

1 Introduktion

De følgende sider giver et overblik over hovedresultaterne for den livscyklusvurdering (LCA) som vi har lavet for ABC-projektet. Vi har beregnet de potentielle miljøpåvirkninger for fire forskellige byggerier: et traditionelt betonbyggeri, et CLT-byggeri, et byggeri med lette træelementer, samt en renovering af et eksisterende betonbyggeri.

Materialet er ved at blive bearbejdet til en videnskabelig artikel, som forventes at ligge klar sidst på året 2020.

DTU Management, marts 2020

Morten Ryberg, adjunkt

Pernille Krogh Ohms, forskningsassistent

2 Resultater af LCA for bygningstyper

2.1 Sammenligning af byggerier

Generelt har renoveringsprojektet den laveste miljøpåvirkning. Primært pga. at materialer fra det eksisterende byggeri bruges igen og fordi miljøpåvirkninger ved anlæg af infrastruktur kan undgås. Af nybyg er det lette byggeri generelt bedst, men der er ikke et af de 3 nybyggerier som er bedst på alle parametre.

Table 1 Karakteriserede resultater for de fire typer byggeri vist som påvirkning pr m²

Impact category	Unit	CLT	Concrete	Light	Renovation
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq	0.49	0.75	0.54	0.22
Fossil resource scarcity	kg oil eq	135.71	158.27	132.84	77.20
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	8.82	14.34	10.32	3.24
Freshwater eutrophication	kg P eq	0.06	0.12	0.07	0.01
Global warming	kg CO2 eq	371.52	538.29	399.68	240.86
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	20.06	66.19	37.69	4.03
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	172.21	333.85	216.44	49.04
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	30.08	26.66	25.00	6.40
Land use	m ² a crop eq	283.51	38.11	56.73	8.15
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	12.20	19.94	14.23	4.34
Marine eutrophication	kg N eq	0.0069	0.0070	0.0053	0.0014
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	1.13	6.58	3.23	0.26
Ozone formation, Human health	kg NOx eq	1.16	1.52	1.17	0.51
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	1.22	1.60	1.23	0.53
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	1.27	1.70	1.31	0.61
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	1056.51	1136.15	857.31	233.40
Water consumption	m ³	102.45	203.16	132.04	30.12

Table 2 Relativ sammenligning af bygningstyperne

Impact category	CLT	Concrete	Light	Renovation
Fine particulate matter formation	65.66%	100.00%	71.49%	29.71%
Fossil resource scarcity	85.75%	100.00%	83.93%	48.78%
Freshwater ecotoxicity	61.51%	100.00%	72.01%	22.60%
Freshwater eutrophication	47.54%	100.00%	60.52%	11.62%
Global warming	69.02%	100.00%	74.25%	44.75%
Human carcinogenic toxicity	30.30%	100.00%	56.95%	6.10%
Human non-carcinogenic toxicity	51.58%	100.00%	64.83%	14.69%
Ionizing radiation	100.00%	88.63%	83.12%	21.29%
Land use	100.00%	13.44%	20.01%	2.88%
Marine ecotoxicity	61.19%	100.00%	71.38%	21.77%
Marine eutrophication	97.89%	100.00%	74.62%	20.08%
Mineral resource scarcity	17.13%	100.00%	49.06%	3.89%
Ozone formation, Human health	76.37%	100.00%	76.68%	33.65%
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	76.32%	100.00%	76.88%	33.00%
Stratospheric ozone depletion	100.00%	97.57%	96.08%	49.70%
Terrestrial acidification	74.62%	100.00%	76.66%	35.52%
Terrestrial ecotoxicity	92.99%	100.00%	75.46%	20.54%
Water consumption	50.43%	100.00%	64.99%	14.83%

2.2 Importance of insulation thickness and material

Vi har set nærmere på isolering for betonbyggeriet og om mer-isolering kan betale sig miljømæssigt. Vores analyse viser at det generelt er en fordel at isolerer mere.

Dette skyldes især det relativt store energiforbrug til opvarmning over byggeriets levetid. Den øgede miljøpåvirkning ved produktion og transport af glasuld kan derfor bestemt betale sig miljømæssigt fordi varmekonsumet over levetiden på 30 år er så lang.

