



CO₂E-EMISSIONER FOR VEJBEFÆSTELSER



VEJFORUM, 7. DECEMBER 2023

Mantas Hesthaven (mshs@cowi.com)

Specialist

Sektion for veje og byområder

Hvilke vejbefæstelser?

HÅNDBOG
DIMENSIONERING – BEFÆSTELSER OG
FORSTÆRKNINGSBELÆGNINGER
KONSTRUKTIONER

JANUAR 2022

VEJREGLER



Varmblandet asfalt

Befæstelser med varmblandet asfalt til 20 års trafik (lagtykkelse i mm)						
Trafikklasse	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Tunge køretøjer pr. døgn	Ingen	< 1	≤ 65	65-120	120-560	560-1.200
Æ10-belastning		0,5	0,5-20	20-50	50-200	200-500
	30 PA 500 120 SG 250 BL	20 PA 500 40 GAB 0 2000 100 SG 240 BL	20 PA 500 95 GAB I 2000 150 SG 270 BL	20 PA 500 45 GAB 0 2000 75 GAB I 2000 160 SG 300 BL		
			25 AB 1000 85 GAB I 2000 160 SG 265 BL	25 AB 1000 40 GAB 0 2000 70 GAB I 2000 170 SG 295 BL	25 AB 2000 45 GAB 0 3000 75 GAB I 3000 220 SG 335 BL	30 AB 3000 50 ABB 3000 85 GAB I 3000 250 SG 350 BL
			25 SMA 2000 80 GAB I 2000 160 SG 275 BL	25 SMA 2000 40 GAB 0 2000 65 GAB I 2000 170 SG 300 BL	25 SMA 3000 50 GAB 0 3000 70 GAB I 3000 220 SG 335 BL	30 SMA 3000 50 ABB 3000 85 GAB I 3000 250 SG 350 BL

1) Som materiale til ubundet bærelag og bundsikringslag kan anvendes egnede genbrugsmaterialer, såfremt materialernes E-værdi som minimum er den samme eller højere end E-værdierne for hhv. SG og BL.

Betonbelægningssten

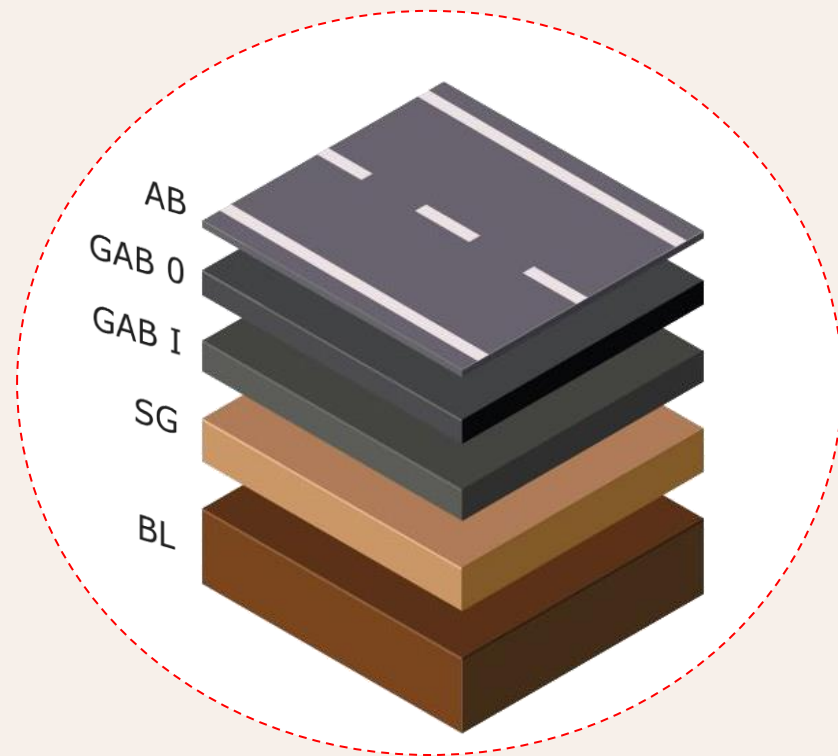
Befæstelser med betonbelægningssten til 20 års trafik (lagtykkelse i mm) ^{1) og 2)}						
Trafikklasse	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Tunge køretøjer pr. døgn	Ingen	< 1	≤ 65	65-120	120-560	560-1.200
Æ10-belastning		0,5	0,5-20	20-50	50-200	200-500
	60 BBS 30 AG 120 SG 190 BL ²⁾	60 BBS 30 AG 120 SG 190 BL ²⁾	80 BBS 30 AG 240 SG 150 BL ²⁾	80 BBS 30 AG 270 SG 230 BL	80 BBS 30 AG 350 SG 260 BL	90 BBS 30 AG 370 SG 210 BL
		60 BBS 30 AG 130 HBB 180 BL ²⁾	80 BBS 30 AG 165 HBB 225 BL	80 BBS 30 AG 180 HBB 310 BL	80 BBS 30 AG 205 HBB 385 BL	90 BBS 30 AG 245 HBB 335 BL
		60 BBS 30 AG 80 GAB I 2000 230 BL	80 BBS 30 AG 110 GAB I 2000 280 BL	80 BBS 30 AG 125 GAB I 2000 365 BL	80 BBS 30 AG 140 GAB I 2000 450 BL	90 BBS 30 AG 155 GAB I 2000 425 BL
Anbefalet	A, B, C	A, B, C	A, B, C	A, B	A	A
BBS	Vælg andre stentyper end de anbefalede, bør relevant rådgivning indhentes for at sikre stentypens funktionsegenskaber. Se endvidere afsnittet om materialeparametre.					
stentype	1) Som materiale til ubundet bærelag og bundsikringslag kan anvendes egnede genbrugsmaterialer, såfremt materialernes E-værdi som minimum er den samme eller højere end E-værdierne for hhv. SG og BL. 2) Tykkelsen er mindre end den anbefalede minimumslagtykkelse, men er erfaringsmæssigt tilstrækkelig. 3) Tykkelsen af afretningsruslaget er 20-40 mm, som angivet i DS 1136. I kataloget er afretningslagets tykkelse angivet som 30 mm.					

