

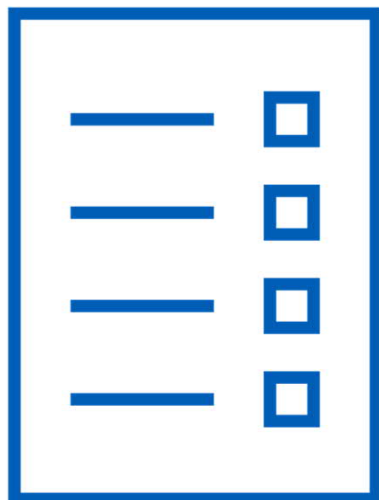
Minimering af broers CO2-aftryk i forbindelse med projekteringen

Dansk Brodag 2023

Christian von Scholten



Indhold



- Afgrænsninger og lidt størrelsesordner
- Nyt afsnit 3.2 i Projekteringsgrundlag for Broer
”Bæredygtighedsoptimering af bygværker med hensyn til
reduktion af CO2-aftryk”
- CO2-Redegørelsen
- CO2-Target
- Nogle konkrete erfaringer omkring CO2-aftryk i
Vejdirektoratets broprojekter

Afgrænsninger

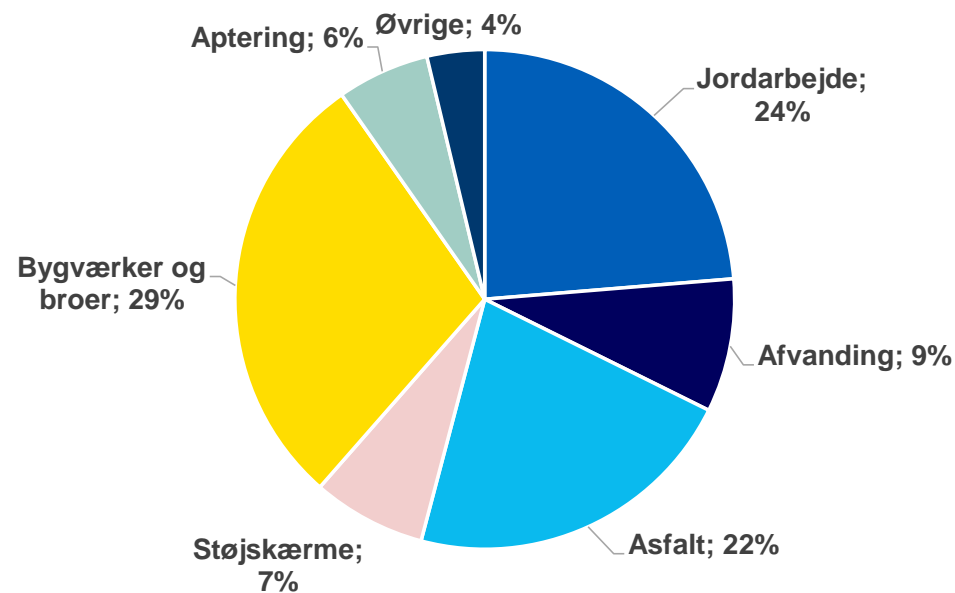
Indlægget omhandler alene:

- CO2-forhold for nyanlæg af broer i forbindelse med projekteringen
- CO2 aftryk og ikke forhold som f.eks. ressourceforbrug og biodiversitet

Lidt størrelsesordner

baseret på grove skøn

- En overføring af en landevej over en motorvej har typisk et CO2 aftryk på 300-400 ton CO2
- Underføringer med samme funktion har generelt et større CO2-aftryk – typisk 50%
- Vejdirektoratets andel af Infrastrukturplanen 2035 svarer til omkring 58 mia. kr. (ex. Havnetunnelen).
- Et meget groft skøn på, hvad broerne i IP35 vil medføre af CO2-aftryk (hvis 2019 design)
Af størrelsesorden 350.000 ton CO2 i alt fra 2022 og frem til 2035



Anlægsøkonomi, fordeling af Vejdirektoratets del af IP35
Reference: Brodagen 2022, Helle Blæsbjerg, Vejdirektoratet

Dansk Brodag 2023

5

Nyt afsnit 3.2 i Projekteringsgrundlag for Broer

3.2 Bæredygtighedsoptimering af bygværker med hensyn til reduktion CO₂-aftryk.

Nyrevideret udgave er netop udgivet af Vejregelgruppen for Bygværker og findes på Vejregler.dk

Pressemeddelelse 21-09-2022

Skræddersyede krav til broer og tunneler giver enorm CO₂-besparelse

Vejdirektoratet vil fra 2023 indføre nye, strengere regler for, hvordan bygværker af beton som for eksempel broer og tunneler skal bygges. Det vil nedbringe CO₂-udledningen på en lang række bygværker med helt op til 60 procent.



INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING - PROJEKTERINGSGRUNDLAGETS ANVENDELSE	4
1.1	Formål	4
1.2	Afgrænsning	4
1.3	Læsevejledning	5
1.4	Ændringer i forhold til tidligere udgave	5
1.5	Referencer	5
2	PROJEKTERINGSBESTEMMELSER	6
2.1	Overordnede bestemmelser	6
2.2	Projektgrundlag	10
2.3	Udformning, geometri og udstyr	11
2.4	Udførelse	18
2.5	Dokumentation	19
2.6	Kontrol og godkendelser	22
2.7	Kvalitetsstyring og miljøledelse	22
3	DIMENSIONERINGSGRUNDLAG	23
3.1	Dimensionering for klimaforandringer	23
3.2	Bæredygtighedsoptimering af bygværker med hensyn til reduktion af CO ₂ -aftryk	29
4	MATERIALER OG DIMENSIONERINGSKRAV	39
4.1	Geotekniske konstruktioner	39
4.2	Betonkonstruktioner	57
4.3	Stålkonstruktioner	83
4.4	Kompositkonstruktioner beton – stål {Ikke udarbejdet}	96
4.5	Trækonstruktioner {Ikke udarbejdet}	96
4.6	Konstruktionselementer i andre materialer {Ikke udarbejdet}	96
4.7	Lejer	96
4.8	Mekaniske og støbte fugekonstruktioner	101
4.9	Fugtisolering og brobelægning	106
4.10	Afvanding af broer	114
4.11	Broautoværn og -rækværk {ikke udarbejdet}	122

Introduktion til livscyklusvurdering

Beregning af broers CO₂-aftryk foretages gennem livscyklusberegninger (LCA - Life Cycle Assessment), som dækker hele bygværkets levetid.

