,016815	0	0	0	0	0
25	32 32_10x21M		Hvit	40	pcs	1159,417	1,18E-06	1,46E-01	1,347695	2,48E-01	5,23E-02	17955,11	579,8718	0,253882	0	0	0	0	0
26	32 32_10x23M		Tre	37	pcs	-381,703	9,19E-07	0,020254	0,290134	0,048037	8,16E-06	1764,173	4773,196	0,017817	0	0,00E+00	0	0	0
27	32 32_10x23M		Hvit	37	pcs	1175,681	1,20E-06	1,48E-01	1,366601	2,52E-01	5,30E-02	18206,98	588,0062	0,257443	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00
28	32 32_9x23M		Tre	41	pcs	-424,138	1,02E-06	2,25E-02	0,322389	5,34E-02	9,07E-06	1960,3	5303,842	0,019798	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00
29	32 32_9x23M		Hvit	41	pcs	1169,3	1,19E-06	1,47E-01	1,359183	2,50E-01	5,27E-02	18108,16	584,8147	0,256046	0	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00

AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"

masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016 - under NORDIC BUILT STED projektet

første resultater:
LCI Pivot table

Rækkenavn	GWP (Man)	GWP (Repl)	GWP (EoL)
31	35945,57615	-193,0219198	-31702,80622
31_UD2 10M	27,19335912	0	4,641347508
_HVID	27,19335912	0	4,641347508
31_UD2 9M	24,82493607	0	4,237106371
_HVID	24,82493607	0	4,237106371
31_Dørtype M_T	6,672643014	6,672643014	26,42345683
Glass	6,672643014	6,672643014	26,42345683
31_Dørtype L	5,125050832	5,125050832	20,29504038
Glass	5,125050832	5,125050832	20,29504038
31_Dørtype M	4,953096145	4,953096145	19,61410522
Glass	4,953096145	4,953096145	19,61410522
31_Dørtype S	4,920424755	4,920424755	19,48472754
Glass	4,920424755	4,920424755	19,48472754
31_UD2 8M	22,3993098	0	3,823101819
_HVID	22,3993098	0	3,823101819
31_UD2 10M eh	28,14521776	0	4,803810215
_HVID	28,14521776	0	4,803810215
31_UD 0.5	104,1761503	0	-90,86022646
_facade_vinduer-døre_gående rammer	102,8365193	0	-93,51267485
_facade_erhverv-glas døre	1,339631017	0	2,652448384
31_UV 1.5	888,2317427	0	-797,1339255
_facade_vinduer-døre_gående rammer	884,5752372	0	-804,373749
_facade_erhverv-glas fast	3,656505516	0	7,23982352
31_UD 0.3	239,0978165	3,270785851	-201,4931706
_facade_vinduer-døre_gående rammer	235,8270306	0	-214,4453798
_GLASS	3,270785851	3,270785851	12,95220928
31_UD 0.7	4845,723751	0	-4406,378131
_facade_vinduer-døre_gående rammer	4845,723751	0	-4406,378131
31_FA 1600	1354,275189	0	-1212,549213
_facade_vinduer-døre_gående rammer	749,070876	0	-681,1551166
_facade_boliger-glas	6,554612961	0	12,97803077
_facade_inddækninger_alu	598,6496997	0	-544,3721269
31_VO.08	668,5559804	1,906124717	-598,6587414
_facade_vinduer-døre_gående rammer	408,974838	0	-371,8944527
_GLASS	1,906124717	1,906124717	7,548194031
_facade_vinduer_karme_træ-alu	257,6750178	0	-234,3124828
31_VO.10	818,6007772	2,931395573	-730,1071233
_facade_vinduer-døre_gående rammer	485,9678041	0	-441,9067232
_GLASS	2,931395573	2,931395573	11,60823443