Hvilke vejbefæstelser?

Opbygning af vejbefæstelse

Standardkatalog

Befæstelser med varmblandet asfalt til 20 års trafik (lagtykkelse i mm)						
Trafikklasse	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Tunge køretøjer pr. døgn	Ingen	< 1	≤ 65	65-120	120-560	560-1.200
Æ10-belastning		0,5	0,5-20	20-50	50-200	200-500
	30 PA 500 120 SG 250 BL	20 PA 500 40 GAB 0 2000 100 SG 240 BL	20 PA 500 95 GAB I 2000 150 SG 270 BL	20 PA 500 45 GAB 0 2000 150 SG 160 BL 300 BL		
			25 AB 1000 85 GAB I 2000 160 SG 265 BL	25 AB 1000 40 GAB 0 2000 70 GAB I 2000 170 SG 295 BL	25 AB 2000 45 GAB 0 3000 75 GAB I 3000 220 SG 335 BL	30 AB 3000 50 ABB 3000 85 GAB I 3000 250 SG 350 BL
			25 SMA 2000 80 GAB I 2000 160 SG 275 BL	25 SMA 2000 40 GAB 0 2000 65 GAB I 2000 170 SG 300 BL	25 SMA 3000 50 GAB 0 3000 70 GAB I 3000 220 SG 335 BL	30 SMA 3000 50 ABB 3000 85 GAB I 3000 250 SG 350 BL





T2



T1



T0

Befæstelser med varmblandet asfalt til 20 års trafik (lagtykkelse i mm)						
Trafikklasse	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Tunge køretøjer pr. døgn	Ingen	< 1	≤ 65	65-120	120-560	560-1.200
Æ10-belastning		0,5	0,5-20	20-50	50-200	200-500
	30 PA 500 120 SG 250 BL	20 PA 500 40 GAB 0 2000 100 SG 240 BL	20 PA 500 95 GAB 2000 150 SG 270 BL	20 PA 500 45 GAB 0 2000 75 GAB 2000 160 SG 300 BL		
			25 AB 1000 85 GAB 2000 160 SG 265 BL	25 AB 1000 40 GAB 0 2000 70 GAB 3000 170 SG 295 BL	25 AB 2000 45 GAB 0 3000 75 GAB 3000 220 SG 335 BL	30 AB 3000 50 ABB 3000 85 GAB 3000 250 SG 350 BL
			25 SMA 2000 80 GAB 2000 160 SG 275 BL	25 SMA 2000 40 GAB 0 2000 65 GAB 2000 170 SG 300 BL	25 SMA 3000 50 GAB 0 3000 70 GAB 3000 220 SG 335 BL	30 SMA 3000 50 ABB 3000 85 GAB 3000 250 SG 350 BL



T3



T4



T5



1. Teknik

2. Økonomi

3. Bæredygtighed?

Værktøj

Standardkatalog

Trafikklasse ⁽¹⁾	Fleksible befæstelser til 10 og 20 års trafik (lagtykkelse i mm)					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Lastbiler pr. døgn ⁽²⁾	Kun lette køretøjer ⁽³⁾	< 1	1-65	65-120	120-560	560-1.200
A10-belastning ⁽⁴⁾		0,5	0,5-20	20-50	50-200	200-500
Asfalt + SG	30 PA 250/330 120 SG 250 BL	20 PA 250/330 40 GAB 0 70/100 100 SG 240 BL	20 PA 250/330 95 GAB 0 70/100 150 SG 270 BL	20 PA 250/330 45 GAB 0 70/100 75 GAB 1 70/100 160 SG 300 BL	20 PA 250/330 50 GAB 0 40/60 80 GAB 1 40/60 220 SG 330 BL	
20 års trafik			25 AB 160/220 85 GAB 1 70/100 160 SG 265 BL	25 AB 160/220 40 GAB 0 70/100 70 GAB 1 70/100 170 SG 295 BL	25 AB 70/100 45 GAB 0 40/60 75 GAB 1 40/60 220 SG 335 BL	30 AB 40/60 50 ABB 40/60 85 GAB 1 40/60 250 SG 350 BL
			25 SMA 70/100 80 GAB 1 70/100 160 SG 275 BL	25 SMA 70/100 40 GAB 0 70/100 65 GAB 1 70/100 170 SG 300 BL	25 SMA 40/60 50 GAB 0 40/60 70 GAB 1 40/60 220 SG 335 BL	30 SMA 40/60 50 ABB 40/60 85 GAB 1 40/60 250 SG 350 BL