$$\text{CO}_2 = \sum (\text{mængde}) \times (\text{emissionsværdi})$$

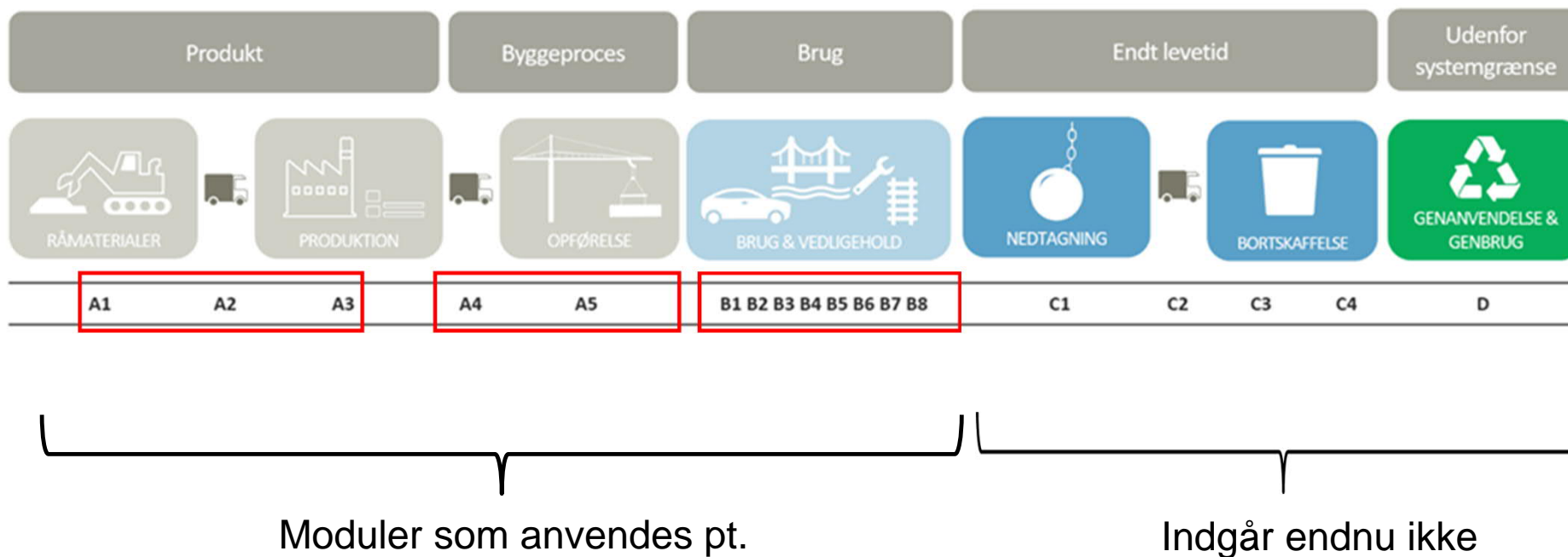
Emissionsværdierne er baseret på EPD'er for hvert produkt

En EPD er:

- en miljøvaredeklaration i form af et dokument for et "produkt"
- med tabelværdier med emissionsværdier, f.eks. kg CO₂e /kg produkt
- den er standardiseret og 3. parts verificeret

Livscyklus for anlægsarbejder

jf. EN 15643-5




Dansk Brodag 2023

InfraLCA tilgængelig for alle

I grunden blot Tilbudslisten med et tillæg til LCA-beregning

Download og vejledning

Du kan downloade den seneste model og se, hvilke ændringer der er lavet siden sidste version. Se også vores seneste webinar om modellen.



Download modellen

Download seneste version af InfraLCA-modellen fra december 2022.

[Download seneste version](#)

Ændringslog v. 2.11

- Omregningsfaktor i den aggregerede liste for brønde er korigeret
- Tilbudslisten kan nu importeres igen
- Energimix er ændret til 2022

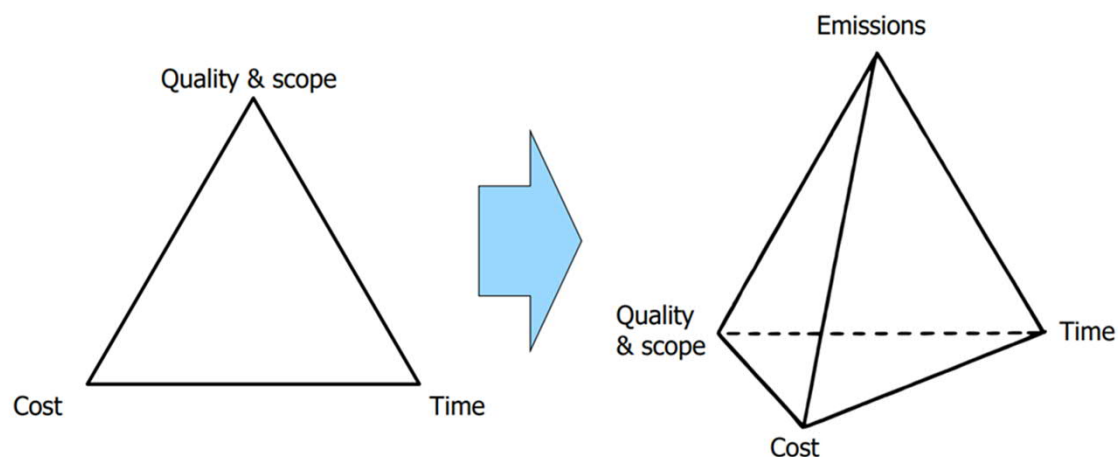
Ændringslog v. 2.10

Ændringslog v. 2.02

Ændringslog v. 1.51

Aggregeret liste						Indvanding	Materialer	A3 Indbygning, Model 1	A3 Indbygning, Model 2	A4 Transport 1	A4 Transport 2	A1-3 Materialemissioner	B4 vedligeholdelse
Samlet længde (Vej)						1 km							
HP	PO	UR	Column4	Column1	Coli	Materialvægt og brønd	Anvendte	A5 Indbygning 1	A5 Indbygning 2	A4 Transport 1	A4 Transport 2	A1-3 Materialemissioner	Material
							Kommentar	Kommentar	Transport	Transport	Mængde materiale	Vedligeh	
41	6	901	Belysning type 1										
42			Signalanlæg										
42	3	901	Signalanlæg type 1		stk.								
51			Elementuneller										
54			Fundering										
54	1	2	Spunsvæg		m2								
55			Form til fundamenter og sætningsplader										
56			Slap armering										
57			Spændt armering										
58			Beton										
59			Stålarbejder										
60			Fugtsolering										

Optimering og helhedshensyn



Reference Mika Lemmetyinen, Finnish approach to bridge LCA calculations, NVF Bridge Seminar in Reykjavik 5-6. Oktober 2022

- Optimering skal ske uden at vi går på akkord med bygværkets planlagte levetid og sikkerhed
- Hvad der CO2-mæssigt kan være optimalt for projektet som helhed, er ikke nødvendigvis optimalt for bygværkerne og omvendt