Tabel 1 Sammenligning af forskellige isoleringstykkelser samt materialer, vist som påvirkning pr m2

Indicator	Concrete, glass wool insulation			
	100 mm	200 mm	300 mm	400 mm
Fine particulate matter formation [kg PM2.5 eq]	7.74E-01	7.49E-01	7.44E-01	7.44E-01
Fossil resource scarcity [kg oil eq]	1.72E+02	1.58E+02	1.54E+02	1.52E+02
Freshwater ecotoxicity [kg 1,4-DCB]	1.50E+01	1.43E+01	1.42E+01	1.42E+01
Freshwater eutrophication [kg P eq]	1.24E-01	1.23E-01	1.23E-01	1.24E-01
Global warming [kg CO2 eq]	5.81E+02	5.38E+02	5.25E+02	5.19E+02
Human carcinogenic toxicity [kg 1,4-DCB]	6.58E+01	6.62E+01	6.69E+01	6.76E+01
Human non - carcinogenic toxicity [kg 1,4-DCB]	3.40E+02	3.34E+02	3.34E+02	3.35E+02
Ionizing radiation [kBq Co-60 eq]	2.62E+01	2.67E+01	2.76E+01	2.87E+01
Land use [m2a crop eq]	3.81E+01	3.81E+01	3.82E+01	3.82E+01
Marine ecotoxicity [kg 1,4-DCB]	2.08E+01	1.99E+01	1.98E+01	1.97E+01

Marine eutrophication [kg N eq]	7.12E-03	7.04E-03	7.08E-03	7.16E-03
Mineral resource scarcity [kg Cu eq]	6.59E+00	6.58E+00	6.58E+00	6.59E+00
Ozone formation, Human health [kg NOx eq]	1.55E+00	1.52E+00	1.51E+00	1.51E+00
Ozone formation, Terrestrial ecosystems [kg NOx eq]	1.63E+00	1.60E+00	1.59E+00	1.59E+00
Stratospheric ozone depletion [kg CFC11 eq]	2.96E-04	2.98E-04	3.10E-04	3.25E-04
Terrestrial acidification [kg SO2 eq]	1.77E+00	1.70E+00	1.69E+00	1.70E+00
Terrestrial ecotoxicity [kg 1,4-DCB]	1.16E+03	1.14E+03	1.14E+03	1.14E+03
Water consumption [m3]	2.05E+02	2.03E+02	2.03E+02	2.04E+02

2.3 Vigtighed af transport

Vi har undersøgt vigtigheden af de enkelte stadier i byggeriet livscyklus. Vi ser at transport af materialer generelt er vigtigt for CLT, men at det er mindre vigtigt for de andre typer byggeri.

Impact category	CLT	Transport contribution			
		Concrete	Light	Renovation	
Fine particulate matter formation	12%	7%	7%		2%
Fossil resource scarcity	9%	3%	3%		1%
Freshwater ecotoxicity	6%	1%	1%		1%
Freshwater eutrophication	5%	1%	2%		2%
Global warming	10%	2%	3%		1%
Human carcinogenic toxicity	4%	0%	1%		2%
Human non-carcinogenic toxicity	10%	1%	2%		3%
Ionizing radiation	3%	2%	1%		1%
Land use	0%	0%	0%		1%
Marine ecotoxicity	7%	1%	1%		2%
Marine eutrophication	4%	2%	2%		2%
Mineral resource scarcity	6%	0%	1%		2%
Ozone formation, Human health	11%	9%	7%		2%
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	11%	8%	7%		2%
Stratospheric ozone depletion	8%	2%	2%		1%
Terrestrial acidification	13%	10%	8%		2%
Terrestrial ecotoxicity	38%	5%	9%		15%
Water consumption	10%	4%	4%		3%

Overordnet ser vi at produktion af byggekomponenter/materialer, brugsfasen og infrastruktur har væsentlig betydning for den samlede miljøpåvirkning på tværs af alle miljøpåvirkninger. Det er derfor der man skal fokusere hvis man vil reducere miljøpåvirkningen for nogen af bygningstyperne.



Figur 1 Oversigt over betydning af livscyklusstadier for de fire typer byggeri