InfraLCA

Problemer på vejen? Ring 80 20 20 60
Ring altid 112, hvis du går i stå i motorvejens vejrbaner

Vejdirektoratet

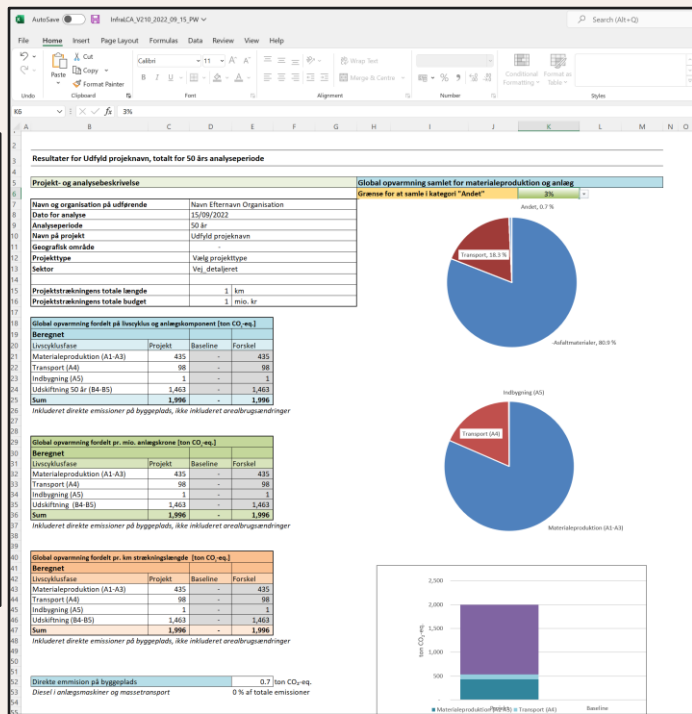
Trafikinfo · Projekter · Udgivelser · Love og regler

Senest opdateret 20-09-2022 08:04:50

InfraLCA

Vejdirektoratet og Banedanmark ønsker at være aktive spillere/aktører i den grønne omstilling. Derfor har vi sat ekstra fokus på de områder i planlægnings-, anlægs- samt drift- og vedligeholdelsesfasen, hvor vi kan være med til at reducere CO₂-udledningen. På denne side kan du læse om vores arbejde med LCA-modellen, InfraLCA.

Kontakt os
Har du spørgsmål til InfraLCA, kan du sende en mail til os.
> Send en mail til infra.lca@vd.dk



Tilbudslister, Vej Detaljeret						
Samlet længde (Vej) - km						
Vis kun poster med data						
Mængde vises grønt, hvis den er indtastet, og rødt, hvis importeret værdi er overskrevet						
HP	PO	UP	Betegnelse	Mængde	Enhed	
8	01		ARBEJDSPLADS		sum	
46	02		FÆRSELSREGULERENDE FORANSTALTNINGER		sum	
460	03		NEDRIVNINGARBEJDER		sum	
490	11		JORDARBEJDER		sum	
834	14		AFVANDINGSARBEJDER		sum	
2499	16		LEDNINGSARBEJDER		sum	
2659	18		UBUNDNE LAG		sum	
2675	21		VEJBELEGNINGER			
2994	22		ASFALTREPARATIONER PÅ VEJE EKSKL. MOTORVEJE			
3023	23		ASFALTREPARATIONER PÅ MOTORVEJE			
3048	25		BROLÆGNINGSARBEJDER		sum	
3117	31		AFMÆRKNINGSMATERIEL		sum	
3484	32		AUTOVÆRN		sum	
3734	33		STØJSKÆRME		sum	
3842	34		HEGN		sum	
3903	35		BEPLANTNING		sum	
4008	36		UDSTYR TIL SIDEANLÆG		sum	
4013	38		KØREBANEAFMÆRKNING		sum	
4119	39		GENMARKERING AF KØREBANEAFMÆRKNING		sum	
4152	41		BELYSNING		sum	
4313	42		SIGNALANLÆG		sum	
4423	45		VARIABLE TAVLER		sum	
4524	49		DIVERSE VEJUDSTYR		sum	
4533	50		BANETEKNIK			
4542	51		ELEMENTTUNNELER		sum	
4544	53		BROTEKNISK VEDLIGEHOLD		sum	
4633	54		FUNDERING		sum	
4678	55		STILLADS OG FORM		sum	
4706	56		SLAP ARMERING		sum	
4728	57		SPÆNDT ARMERING		sum	
4747	58		BETON		sum	