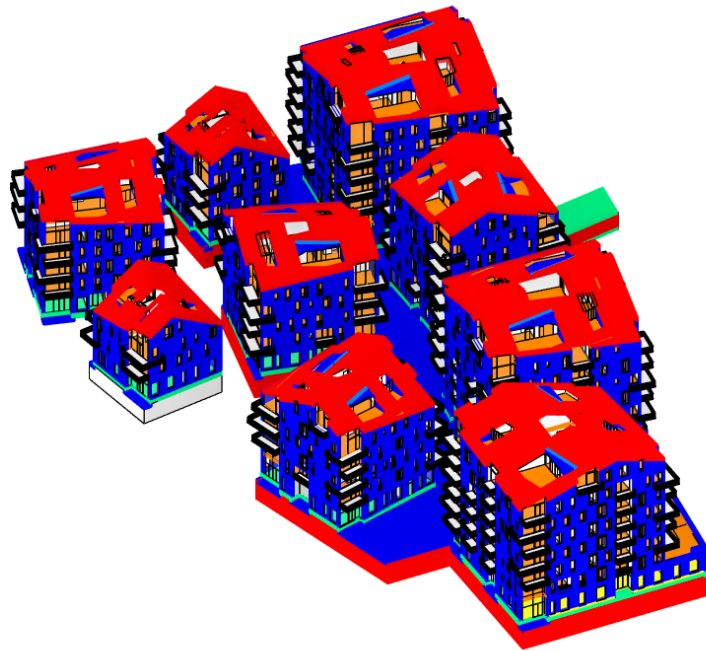
Sfb code	Type	Material
21	21_KY 0.1	_træ-terrasse
22	21_LY 0.3	_vinduer-karme ma...
23	22_LI 0.1	_vådrumsmembran
24	22_LI 0.2	Gipsloft
27	22_TI 0.1	Glass
31	22_TI 0.2	Hvit
32	22_TI 0.3	Tre
35	23_GT 0.1	

AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"

masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016 - under NORDIC BUILT STED projektet

første resultater:

resultater vises i REVIT-model



Ozone depletion potential (ODP)



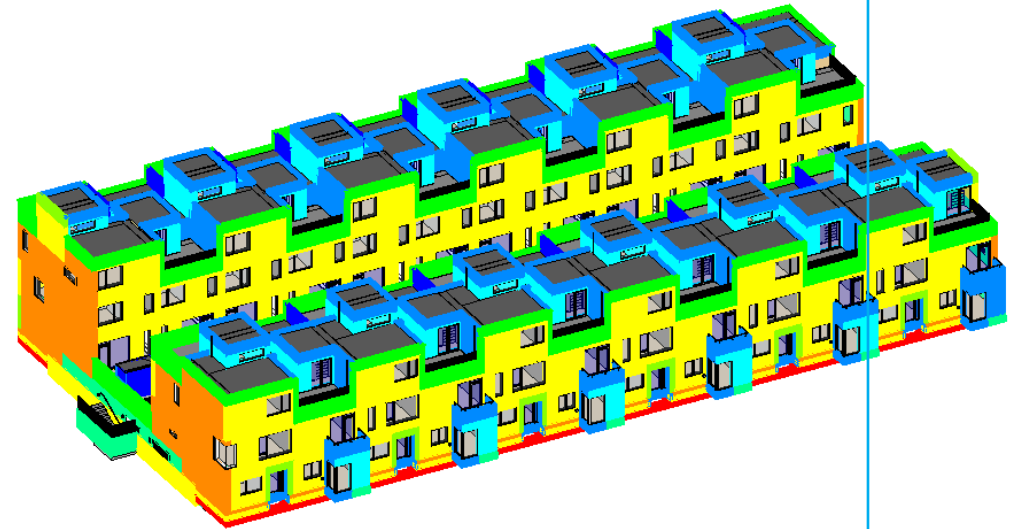
Primary energy demand non-renewable (PENRE)

AEFOROS - "den som bringer bæredygtigheden"