Tilgang til bæredygtighedsoptimering for betonbygværker

Projektfaser	Planlægning		Fastlæggelse af projektet		Udførelse	
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
	Foranalysen	MKV og skitseprojekt	Projekt til besigtigelse Projektforslag	Deatilprojektering og udbudsprojekt	Udførelse	Som udført
Design og CO2 aktiviteter	Overordnede CO2 mål og valg af hovedforslag til infrastrukturløsning	Valg af brotyper, byggemetoder og materialer	Fastlæggelse af hovedmængder	Optimering af broens materialer og geometri samt udbudskrav til CO2		
LCA - beregninger		Grov LCA-beregning baseret på brotype, materialevalg og m2 broareal	LCA-beregning på hovedmængder	Fuld LCA-beregning i InfraLCA for endelige mængder		LCA-beregning af "som udført" projekt inkl. dokumentation ved EPD'er
Rådgiverens leverance		CO2-redegørelse Fase 2	CO2-redegørelse Fase 3	CO2-redegørelse Fase 4		CO2-redegørelse Fase 6

Tilgang til bæredygtighedsoptimering for betonbygværker

Projektfaser	Planlægning		Fastlæggelse af projektet		Udførelse	
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
Projektfaser	Foranalysen	MKV og skitseprojekt	Projekt til besigtigelse Projektforslag	Deatilprojektering og udbudsprojekt	Udførelse	Som udført
Design og CO2 aktiviteter	Overordnede CO2 mål og valg af hovedforslag til infrastrukturløsning	Valg af brotyper, byggemetoder og materialer	Fastlæggelse af hovedmængder	Optimering af broens materialer og geometri samt udbudskrav til CO2		
LCA - beregninger		Grov LCA-beregning baseret på brotype, materialevalg og m2 broareal	LCA-beregning på hovedmængder	Fuld LCA-beregning i InfraLCA for endelige mængder		LCA-beregning af "som udført" projekt inkl. dokumentation ved EPD'er
Rådgiverens leverance		CO2-redegørelse Fase 2	CO2-redegørelse Fase 3	CO2-redegørelse Fase 4		CO2-redegørelse Fase 6

Tilgang til bæredygtighedsoptimering for betonbygværker

Projektfaser	Planlægning		Fastlæggelse af projektet		Udførelse	
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
	Foranalysser	MKV og skitseprojekt	Projekt til besigtigelse Projektforslag	Deatilprojektering og udbudsprojekt	Udførelse	Som udført
Design og CO2 aktiviteter	Overordnede CO2 mål og valg af hovedforslag til infrastrukturløsning	Valg af brotyper, byggemetoder og materialer	Fastlæggelse af hovedmængder	Optimering af broens materialer og geometri samt udbudskrav til CO2		
LCA - beregninger		Grov LCA-beregning baseret på brotype, materialevalg og m2 broareal	LCA-beregning på hovedmængder	Fuld LCA-beregning i InfraLCA for endelige mængder		LCA-beregning af "som udført" projekt inkl. dokumentation ved EPD'er
Rådgiverens leverance		CO2-redegørelse Fase 2	CO2-redegørelse Fase 3	CO2-redegørelse Fase 4		CO2-redegørelse Fase 6

Tilgang til bæredygtighedsoptimering for betonbygværker

Projektfaser	Planlægning		Fastlæggelse af projektet		Udførelse	
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
	Foranalysser	MKV og skitseprojekt	Projekt til besigtigelse Projektforslag	Deatilprojektering og udbudsprojekt	Udførelse	Som udført
Design og CO2 aktiviteter	Overordnede CO2 mål og valg af hovedforslag til infrastrukturløsning	Valg af brotyper, byggemetoder og materialer	Fastlæggelse af hovedmængder	Optimering af broens materialer og geometri samt udbudskrav til CO2		
LCA - beregninger		Grov LCA-beregning baseret på brotype, materialevalg og m2 broareal	LCA-beregning på hovedmængder	Fuld LCA-beregning i InfraLCA for endelige mængder		LCA-beregning af "som udført" projekt inkl. dokumentation ved EPD'er
Rådgiverens leverance		CO2-redegørelse Fase 2	CO2-redegørelse Fase 3	CO2-redegørelse Fase 4		CO2-redegørelse Fase 6

CO2-redegørelsen

Skema 1 Oversigt							
Evt. kalde navn	Bygværks id	Reg. nr.	Betegnelse	Strækings navn	BaneDknr	Kmt	
Kalundborgvej st. 135	0000119-0-018.90	26536	OF af Kalundborgvej	Elverdambro-Jyderup-Kalundborg	-	35/0400	
Emne	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 6			
Datagrundlag beskrives	Skitseprojekt	Projektforslag	Detailprojekt	Projekt-afslutning			
Optimering	VVM 2012, erfaringstal						
Optimeringstiltag beskrives	Valg af brotype ændres fra fase 2 til fase 3 (lukket til åben)		Brotype, materialebesparelser, emissionskrav		Optimering, emissionskrav		
Bygværksbeskrivelse							
Passagetype	Bro, OF (vej)		Bro, OF (vej)		Bro, OF (vej)		VÆLG TYPE
Bygværkstype	2 fags lukket		4 fags åben		4 fags åben		VÆLG TYPE
Antal fag	2		4		4		
Materiale(r)	Armeret beton		Armeret beton		Armeret beton		
Konstruktivt system	Lejer ved broender, fastholdt på midteunderstøtning		Lejer ved broender, fastholdt på midteunderstøtning		Lejer ved broender, fastholdt på midteunderstøtning		
Fundering	Direkte fundering		Direkte fundering		Direkte fundering		VÆLG TYPE
Brodækareal, m ²	1491		1357		1357		
Brobredde, m	ca. 15 m		11 m		11 m		
Max. Spænd, m	ca. 50 m		ca. 36 m		ca. 36 m		
Levetid, år (analysens længde)	120 år		120 år		120 år - år		
Resultater							
CO ₂ e-aftryk, A1-A4+B4	Standard	Ambitiøst	Standard	Ambitiøst	Standard	Ambitiøst	Som udført
Fra Dataskema, kg CO ₂ e	1.494.051	1.429.099	1.106.524	835.358	1.009.384	797.387	0
kg CO ₂ e pr m ² bygværk	1.002	958	815	616	744	588	#DIVISION/0!

Sveller	t	209,0
Rammet pæl	t	214,5
Stampet pæl	t	214,5
Elementbeton Type 1	t	0,0
-METALLER		0,0
Støbejern	t	1.751,7
Armering	t	1.057,4
Galvaniseret stål	t	2.050,8
Armering - rustfrit stål	t	3.260,0
Rustfrit stål	t	3.280,8
Stål	t	2.175,0
Spuns (stål)	t	2.333,3
Aluminium	t	9.503,3
Ensidet autoværn	m	62,7
-TEKNIK		
Vildthejn	m	15,2
Støjskærm trælamel	m ²	104,4
Signalanlæg	stk.	14.297,2
Belysning	stk.	2.103,3

