

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	0.67	0.64	0.57	0.33
Fossil resource scarcity	kg oil eq	154.25	150.02	144.99	93.78
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	9.55	10.02	9.38	4.04
Freshwater eutrophication	kg P eq	0.06	0.07	0.05	0.02
Global warming	kg CO2 eq	449.74	488.87	432.05	296.53
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	18.00	30.12	24.76	5.42
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	200.23	198.66	173.05	59.87
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	26.81	19.85	24.03	5.57
Land use	m ² a crop eq	332.63	36.57	48.13	1.77
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	13.46	13.96	13.01	5.50
Marine eutrophication	kg N eq	0.01	0.01	0.01	0.00
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	1.16	2.87	1.82	0.51
Ozone formation, Human health	kg NOx eq	1.45	1.42	1.25	0.69
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	1.51	1.48	1.31	0.71
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	0.00	0.00	0.00	0.00
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	1.62	1.62	1.53	0.93
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	1378.59	953.12	908.96	394.17
Water consumption	m ³	4.19	5.21	4.53	2.38

Table 2 Relativ sammenligning af bygningstyperne

Impact category	CLT	Concrete	Light	Renovation
Fine particulate matter formation	100.00%	94.84%	85.20%	49.71%
Fossil resource scarcity	100.00%	97.26%	94.00%	60.80%
Freshwater ecotoxicity	95.39%	100.00%	93.66%	40.31%
Freshwater eutrophication	86.10%	100.00%	81.27%	26.50%
Global warming	92.00%	100.00%	88.38%	60.66%
Human carcinogenic toxicity	59.78%	100.00%	82.21%	18.00%
Human non-carcinogenic toxicity	100.00%	99.22%	86.42%	29.90%
Ionizing radiation	100.00%	74.04%	89.62%	20.77%
Land use	100.00%	10.99%	14.47%	0.53%
Marine ecotoxicity	96.47%	100.00%	93.20%	39.44%
Marine eutrophication	100.00%	81.79%	81.48%	37.53%
Mineral resource scarcity	40.46%	100.00%	63.47%	17.89%
Ozone formation, Human health	100.00%	97.84%	86.36%	47.72%
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	100.00%	97.84%	86.59%	46.88%
Stratospheric ozone depletion	94.99%	75.65%	100.00%	52.05%
Terrestrial acidification	100.00%	99.77%	94.42%	57.70%
Terrestrial ecotoxicity	100.00%	69.14%	65.93%	28.59%
Water consumption	80.40%	100.00%	86.82%	45.70%

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 varmeforbruget over levetiden på 30 år er så lang.

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

Indicator	Unit	Glasuld, isoleringstykkelser			Stenuld RW, 200 mm
		GW, 150 mm	GW, 200 mm	GW, 300 mm	
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq	6.56E-01	6.38E-01	6.22E-01	6.49E-01
Fossil resource scarcity	kg oil eq	1.56E+02	1.50E+02	1.44E+02	1.53E+02
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	1.03E+01	1.00E+01	9.79E+00	1.00E+01
Freshwater eutrophication	kg P eq	6.79E-02	6.75E-02	6.76E-02	6.71E-02
Global warming	kg CO2 eq	5.09E+02	4.89E+02	4.70E+02	4.97E+02
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	2.99E+01	3.01E+01	3.07E+01	2.87E+01
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	2.01E+02	1.99E+02	1.98E+02	1.98E+02
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	1.96E+01	1.99E+01	2.07E+01	1.79E+01
Land use	m2a crop eq	3.66E+01	3.66E+01	3.66E+01	3.65E+01
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	1.43E+01	1.40E+01	1.37E+01	1.40E+01
Marine eutrophication	kg N eq	5.93E-03	5.78E-03	5.68E-03	5.77E-03
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	2.88E+00	2.87E+00	2.87E+00	2.86E+00
Ozone formation, Human health	kg NOx eq	1.44E+00	1.42E+00	1.39E+00	1.43E+00
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	1.50E+00	1.48E+00	1.45E+00	1.49E+00
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	2.49E-04	2.48E-04	2.56E-04	2.17E-04
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	1.67E+00	1.62E+00	1.57E+00	1.64E+00

Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	9.77E+02	9.53E+02	9.34E+02	9.50E+02
Water consumption	m3	5.37E+00	5.21E+00	5.09E+00	5.23E+00

Vi har undersøgt vigtigheden af levetid for isolering med glasuld. Her ser vi at ved meget kort levetid (5-10 år) kan mer-isolering ikke betale sig, men ved længere levetid giver mer-isolering miljømæssigt mening.

	Lifetime: 5 yr			Lifetime: 10 yr			Lifetime: 30 yr			Lifetime: 50 yr		
	150 mm	200 mm	300 mm	150 mm	200 mm	300 mm	150 mm	200 mm	300 mm	150 mm	200 mm	300 mm
Global warming	100.0%	100.4%	101.5%	100.0%	99.6%	99.7%	100.0%	96.1%	92.3%	100.0%	94.4%	88.8%

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	11%		7%	5%	2%
Fossil resource scarcity	9%		2%	2%	0%
Freshwater ecotoxicity	6%		1%	1%	0%
Freshwater eutrophication	6%		2%	2%	1%
Global warming	9%		2%	2%	0%
Human carcinogenic toxicity	5%		1%	1%	0%
Human non-carcinogenic toxicity	12%		1%	2%	0%
Ionizing radiation	4%		2%	1%	1%
Land use	0%		0%	0%	1%
Marine ecotoxicity	8%		1%	1%	0%
Marine eutrophication	4%		1%	1%	0%
Mineral resource scarcity	6%		0%	1%	0%
Ozone formation, Human health	10%		7%	5%	2%
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	10%		7%	5%	2%
Stratospheric ozone depletion	9%		2%	1%	0%
Terrestrial acidification	12%		8%	6%	2%
Terrestrial ecotoxicity	35%		3%	5%	1%
Water consumption	3%		1%	1%	0%

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