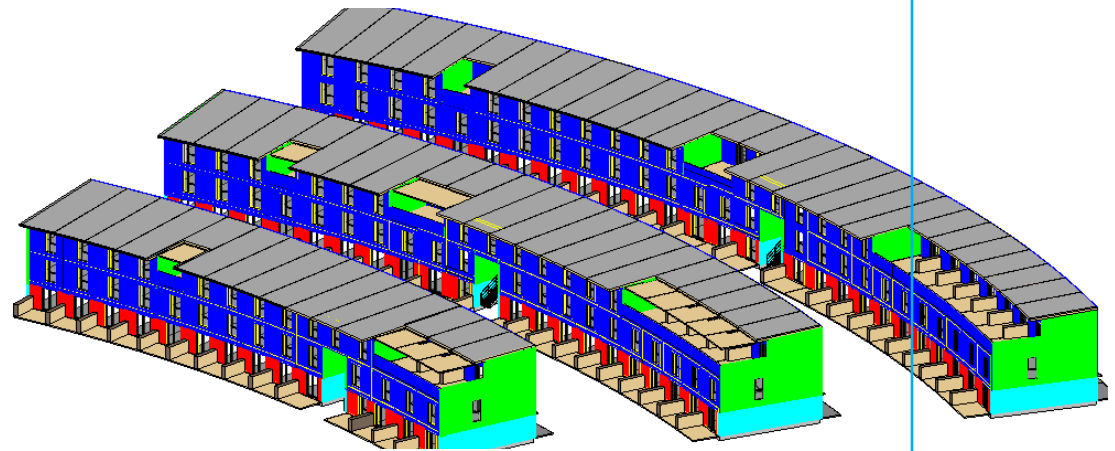
masterthesis - Marios Tsikos / DTU, 2016 - under NORDIC BUILT STED projektet

værktøjet verificeres på 3 cases

- tjek med andre værktøj (LCA Byg og DGNB)
- tjek af databaser
- tjek af beregningskerne



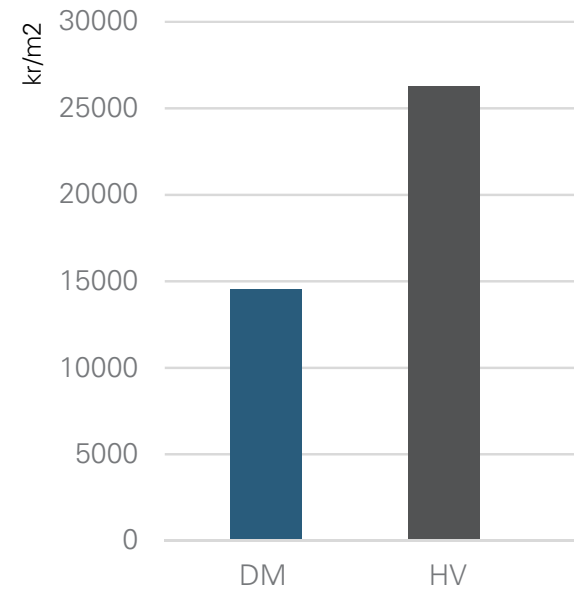
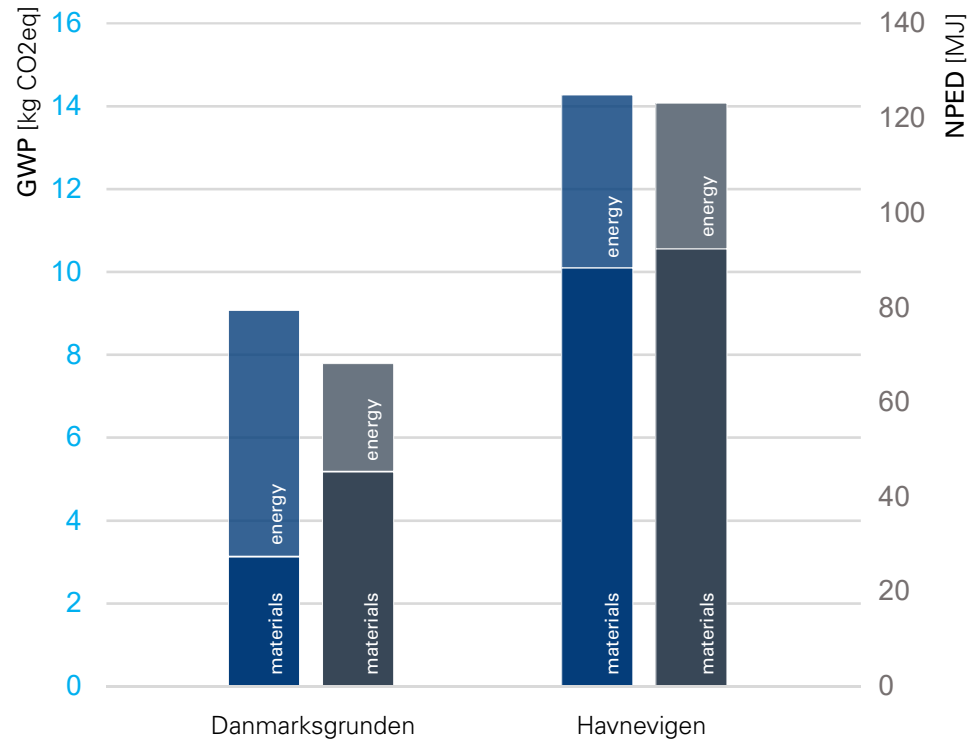
Havnevigens (2015)