Fane med Standard emissionsværdier fra InfraLCA, som default værdier

CO2-redegørelsen

Skema 1 Oversigt							
Evt. kalde navn	Bygværks id	Reg. nr.	Betegnelse	Strækings navn	BaneDknr	Kmt	
Kalundborgvej st. 135	0000119-0-018.90	26536	OF af Kalundborgvej	Elverdam-Jyderup-Kalundborg	-	35/0400	
Emne	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 6			
	Skitseprojekt	Projektforslag	Detailprojekt	Projekt-afslutning			
Datagrundlag beskrives	VVM 2012, erfaringstal	3D modeller, projektforslag	3D-modeller, DD	Som udført			
Optimering	Valg af brotype ændres fra fase 2 til fase 3 (lukket til åben)		Brotype, materialebesparelser, emissionskrav	Optimering, emissionskrav			
Bygværksbeskrivelse	Bro, OF (vej)	Bro, OF (vej)	Bro, OF (vej)	VÆLG TYPE			
Bygværkstype	2 fags lukket	4 fags åben	4 fags åben	VÆLG TYPE			
Antal fag	2	4	4				
Materiale(r)	Armeret beton	Armeret beton	Armeret beton				
Konstruktivt system	Lejer ved broender, fastholdt på midteunderstøtning	Lejer ved broender, fastholdt på midteunderstøtning	Lejer ved broender, fastholdt på midteunderstøtning				
Fundering	Direkte fundering	Direkte fundering	Direkte fundering	VÆLG TYPE			
Brodækareal, m ²	1491	1357	1357				
Brobredde, m	ca. 15 m	11 m	11 m				
Max. Spænd, m	ca. 50 m	ca. 36 m	ca. 36 m				
Levetid, år (analysens længde)	120 år	120 år	120 år	- år			
Resultater							
CO ₂ e-aftryk, A1-A4+B4	Standard	Ambitiøst	Standard	Ambitiøst	Standard	Ambitiøst	Som udført
Fra Dataskema, kg CO ₂ e	1.494.051	1.429.099	1.106.524	835.358	1.009.384	797.387	0
kg CO ₂ e pr m ² bygværk	1.002	958	815	616	744	588	#DIVISION/0!

Sveller	t	209,0
Rammet pæl	t	214,5
Stampet pæl	t	214,5
Elementbeton Type 1	t	0,0
-METALLER		0,0
Støbejern	t	1.751,7
Armering	t	1.057,4
Galvaniseret stål	t	2.050,8
Armering - rustfrit stål	t	3.260,0
Rustfrit stål	t	3.280,8
Stål	t	2.175,0
Spuns (stål)	t	2.333,3
Aluminium	t	9.503,3
Ensidet autoværn	m	62,7
-TEKNIK		
Vildthejn	m	15,2
Støjskærm trælamel	m ²	104,4
Signalanlæg	stk.	14.297,2
Belysning	stk.	2.103,3

Fane med Standard emissionsværdier fra InfraLCA, som default værdier

CO2-redegørelsen – fortsat

Skema 2 Dataskema Fase 2								
Emne		Fase 2 Skitseprojekt			Fase 2 Skitseprojekt			
Dato for udfyldelse		01-02-2023			01-02-2023			
Udfyldt af		JHOE, COWI			JHOE, COWI			
Emissionsværdier (se evt. sheet: "Standard emissionsværdier")		Standard (jf. standard ark/InfraLCA)			Ambitiøst			
Reference (angives)		(Bør være tal fra VD baseret på input i oversigt)			Erfaringstal			
Mængder		Transportdistance, km						
Totalvolumen beton, m³		1.600			1.600			
Betontype	Emission, kg CO₂e /m³	Lastbil, km	A35	392	107	A35	392	50
Armering kg/m³	Emission, kg CO₂e /t	Lastbil, km	125	1.060	1.500	125	1.060	1.000
Forspænding kg/m³	Emission, kg CO₂e /t	Lastbil, km	30	2.180	1.541	30	2.180	1.000
Overbygning konstruktionsstål, t		0			0			
Type stål	Emission, kg CO₂e /t	Lastbil, km	-	0	0	-	0	0
Overbygning træ, t		0			0			
Type træ	Emission, kg CO₂e /t	Lastbil, km	-	0	0	-	0	0
Overbygning andet, t		0			0			
Type materiale	Emission, kg CO₂e /t	Lastbil, km	-	0	0	-	0	0
Fugtsolering, m²		1.491			1.491			
Type	Emission, kg CO₂e /m2	-	IV Bitumen	1,1	-	-	1,1	-
Belægning, m²		1.491			1.491			
Type	Emission, kg CO₂e /m2	-	SMA	14	-	SMA	14	-
Andre betydende dele								
Art angives	Emission, kg CO₂e (total)	-	Autoværn	6.145	-	-	6.145	-
Art angives	Emission, kg CO₂e (total)	-	-	-	-	-	-	-
Art angives	Emission, kg CO₂e (total)	-	-	-	-	-	-	-
Jordarbejder tilknyttet bygværket, inkl. kørsel, m³		0			0			
Type	Emission, kg CO₂e/m³	Lastbil, km	Råjord	0	20	Råjord	0	20
Interimskonstruktioner								
Type	Emission, kg CO₂e ialt	-	-	-	-	-	-	-
Type	Emission, kg CO₂e ialt	-	-	-	-	-	-	-
Vedligehold, type (se paradigme)		Standard			Ambitiøst			
Tillæg til samlet CO₂e-aftryk, % (se paradigme)		20%			20%			
Samlet aftryk, kg CO₂e		1.494.051			1.429.099			
Samlet aftryk per bygværksareal, kg CO₂e/m²		1.002			958			

D&V faktor	
Antal "n" udskiftninger per:	120 år
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
2	0
7	0
1	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Beregninger							
Beregning		Beregning		Beregning		TOTAL	
A1-A3, kg/CO₂e		A4, kg/CO₂e		B4, kg/CO₂e		A1-A4+B4, kg/CO₂e	
627.200	627.200	64.491	30.136	0	0	691.691	657.336
212.000	212.000	47.087	31.392	0	0	259.087	243.392
104.640	104.640	11.610	7.534	0	0	116.250	112.174

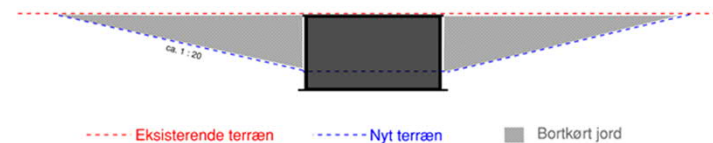
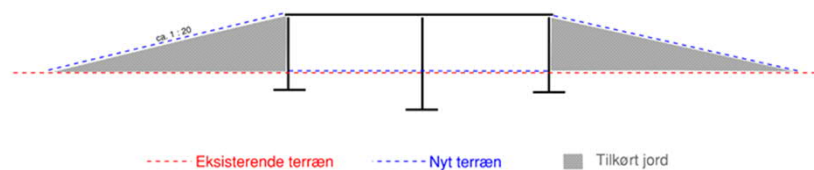
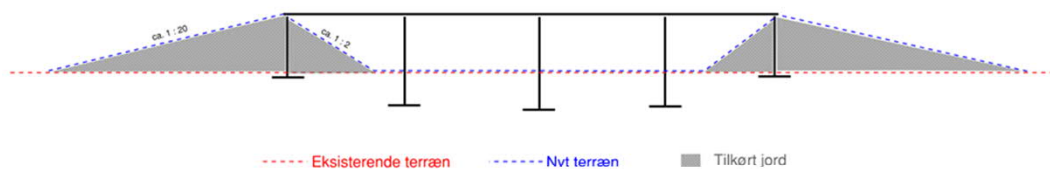
Beregninger							
Beregning		Beregning		Beregning		TOTAL	
A1-A3, kg/CO₂e		A4, kg/CO₂e		B4, kg/CO₂e		A1-A4+B4, kg/CO₂e	
627.200	627.200	64.491	30.136	0	0	691.691	657.336
212.000	212.000	47.087	31.392	0	0	259.087	243.392
104.640	104.640	11.610	7.534	0	0	116.250	112.174