2675	21				VEJBELEGNINGER		
2676	21	01			Sum af postnummer 21.01.		sum
2677	21	15			STABILT GRUS (SG)		
2678	21	15	01		150 mm på stier		m ²
2679	21	15	02		200 mm på stier		m ²
2680	21	15	05		150 mm på spærreflade		m ²
2681	21	15	06		200 mm på spærreflade		m ²
2682	21	15	11		200 mm på motorvej		m ²
2683	21	15	12		250 mm på motorvej		m ²
2684	21	15	15		200 mm på ramper		m ²
2685	21	15	16		250 mm på ramper		m ²
2686	21	15	21		200 mm på veje		m ²
2687	21	15	22		250 mm på veje		m ²
2688	21	15	25		200 mm i rundkørsel		m ²
2689	21	15	26		250 mm i rundkørsel		m ²
2690	21	15	31		i varierende tykkelse		m3
2691	21	15	35		Udlægning af kantgrus langs stier		lbn
2692	21	15	36		Udlægning af kantgrus langs veje		lbn
2693	21	15	37		Kanttilfyldning med kantgrus inkl. levering af grus		m3
2694	21	15	41		Klargøring af ubundne bærelag		m ³
2695	21	15	52		200 mm i entreprisområdet		m ²
2696	21	18			ASFALTGRANULAT		sum
2697	21	18	01		Asfaltgranulat fra depot at indbygge som bærelag, t=0,15 mm		m ²
2698	21	18	02		Asfaltgranulat levering og indbygning som bærelag, t=0,15 mm		m ²
2699	21	18	03		Asfaltgranulat fra depot at indbygge som bærelag, t=0,20 mm		m ²
2700	21	18	04		Asfaltgranulat levering og indbygning som bærelag, t=0,20 mm		m ²
2701	21	18	05		Asfaltgranulat fra depot at indbygge som bærelag, t=0,25 mm		m ²
2702	21	18			HYDRAULISK BINDEBÆRELAG (HBR)		sum

kg CO₂-ækvivalenter for opbygning af 1 m² vejbefæstelse

Befæstelsesopbygninger fra standardkatalogen med varmblandet asfalt

(20 års levetid, frosttvivlsom underbund på 40 MPa og >60 km/h trafikhastighed)

Trafik klasse		T0 (-)	T1 (<0,5 Æ10)	T2 (0,5-20 Æ10)	T3 (20-50 Æ10)	T4 (50-200 Æ10)	T5 (200-500 Æ10)
Befæstelsesopbygninger – Asfalt (Alle tykkelser er i mm)	Variation 1	30 PA 250/330 120 SG 250 BL CO₂e: 9,9 (6,2)	20 PA 250/330 40 GAB 0 70/100 100 SG 240 BL CO₂e: 12,3 (4,2)	20 PA 250/330 95 GAB I 70/100 150 SG 270 BL CO₂e: 20,8 (4,2)	20 PA 250/330 45 GAB 0 70/100 75 GAB I 70/100 160 SG 300 BL CO₂e: 24,0 (4,2)	20 PA 250/330 50 GAB 0 40/60 80 GAB I 40/60 220 SG 330 BL CO₂e: 26,2 (4,2)	
	Variation 2			25 AB 160/220 85 GAB I 70/100 160 SG 265 BL CO₂e: 19,3 (3,9)	25 AB 160/220 40 GAB 0 70/100 70 GAB I 70/100 170 SG 295 BL CO₂e: 22,5 (3,9)	25 AB 70/100 45 GAB 0 40/60 75 GAB I 40/60 220 SG 335 BL CO₂e: 24,7 (3,9)	30 AB 40/60 50 ABB 0 40/60 85 GAB I 40/60 250 SG 350 BL CO₂e: 29,1 (4,6)
	Variation 3			25 SMA 70/100 80 GAB I 70/100 160 SG 275 BL CO₂e: 19,3 (4,4)	25 SMA 70/100 40 GAB 0 70/100 65 GAB I 70/100 170 SG 300 BL CO₂e: 22,5 (4,4)	25 SMA 40/60 50 GAB 0 40/60 70 GAB I 40/60 220 SG 335 BL CO₂e: 25,2 (4,4)	30 SMA 40/60 50 ABB 40/60 85 GAB I 40/60 250 SG 350 BL CO₂e: 29,8 (5,3)

kg CO₂-ækvivalenter for opbygning af 1 m² vejbefæstelse

Befæstelsesopbygninger fra standardkatalogen med betonbelægningssten
(20 års levetid & frosttvivlsom underbund på 40 MPa)

Trafik klasse		T0 (-)	T1 (<0,5 Æ10)	T2 (0,5-20 Æ10)	T3 (20-50 Æ10)	T4 (50-200 Æ10)	T5 (200-500 Æ10)
Befæstelsesopbygninger – Betonbelægningssten (Alle tykkelser er i mm)	Variation 1	60 BBS 30 AG 120 SG 150 BL CO₂e: 39,6	60 BBS 30 AG 120 SG 190 BL CO₂e: 40,0	80 BBS 30 AG 240 SG 150 BL CO₂e: 53,7	80 BBS 30 AG 270 SG 220 BL CO₂e: 54,7	80 BBS 30 AG 330 SG 260 BL CO₂e: 55,7	90 BBS 30 AG 370 SG 210 BL CO₂e: 62,1
	Variation 2		60 BBS 30 AG 120 HBB 190 BL CO₂e: 46,7	80 BBS 30 AG 155 HBB 235 BL CO₂e: 62,2	80 BBS 30 AG 170 HBB 320 BL CO₂e: 64,0	80 BBS 30 AG 195 HBB 395 BL CO₂e: 66,3	90 BBS 30 AG 230 HBB 350 BL CO₂e: 74,7
	Variation 3		60 BBS 30 AG 80 GAB I 70/100 230 BL CO₂e: 49,4	80 BBS 30 AG 110 GAB I 70/100 280 BL CO₂e: 66,4	80 BBS 30 AG 125 GAB I 70/100 365 BL CO₂e: 69,2	80 BBS 30 AG 140 GAB I 70/100 450 BL CO₂e: 71,8	90 BBS 30 AG 155 GAB I 70/100 425 BL CO₂e: 79,9