Danmarksgrunden (2012)

nogle eksempler hvad bruger vi AEFOROS til?

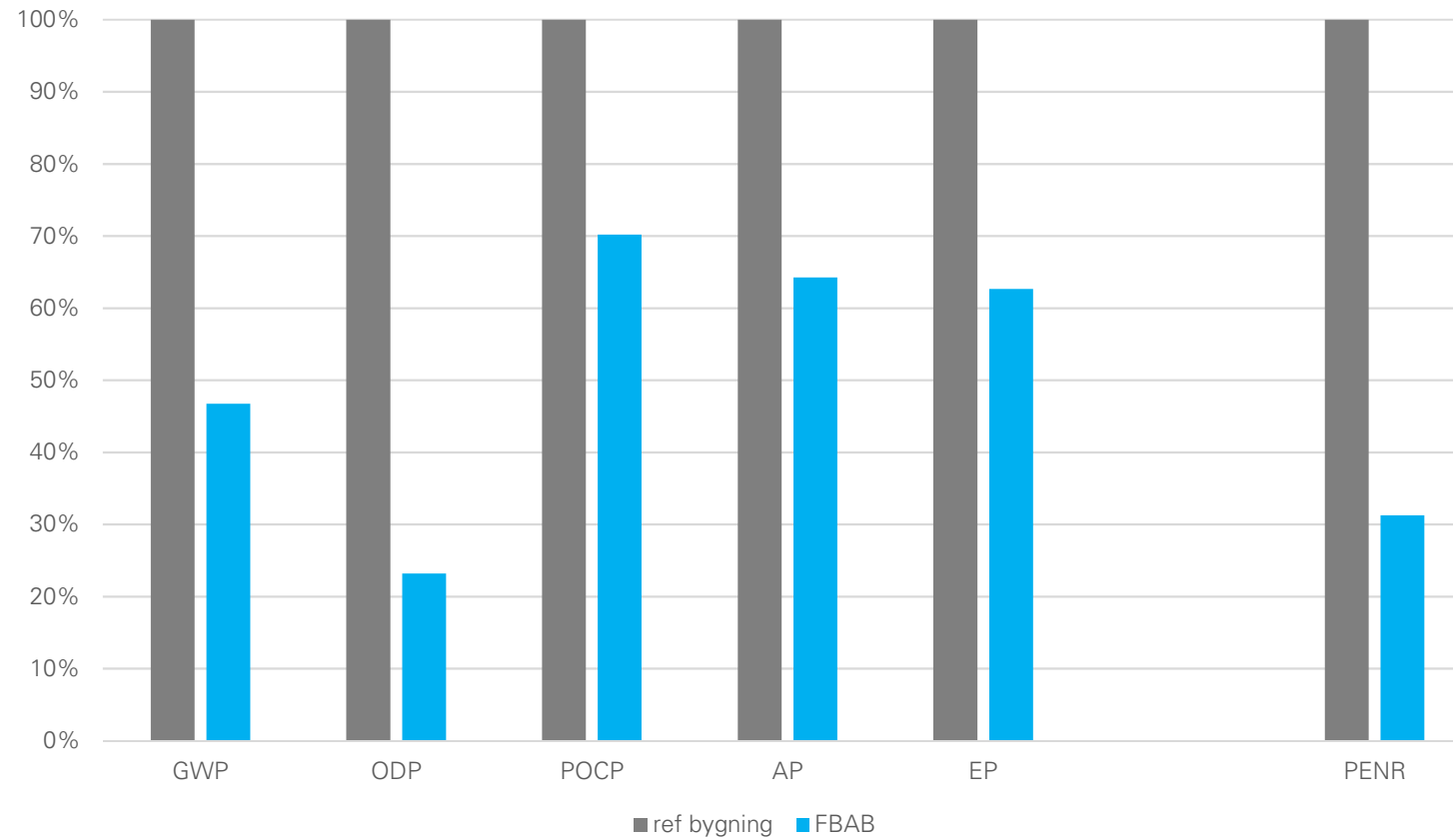
sammenligning på tværs af byggerier - inklusive LCC