CO2-redegørelsen – fortsat

Skema 2 Dataskema Fase 2									D&V faktor		Beregninger							
Emne			Fase 2 Skitseprojekt			Fase 2 Skitseprojekt			Antal "n" udskiftninger per: 120 år		Beregning		Beregning		Beregning		TOTAL	
Dato for udfyldelse			01-02-2023			01-02-2023					A1-A3, kg/CO ₂ e		A4, kg/CO ₂ e		B4, kg/CO ₂ e		A1-A4+B4, kg/CO ₂ e	
Udfyldt af			JHOE, COWI			JHOE, COWI												
Emissionsværdier (se evt. sheet: "Standard emissionsværdier")			Standard (jf. standard ark/InfraLCA)			Ambitiøst												
Reference (angives)			(Bør være tal fra VD baseret på input i oversigt)			Erfaringstal												
Mængder			Transportdistance, km															
Totalvolumen beton, m ³			1.600			1.600												
Betontype	Emission, kg CO ₂ e /m ³	Lastbil, km	A35	392	107	A35	392	50	0	0	627.200	627.200	64.491	30.136	0	0	691.691	657.336
Armering kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e /t	Lastbil, km	125	1.060	1.500	125	1.060	1.000	0	0	212.000	212.000	47.087	31.392	0	0	259.087	243.392
Forspænding kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e /t	Lastbil, km	30	2.180	1.541	30	2.180	1.000	0	0	104.640	104.640	11.610	7.534	0	0	116.250	112.174
Overbygning konstruktionsstål, t			0			0												
Type stål	Emission, kg CO ₂ e /t	Lastbil, km	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overbygning træ, t			0			0												
Type træ	Emission, kg CO ₂ e /t	Lastbil, km	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overbygning andet, t			0			0												
Type materiale	Emission, kg CO ₂ e /t	Lastbil, km	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fugtsolering, m ²			1.491			1.491												
Type	Emission, kg CO ₂ e /m ²	-	IV Bitumen	1,1	-	-	1,1	-	2	2	1.566	1.566			3.131	3.131	4.697	4.697
Belægning, m ²			1.491			1.491												
Type	Emission, kg CO ₂ e /m ²	-	SMA	14	-	SMA	14	-	7	7	20.129	20.129			140.900	140.900	161.028	161.028
Andre betydende dele																		
Art angives	Emission, kg CO ₂ e (total)	-	Autoværn	6.145	-	-	6.145	-	1	1	6.145	6.145			6.145	6.145	12.290	12.290
Art angives	Emission, kg CO ₂ e (total)	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0			0	0	0	0
Art angives	Emission, kg CO ₂ e (total)	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0			0	0	0	0
Jordarbejder tilknyttet bygværket, inkl. kørsel, m ³			0			0												
Type	Emission, kg CO ₂ e/m ³	Lastbil, km	Råjord	0	20	Råjord	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interimskonstruktioner																		
Type	Emission, kg CO ₂ e ialt	-							0	0	0	0			0	0	0	0
Type	Emission, kg CO ₂ e ialt	-							0	0	0	0			0	0	0	0
Vedligehold, type (se paradigme)			Standard			Ambitiøst												
Tillæg til samlet CO ₂ e-aftryk, % (se paradigme)			20%			20%												
Samlet aftryk, kg CO ₂ e			1.494.051			1.429.099												
Samlet aftryk per bygværksareal, kg CO ₂ e/m ²			1.002			958												

CO2-redegørelsen – fortsat

Jord relateret til broen



CO2-redegørelsen – fortsat

Skema 3 Data-skema Fase 3									D&V faktor		Beregninger							
Emne			Fase 3 Projektforslag			Fase 3 Projektforslag			Antal "n" udskiftninger per: 120 år		Beregning		Beregning		Beregning		TOTAL	
Dato for udfyldelse			01-02-2023			01-02-2023					A1-A3, kg/CO ₂ e		A4, kg/CO ₂ e		B4, kg/CO ₂ e		A1-A4+B4, kg/CO ₂ e	
Udfyldt af			JHOE, COWI			JHOE, COWI												
Emissionsværdier (se evt. sheet: "Standard emissionsværdier")			Standard (jf. standard ark/InfraCA)			Ambitiøst												
Reference (angives)			InfraCA (værdier fra fane)			Ambitiøst, mulig optimering i fase 4												
Mængder			Transportdistance, km															
Overbygning, m ³			1.181			1.122												
Betontype	Emission, kg CO ₂ e/m ³	Lastbil, km	A35	392	107	A35	353	50	0	0	462.952	395.842	47.602	21.133	0	0	510.554	416.974
Armering kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	125	1.060	1.500	125	600	1.000	0	0	156.483	84.150	34.756	22.013	0	0	191.239	106.163
Forspænding kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	30	2.180	1.541	30	1.500	1.000	0	0	77.237	50.490	8.570	5.283	0	0	85.807	55.773
Kantbjælker, m ³			0			0												
Betontype	Emission, kg CO ₂ e/m ³	Lastbil, km	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Armering kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forspænding kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Endevederlag, m ³			36			34												
Betontype	Emission, kg CO ₂ e/m ³	Lastbil, km	A35	392	107	A35	353	50	0	0	14.210	12.156	1.461	649	0	0	15.671	12.805
Armering kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	100	1.060	1.500	100	600	1.000	0	0	3.843	2.066	853	541	0	0	4.696	2.607
Forspænding kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	0	2.180	1.541	0	1.500	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mellemunderstøtning, m ³			17			17												
Betontype	Emission, kg CO ₂ e/m ³	Lastbil, km	E40	427	107	E40	384	50	0	0	7.302	6.566	689	322	0	0	7.991	6.888
Armering kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	100	1.060	1.500	100	600	1.000	0	0	1.813	1.026	403	268	0	0	2.215	1.294
Forspænding kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	0	2.180	1.541	0	1.500	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Direkte fundering, m ³			151			144												
Betontype	Emission, kg CO ₂ e/m ³	Lastbil, km	A35	392	107	A35	353	50	0	0	59.270	50.705	6.094	2.705	0	0	65.365	53.410
Armering kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	100	1.060	1.500	100	600	1.000	0	0	16.027	8.618	3.560	2.255	0	0	19.587	10.873
Forspænding kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	0	2.180	1.541	0	1.500	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pælefundering, m ³			0			0												
Betontype	Emission, kg CO ₂ e/m ³	Lastbil, km	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Armering kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forspænding kg/m ³	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Renselag, m ³			10,0			10,0												
Betontype	Emission, kg CO ₂ e/m ³	Lastbil, km	P20	200	107	P12	150	50	0	0	2.000	1.500	403	188	0	0	2.403	1.688
Alt. fundering type																		
Spuns, t	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Andet	Emission, kg CO ₂ e/total	-	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overbygning konstruktionsstål, t			0			0												
Type stål	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overbygning træ, t			0			0												
Type træ	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	?	0	0	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overbygning andet materiale, t			0			0												
Type	Emission, kg CO ₂ e/t	Lastbil, km	?	0	0	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fugtisolering, m ²			1.357			1.357												
Type	Emission, kg CO ₂ e/m ²	-	IV Bit.	1,05	-	IV Bit.	1,05	-	2	2	1.425	1.425			2.850	2.850	4.275	4.275