CO₂e-emissioner for vejbefæstelser



AF MANTAS HILDEBRAND
COWI
MHS@cowi.com



AF GREGERS HILDEBRAND
COWI
GHR@cowi.com

Det skal gøres mere tilgængeligt at kunne vælge den mest bæredygtige befæstelse.

Vejbefæstelser projekteres traditionelt ud fra et teknisk og økonomisk standpunkt. Ved at belyse vejbefæstelsernes klimaaftryk i form af CO₂e-emissioner kan aktører i branchen også træffe det mest bæredygtige valg i nyanlæg. Vores studie har anvendt Vejdirektoratets 'InfraLCA' værktøj til at udføre livscyklusvurderinger for danske katalogbefæstelser.

Introduktion

Ved projektering af nye befæstelser og ombygning af eksisterende benyttes Vejdirektoratets Vejregler som grundlag for, hvordan disse skal designes. I de tilknyttede dimensioneringshåndbøger er flere kataloger blevet udviklet, hvori vejkyndige hurtigt kan udpege en befæstelsesopbygning ved blot at kende trafikallet. De tekniske kataloger, også kaldet for standardkataloger, indeholder opbygningsmulig-

heder inden for hver trafikklasse, hvor der anbefales både forskellige vejmaterialer og lagtykkelser.

Dog er mulighederne for at vælge en opbygning fra kataloget begrænset, da der kun tages højde for to faktorer: økonomi og teknik. Rationalet bag beslutningen om, hvilken befæstelse der bedst egner sig til ens projekt, afgøres hermed på baggrund af de aktuelle materialepriser eller holdbarhed over for de forventelige trafikale belastninger. Ved at deklare-

hver befæstelsestypes klimabelastning er dette med til at berige beslutningsgrundlaget med en tredje faktor, bæredygtigheden. I takt med at der kommer mere fokus på den grønne omstilling, vil bæredygtighedsovervejelser blive mere relevante.

Klimaberegninger

Klimaaftrykket for befæstelser angives i antal kg CO₂e-kvivalenter (også kendt som CO₂e) og er beregnet ved brug af Vejdirektoratets analyseværktøj til livscyklusvurderinger, InfraLCA. Som input anvendes miljøvaredeklarerationer (såkaldte EPD'er - Environmental Product Declarations) for vejmaterialerne. For alle asfalslidelag, bindelag og bærelag er offentligt tilgængelige EPD'er blevet indhentet fra de danske asfaltfirmaer. EPD'er for slaggegrus og geonet er anvendt ud fra oplysninger fra hhv. Afatek og Tensar. InfraLCA's eget EPD-bibliotek er blevet benyttet til de resterende materialer (primært stabilgrus og bundsindring). InfraLCA kræver desuden oplysninger om materialetykkelser, transportafstande og transportmetoder, som det samlede CO₂e-emissionsal bliver udregnet for.

Alle CO₂e beregningerne er udført for livscyklusfaserne A1-A5, hvilket omfatter materialeudvinding, transport til fabrik, produktion, transport til byggepladsen og indbygning. Se Tabel 1 og 2 for resultater fra dette studie med InfraLCA-analyser for standardbefæstelser med hhv. varmbladet asfalt og betonbelægningsten.

For at kunne udføre analysen er der i forbindelse med InfraLCA-beregningerne også blevet antaget følgende:

- Standardw transportmetode er en dieselstabil på 26 t.
- Standard transportafstand er:
 - 25 km for asfaltmaterialer, cementstabiliserede materialer og BBS
 - 20 km for ubundne materialer samt geonet
- Et gennemsnit er blevet anvendt fra asfaltfirmaernes EPD-tal til livscyklusfa-

Trafikklasse	T1 (1-13,5 km/h)	T2 (13,5-20 km/h)	T3 (20-30 km/h)	T4 (30-50 km/h)	T5 (50-100 km/h)
Vejtype 1.1 Vejtype 1.2	30 FA 200(130) 200 kg 30 FA 200(130) 400 kg 300 kg	30 FA 200(130) 400 kg 30 FA 200(130) 400 kg 300 kg	30 FA 200(130) 400 kg 30 FA 200(130) 400 kg 300 kg	30 FA 200(130) 400 kg 30 FA 200(130) 400 kg 300 kg	30 FA 200(130) 400 kg 30 FA 200(130) 400 kg 300 kg
	CO ₂ e: 8,9 (4,2)	CO ₂ e: 2,2 (4,2)	CO ₂ e: 20,8 (4,2)	CO ₂ e: 24,0 (4,2)	CO ₂ e: 26,2 (4,2)
Vejtype 1.1 Vejtype 1.2	25 AB 160(220) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 200 kg	25 AB 160(220) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 200 kg	25 AB 160(220) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 200 kg	25 AB 160(220) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 200 kg	25 AB 160(220) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 80 GAB 170(200) 200 kg
	CO ₂ e: 18,2 (3,8)	CO ₂ e: 22,8 (3,8)	CO ₂ e: 22,8 (3,8)	CO ₂ e: 24,7 (3,8)	CO ₂ e: 28,1 (4,3)
Vejtype 1.1 Vejtype 1.2	25 SBA 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 200 kg	25 SBA 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 200 kg	25 SBA 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 200 kg	25 SBA 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 200 kg	25 SBA 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 40 GAB 70(100) 200 kg
	CO ₂ e: 18,3 (4,4)	CO ₂ e: 18,3 (4,4)	CO ₂ e: 18,3 (4,4)	CO ₂ e: 18,3 (4,4)	CO ₂ e: 18,3 (4,4)