fra artikel "scandinavian sustainability", Søren Nielsen, Harvard 2016

nogle eksempler ...

sammenligning på bygningsniveau

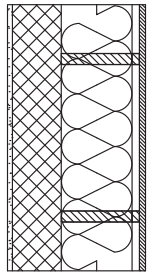


fra foredrag om træbyggeri Kim Dalgaard, 2016

nogle eksempler

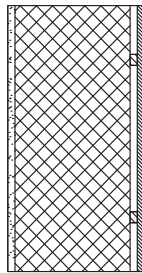
sammenligning af forskellige varianter for en bygningsdel baseret på "det performative / ydelsen"

Fassadenaufbauten und Gesamtdicken
bei festgelegtem U-Wert von 0,13W/m²K



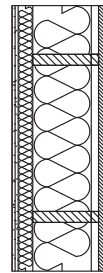
A
Betonfassade
Kerndämmung
Verschalung

Gesamtdicke: **55cm**
U-Wert: 0,13W/m²K



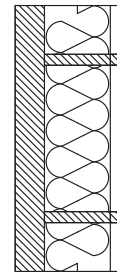
B
Gasbetonfassade
Verschalung

Gesamtdicke: **55cm**
U-Wert: 0,13W/m²K



C
Holzfassade, 2-schalig
Verschalung

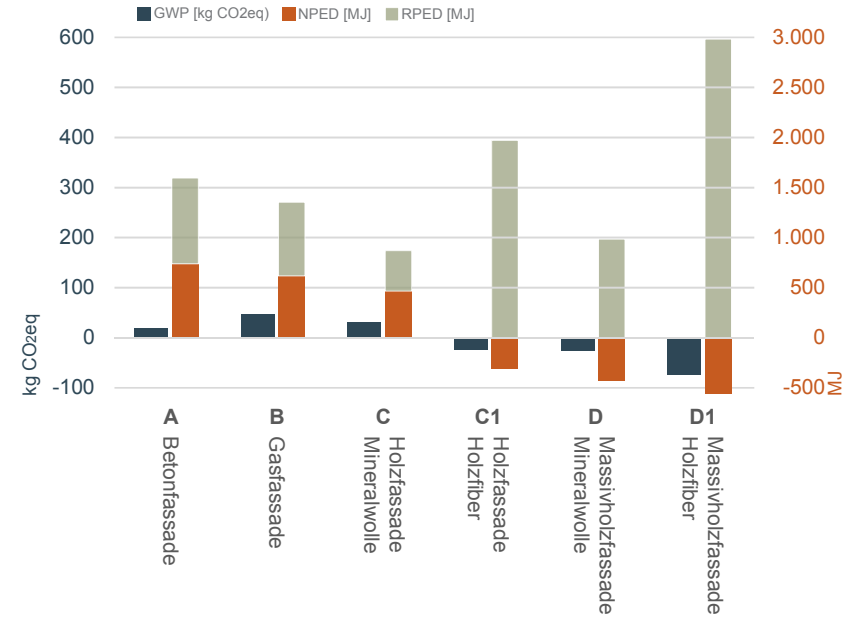
Gesamtdicke: **38cm**
U-Wert: 0,13W/m²K



D
Holzfassade, Massivholzkern