Dan

CO2-targetet

I forbindelse med udbud skal CO2-Targetet for anlægsfasen (A1-A5) fastlægges.

Dette indebærer fastlæggelse af bl.a.:

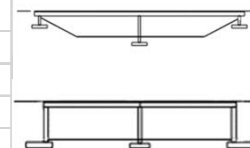
- CO2-targetet for den samlede CO2-emission for et bygværk
- Krav til specifikke udvalgte materialers emissionsværdier, f.eks. beton, cement og armering ifm. entrepriseudbud

Årstal	Beton (miljø A)	Armeringsstål
	[kg CO2e/m ³]	[kg CO2e/kg]
2023	320	0,600
2024	300	0,563
2025	280	0,525
2026	260	0,488
2027	240	0,450
2028	220	0,413
2029	200	0,375
2030	180	0,338

Foreløbige CO2-targetet for beton og armering

CO2-aftryk i Vejdirektoratets broprojekter

Vej-overføringer på motorveje		Beton	Forsp.	Stål	Andet	Antal udskift	L	B/H	A	A1-A3	A4 jord	A4 bro	B4 mat	B4 trans	GWP _{total}	GWP _{bro}	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro}	
							m	m	m ²	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	kgCO2/m ²	Indeks	Indeks	
OF vej	2 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	234	335	16	34	1,6	620	286	564	1,0	1,0	
OF vej	4 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	52	11	548	291	335	21	37	1,8	685	350	639	1,1	1,2	
OF vej	4 fags åben kort, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	273	335	10	34	1,6	654	320	631	1,1	1,1	
OF vej	2 fags lukket, plade/bjælkebro	x	x			0	31	11	326	367	335	24	22	1,0	749	414	1273	2,3	1,5	
OF vej	OT 2 fags lukket, bjælkebro	x	x			0	30	11	315	350	335	21	22	1,0	729	394	1250	2,2	1,4	
Typiske InfraLCA værdier, dec 22																				
	Beton overbygning																			
	Slap armering																			
	Spændarmring																			
	Stål																			
	Transportafstand jordflytning																			
	Kilde: Kalundborgmotorvejen etape 3, Rådgiver Cowi																			



GWP (Global Warming Potential)

CO2-aftryk i Vejdirektoratets broprojekter

Vej-overføringer på motorveje		Beton	Forsp.	Stål	Andet	Antal udskift	L	B/H	A	LCA-moduler					GWP _{total}	GWP _{bro}	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro}
							m	m	m ²	A1-A3	A4 jord	A4 bro	B4 mat	B4 trans	ton CO2	ton CO2	kgCO2/m ²	Indeks	Indeks
										ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	kgCO2/m ²	Indeks	Indeks
OF vej	2 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	234	335	16	34	1,6	620	286	564	1,0	1,0
OF vej	4 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	52	11	548	291	335	21	37	1,8	685	350	639	1,1	1,2
OF vej	4 fags åben kort, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	273	335	10	34	1,6	654	320	631	1,1	1,1
OF vej	2 fags lukket, plade/bjælkebro	x	x			0	31	11	326	367	335	24	22	1,0	749	414	1273	2,3	1,5
OF vej	OT 2 fags lukket, bjælkebro	x	x			0	30	11	315	350	335	21	22	1,0	729	394	1250	2,2	1,4
Typiske InfraLCA værdier, dec 22																			
	Beton overbygning																		
	Slap armering																		
	Spændarmring																		
	Stål																		
	Transportafstand jordflytning																		
	Kilde: Kalundborgmotorvejen etape 3, Rådgiver Cowi																		

CO2-aftryk i Vejdirektoratets broprojekter

Vej-overføringer på motorveje		Beton	Forsp.	Stål	Andet	Antal udskift	L	B/H	A	A1-A3	A4 jord	A4 bro	B4 mat	B4 trans	GWP _{total}	GWP _{bro}	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro}
							m	m	m ²	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	kgCO2/m ²	Indeks	Indeks
OF vej	2 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	234	335	16	34	1,6	620	286	564	1,0	1,0
OF vej	4 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	52	11	548	291	335	21	37	1,8	685	350	639	1,1	1,2
OF vej	4 fags åben kort, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	273	335	10	34	1,6	654	320	631	1,1	1,1
OF vej	2 fags lukket, plade/bjælkebro	x	x			0	31	11	326	367	335	24	22	1,0	749	414	1273	2,3	1,5
OF vej	OT 2 fags lukket, bjælkebro	x	x			0	30	11	315	350	335	21	22	1,0	729	394	1250	2,2	1,4
Typiske InfraLCA værdier, dec 22																			
	Beton overbygning	427 kg CO2e/m ³																	
	Slap armering	1,06 ton CO2e/ton																	
	Spændarmring	2,18 ton CO2e/ton																	
	Stål	2,33 ton CO2e/ton																	
	Transportafstand jordflytning	15 km																	
Kilde: Kalundborgmotorvejen etape 3, Rådgiver Cowi																			

CO2-aftryk i Vejdirektoratets broprojekter

Vej-overføringer på motorveje		Beton	Forsp.	Stål	Andet	Antal udskift	L	B/H	A	A1-A3	A4 jord	A4 bro	B4 mat	B4 trans	GWP _{total}	GWP _{bro}	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro}	
							m	m	m ²	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	kgCO2/m ²	Indeks	Indeks	
OF vej	2 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	234	335	16	34	1,6	620	286	564	1,0	1,0	
OF vej	4 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	52	11	548	291	335	21	37	1,8	685	350	639	1,1	1,2	
OF vej	4 fags åben kort, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	273	335	10	34	1,6	654	320	631	1,1	1,1	
OF vej	2 fags lukket, plade/bjælkebro	x	x			0	31	11	326	367	335	24	22	1,0	749	414	1273	2,3	1,5	
OF vej	OT 2 fags lukket, bjælkebro	x	x			0	30	11	315	350	335	21	22	1,0	729	394	1250	2,2	1,4	
Typiske InfraLCA værdier, dec 22																				
Beton overbygning		427 kg CO2e/m3																		
Slap armering		1,06 ton CO2e/ton																		
Spændarmring		2,18 ton CO2e/ton																		
Stål		2,33 ton CO2e/ton																		
Transportafstand jordflytning		15 km																		
Kilde: Kalundborgmotorvejen etape 3, Rådgiver Cowi																				