Tabel 1: Befæstelseopbygninger fra Vejdirektoratets 2017 standardkatalog med varmbladet asfalt med tilknyttede CO₂e-emissioner for 1 m² befæstelse. Forudsætninger: 20 års levetid, frostfri visum underbund på 40 MPa og >60 km/h trafikhastighed. Alle tykkelser er i mm.

Trafikklasse	T1 (1-13,5 km/h)	T2 (13,5-20 km/h)	T3 (20-30 km/h)	T4 (30-50 km/h)	T5 (50-100 km/h)
Vejtype 1.1 Vejtype 1.2	60 BBS 100 kg 60 BBS 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 60 BBS 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 60 BBS 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 60 BBS 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 60 BBS 100 kg 100 kg
	CO ₂ e: 21,9	CO ₂ e: 21,9	CO ₂ e: 21,9	CO ₂ e: 21,9	CO ₂ e: 21,9
Vejtype 1.1 Vejtype 1.2	60 BBS 100 kg 120 BBS 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 120 BBS 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 120 BBS 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 120 BBS 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 120 BBS 100 kg 100 kg
	CO ₂ e: 46,7	CO ₂ e: 46,7	CO ₂ e: 46,7	CO ₂ e: 46,7	CO ₂ e: 46,7
Vejtype 1.1 Vejtype 1.2	60 BBS 100 kg 140 GAB 170(200) 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 140 GAB 170(200) 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 140 GAB 170(200) 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 140 GAB 170(200) 100 kg 100 kg	60 BBS 100 kg 140 GAB 170(200) 100 kg 100 kg
	CO ₂ e: 48,4	CO ₂ e: 48,4	CO ₂ e: 48,4	CO ₂ e: 48,4	CO ₂ e: 48,4

Tabel 2: Befæstelseopbygninger fra Vejdirektoratets 2017 standardkatalog med betonbelægningsten med tilknyttede CO₂e-emissioner for 1 m² befæstelse. Forudsætninger: 20 års levetid og frostfri visum underbund på 40 MPa. Alle tykkelser er i mm. AB: Asfaltbeton, ABS: Asfaltbeton-bærelag, BBS: Betonbelægningsten, BL: Bundbelægning, GAB: Grusafslibbeton, HBS: Hvidtålet Bundet Bærelag, S: Stabilgrus, SBA: Skærmestabil, E17: Drivulæst 17 tons aksel. Tallene i fedt angiver analysen af [kg] CO₂e for opbygning af 1 m² af den specifikke befæstelse. Tallene i kursiv i parenteserne angiver CO₂-bidraget i [kg] fra etablering af asfalslidelaget.

seme A1-A3 EPD-tal fra Munck Asfalt er anvendt til fasen A4 (transport til byggeplads)

- Livscyklusfasen for indbygning af materiale (A5) er ikke medregnet for asfaltmaterialerne, fordi der ikke foreligger noget EPD-data endnu

Tabel 1 og 2 viser, at der er forskel på klimaaftrykket fra forskellige vejbefæstelser. Både indenfor samme trafikklasse og på tværs af trafikklasser. Højere trafikklasser har typisk tykkere befæstelser og dermed også et større klimaaftryk. Sammenlignes Tabel 1 og 2, ses det, at klimaaftrykket fra »



Trafik-klasse ¹⁾	Fleksible befæstelser til 10 og 20 års trafik (lagtykkelse i mm)					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Lastbiler pr. døgn ²⁾	Kun lette køretøjer ⁴⁾	< 1	1-65	65-120	120-560	560-1.200
Æ10-belastning ³⁾		0,5	0,5-20	20-50	50-200	200-500
Asfalt + SG 20 års trafik	30 PA 250/330 120 SG 250 BL	20 PA 250/330 40 GAB 0 70/100 100 SG 240 BL	20 PA 250/330 95 GAB I 70/100 150 SG 270 BL	20 PA 250/330 45 GAB 0 70/100 75 GAB I 70/100 160 SG 300 BL	20 PA 250/330 50 GAB 0 40/60 80 GAB I 40/60 220 SG 330 BL	
			25 AB 160/220 85 GAB I 70/100 160 SG 265 BL	25 AB 160/220 40 GAB 0 70/100 70 GAB I 70/100 170 SG 295 BL	25 AB 70/100 45 GAB 0 40/60 75 GAB I 40/60 220 SG 335 BL	30 AB 40/60 50 ABB 40/60 85 GAB I 40/60 250 SG 350 BL
			25 SMA 70/100 80 GAB I 70/100 160 SG 275 BL	25 SMA 70/100 40 GAB 0 70/100 65 GAB I 70/100 170 SG 300 BL	25 SMA 40/60 50 GAB 0 40/60 70 GAB I 40/60 220 SG 335 BL	30 SMA 40/60 50 ABB 40/60 85 GAB I 40/60 250 SG 350 BL