Verschalung

Gesamtdicke: **45cm**
U-Wert: 0,13W/m²K

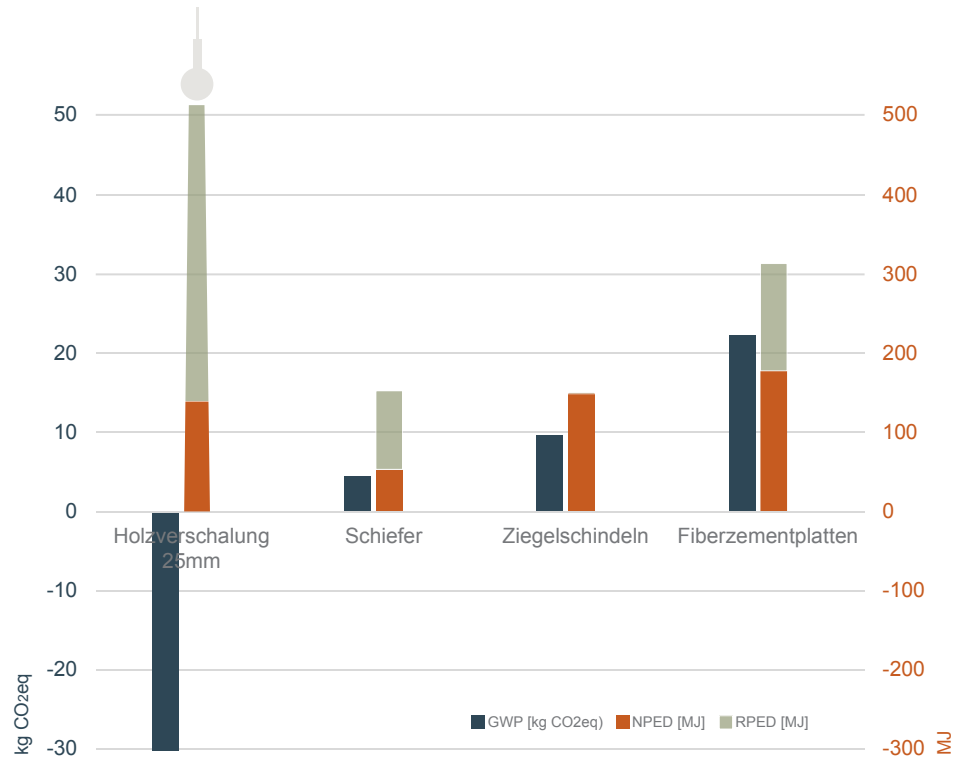
Umwelteinflüsse verschiedener Fassadenkonstruktionen
(FU: 1m² Fassade, betrachtet über 50 Jahre)



fra konkurrenceprojekt i Berlin, 2016

nogle eksempler

sammenligning af forskellige materialer med samme "functional unit"
 baseret på "service"/ (service life)



Umwelteinflüsse verschiedener Fassadenbekleidungen
 (FU: 1m² bekleidete Fassade über 50 Jahre)

AEFOROS + things to come

- AEFOROS har reduceret tidsforbrug fra ca. 3 uger til 2 timer
- mængdeudtræk til f.eks. udbud kan laves af samme funktion
- andre databaser kan tilknyttes (feks. til LEED eller BREEAM certifikater)

- integration af LCC
- grænseflade til andre programmer (såsom LCA.Byg)
- bedre grafiske overflade og evt integration i Revit (API)