Vej-underføringer på motorveje		Beton	Forsp.	Stål	Andet	Antal udskift	L	B/H	A	A1-A3	A4 jord	A4 bro	B4 mat	B4 trans	GWP _{total}	GWP _{bro}	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro}
							m	m	m ²	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	kgCO ₂ /m ²	Indeks	Indeks
OF vej	2 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	234	335	16	34	1,6	620	286	564	1,0	1,0
OF vej	4 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	52	11	548	291	335	21	37	1,8	685	350	639	1,1	1,2
OF vej	4 fags åben kort, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	273	335	10	34	1,6	654	320	631	1,1	1,1
OF vej	2 fags lukket, plade/bjælkebro	x	x			0	31	11	326	367	335	24	22	1,0	749	414	1273	2,3	1,5
OF vej	OT 2 fags lukket, bjælkebro	x	x			0	30	11	315	350	335	21	22	1,0	729	394	1250	2,2	1,4
UF vej	Rammetunnel	x					12	24	278	402,5	292,4	32,5	19,4	0,9	748	455	1636	2,9	1,6
UF vej	Spuns/pladebro	x		x		0	12	24	278	427,0	292,4	40,1	19,4	0,9	780	487	1751	3,1	1,7
UF vej	Spuns/pladebro med betonfront	x		x		0	12	24	278	502,9	292,4	43,0	19,4	0,9	859	566	2034	3,6	2,0
	Typiske InfraLCA værdier, dec 22																		
	Beton overbygning																		
	Slap armering																		
	Spændammering																		
	Stål																		
	Transportafstand jordflytning																		
	Kilde: Kalundborgmotorvejen etape 3, Rådgiver Cowi																		

OF-fauner		Beton	Forsp.	Stål	Andet	Antal udskift	L	B/H	A	A1-A3	A4 jord	A4 bro	B4 mat	B4 trans	GWP _{total}	GWP _{bro}	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro}
							m	m	m ²	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	ton CO ₂	kgCO ₂ /m ²	Indeks	Indeks
OF vej	2 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	234	335	16	34	1,6	620	286	564	1,0	1,0
OF vej	4 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	52	11	548	291	335	21	37	1,8	685	350	639	1,1	1,2
OF vej	4 fags åben kort, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	273	335	10	34	1,6	654	320	631	1,1	1,1
OF vej	2 fags lukket, plade/bjælkebro	x	x			0	31	11	326	367	335	24	22	1,0	749	414	1273	2,3	1,5
OF vej	OT 2 fags lukket, bjælkebro	x	x			0	30	11	315	350	335	21	22	1,0	729	394	1250	2,2	1,4
UF vej	Rammetunnel	x					12	24	278	402,5	292,4	32,5	19,4	0,9	748	455	1636	2,9	1,6
UF vej	Spuns/pladebro	x		x		0	12	24	278	427,0	292,4	40,1	19,4	0,9	780	487	1751	3,1	1,7
UF vej	Spuns/pladebro med betonfront	x		x		0	12	24	278	502,9	292,4	43,0	19,4	0,9	859	566	2034	3,6	2,0
Fauna OF	McDonnald buebro	x				0	35	55	1936	938					938	485		0,9	
Fauna OF	4 fags pladebro	x	x			0	55	55	3047	1437					1437	472		0,8	
Fauna OF	4 fags pladebro	x				0	55	55	3047	1657					1657	544		1,0	
	Typiske InfracLA værdier, dec 22																		
	Beton overbygning																		
	Slap armering																		
	Spændarmring																		
	Stål																		
	Transportafstand jordflytning																		
	Kilde: Kalundborgmotorvejen etape 3, Rådgiver Cowi																		

OF-stibroer		Beton	Fersp.	Stål	Andet	Antal udskiftninger	L	B/H	A	A1-A3	A4 jord	A4 bro	B4 mat	B4 trans	GWP _{total}	GWP _{bro}	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro}
							m	m	m ²	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	kgCO2/m ²	Indeks	Indeks
OF vej	2 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	234	335	16	34	1,6	620	286	564	1,0	
OF sti	2 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	56	4	224	156		18	10		184	821	1,5		
OF sti	2 fags åben, trugbro	x	x			0	56	4	224	116		14	10		140	625	1,1		
OF sti	4 fags plade/bjælkebro	x				0	56	4	224	129		16	10		155	692	1,2		
OF sti	4 fags åben, bjælkebro, overbygning limtræ	x			x	2	56	4	224	54		12	52		118	527	0,9		
OF sti	4 fags åben, bjælkebro, overbygning azobetræ	x			x	1	56	4	224	46		24	35		105	469	0,8		
OF sti	4 fags åben, bjælkebro, overbygning GFRP	x			x	0	56	4	224	101		5	3		109	487	0,9		
OF sti	2 fags åben, bjælkebro, overbygning stål	x		x		0	40	3,5	140	99		11	7		117	836	1,5		
OF sti	2 fags åben, bjælkebro, overbygning beton	x	x			0	41	4,1	168	95		13	9		117	696	1,2		
OF sti	2 fags åben, bjælkebro, overbygning tropisk træ	x			x	1	40	3,5	140	23		7	20		50	357	0,6		
OF sti	2 fags åben, bjælkebro, overbygning GFRP	x		x	x	0	46	3,5	161	40		4	8		52	323	0,6		
Typiske InfraLCA værdier, dec 22																			
	Beton overbygning	392-427								kg CO2e/m3									
	Slap armering		1,06							ton CO2e/ton									
	Spændammering		2,18							ton CO2e/ton									
	Stål	2,0-2,3								ton CO2e/ton									
	Fra andre kilder																		
	Azorbe	76,6								kg CO2e/m3									
	Limtræ	78,8								kg CO2e/m3									
	Tropisk træ	442								kg CO2e/m3									
	GFRP (glasfiberarmeret polymer)	3,16								ton CO2e/t									
	Transportafstand jordflytning																		
Kilde: Kalundborgmotorvejen etape 3, Rådgiver Cowi og Universitetsboulevarden og Hadsund Landevej, Rådgiver Sweco																			