EPD'er fra Asfaltindustrien



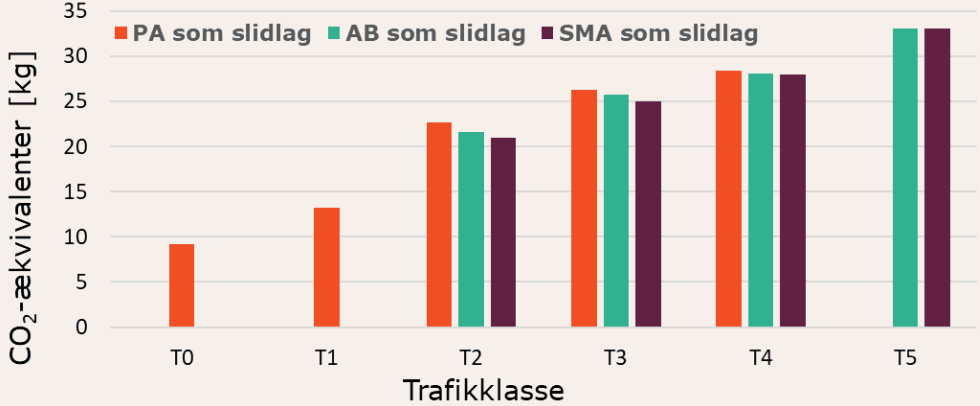
PA



AB



SMA



EPD'er fra InfraLCA



Stabilt grus

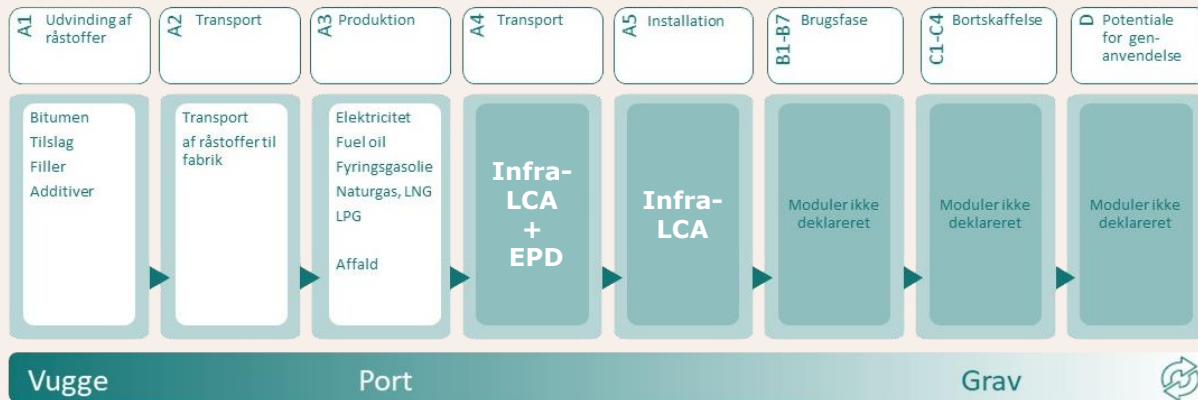


Bundsikring

EPD'er



ASFALTINDUSTRIEN



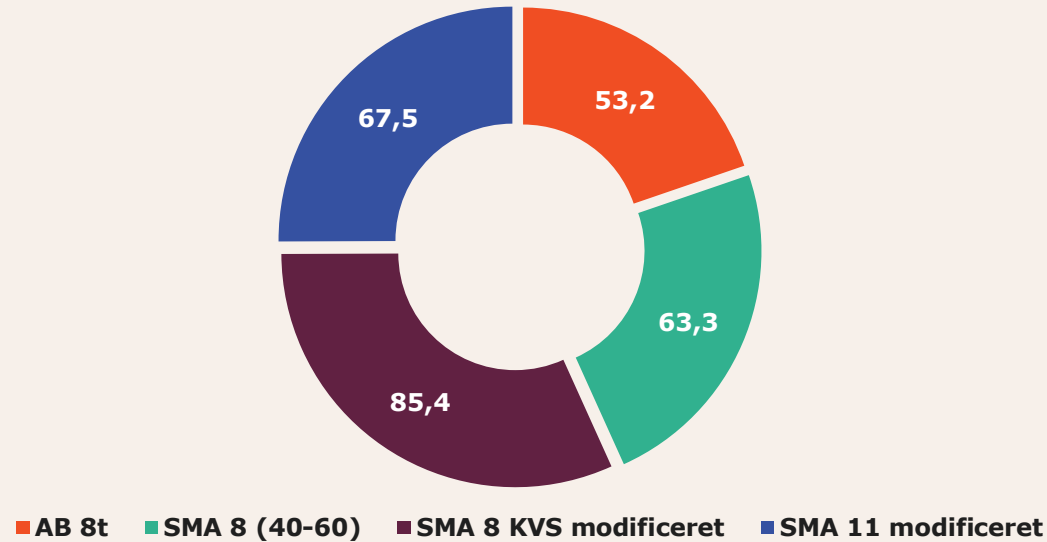
Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A2	A3
GWP	kg CO ₂ -eq	1,53E+01	1,19E+01	2,60E+01
ODP	kg CFC11 -eq	1,28E-06	1,90E-06	3,26E-06
POCP	kg C ₂ H ₄ -eq	4,35E-03	6,25E-03	2,94E-03
AP	kg SO ₂ -eq	1,07E-01	1,70E-01	3,42E-02
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eq	3,56E-02	2,24E-02	4,70E-03
ADPM	kg Sb -eq	1,71E-05	1,16E-05	2,37E-06
ADPE	MJ	2,03E+03	1,70E+02	3,78E+02