reference

beton

træ

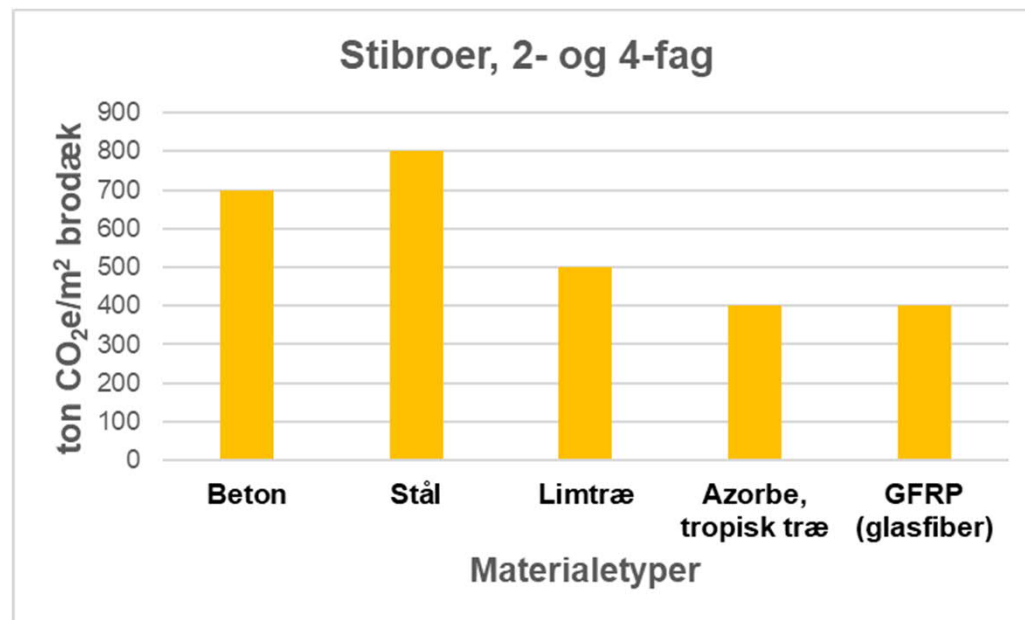
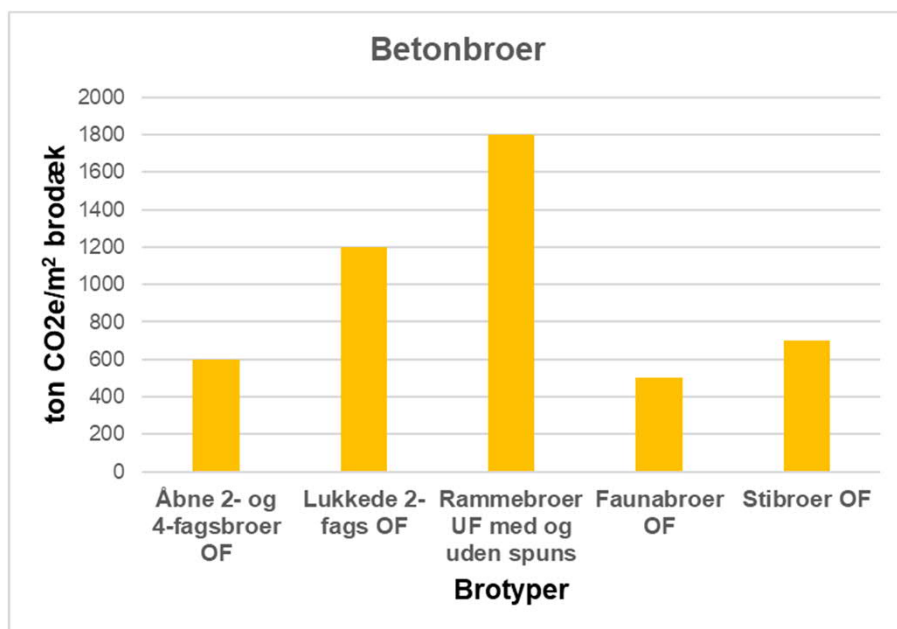
stål

GFRP (glasfiberarmeret polymer)

Andre konstruktioner		Beton	Forsp.	Stål	Andet	Antal udskift	L	B/H	A	A1-A3	A4 jord	A4 bro	B4 mat	B4 trans	GWP _{total}	GWP _{bro}	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro} / m ²	GWP _{bro}
							m	m	m ²	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	ton CO2	kgCO2/m ²	Indeks	Indeks
OF vej	2 fags åben, plade/bjælkebro	x	x			0	48	11	506	234	335	16	34	1,6	620	286	564	1,0	
UF sti	Præfab tunnel med gumdvandssænkning	x				0			250	238	122	22	1444		1704	6816	12,1		
UF sti	Spuns/pladebro opdriftssikret	x		x		0			250	1368	80	135	145		1648	6592	11,7		
UF sti	EcoSheetPile Plus/pladebro opdriftssikret	x		x		0			250	710	80	135	145		990	3960	7,0		
Støttemu	Spuns med betonfront	x		x		0				2,25		0,25			2,5				
Støttemu	Beton	x				0				3,33		0,65			4,0				
	Typiske InfraLCA værdier, dec 22																		
	Beton overbygning																		
	Slap armering																		
	Spændarmering																		
	Stål																		
	Transportafstand jordflytning																		
	Kilde: Universitetsboulevarden og Hadsund Landevej, Rådgiver Sweco																		

Sammenfatning baseret på minianalyse

I runde tal for de almindeligste brostørrelser



Modulerne A1-A3, A4 og B4, (produktion, transport, anlæg og D&V), ex jordtransport. Baseret på fase 2/3 projekter og standard emissions værdier (beton, armering og stål) fra InfraLCA, december 2022 er anvendt

Afslutning

Kan vi nå målet med CO2 reduktionen inden 2030?

I første omgang primært især ved at:

- **minimere materialeforbruget**
 - **vælge de "rigtige" brotype og byggemetoder**
 - **optimering af geometri og bæreevne**
 - **udfordre og udnytte normer og regler**
 - **ifm. jordtransport**

- **foretage de "rigtige" materialevalg**

- **stille ambitiøse krav til emissionsværdier**

**Kan gamle ingeniørnyder
hjælpe med inspiration til
bæredygtige løsninger?**



Materialebesparende betondæk designet af betonpioneren Pier Luigi Nervi i 1920'erne



Reference: MX3D bro i Amsterdam, Jesper Jensen ARUP, Dansk Brodag 2022

Til al held har vi i dag –
værktøjerne og kompetencerne til både at designe og producere
materialebesparende bygværker.

Kom til kursus i april



[Kurser](#) [Konferencer](#) [Nyheder](#) [Om VEJ-EU](#) [Kontakt](#) [Log ind](#)



[Forside](#) / [Kurser](#) / [Miljø og klima](#) / [Krav til CO2-udledning for bygværker](#)

Krav til CO2-udledning for bygværker

Kr. 0

Prisen er eksklusiv moms

Har du en konto?


For at tilmelde dig et kursus skal du oprette en personlig brugerprofil. Klik herunder for at logge ind eller oprette en ny profil.

→ Log ind

Opret ny bruger

Dato: 19. april 2023

Tid: 09:30 - 15:00

Sted:  [Vejdirektoratet, Carsten Niebuhrs Gade 43 København V](#)

Tilmeld senest: 5. april 2023

Holdnr.: 230150

Tak for opmærksomheden