Branchegennemsnit: AB 8t fra 6 virksomheder og 37 asfaltfabrikker

Global opvarmningspotentiale for 1 tons slidlag (A1-A3)

Enhed: kg CO₂-ækvivalenter



Kilde: EPD-Norge, produktdeklaration fra Asfaltindustrien



Bæredygtige tiltag

Materialeændring

1. Stabilt grus udskiftes med slaggegrus
2. Stabilt grus udskiftes med knust asfalt



Bæredygtige tiltag

Materialeændring

1. Stabilt grus udskiftes med slaggegrus
2. Stabilt grus udskiftes med knust asfalt



Jordforbedringsmetoder

1. Underbunden kalkstabiliseres
2. Dårlig jord afrømmes og BL indbygges
3. Et geonet udlægges på planum



Tiltag

CO₂e ændring i [%]

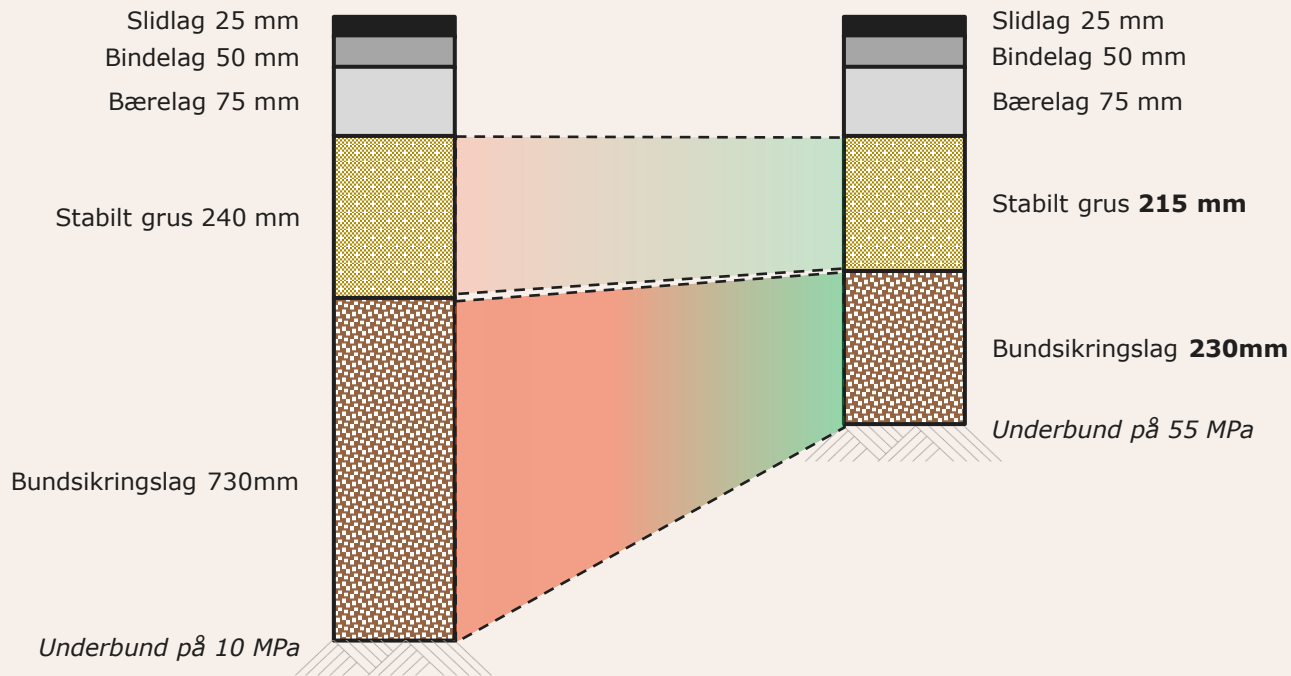
	40 MPa underbund	10 MPa underbund
Materialeændring 1: Slaggegrus anvendes i stedet for SG	-25% ↔ -13%	
Materialeændring 2: Knust asfalt anvendes i stedet for SG	-2% ↔ 0%	
Jordforbedringsmetode #1: Øverste 40 cm af underbunden kalkstabiliseres	2% ↔ 7%	-5% ↔ -1%
Jordforbedringsmetode #2: Dårlig underbund afrømmes og ekstra bundsikring indbygges	—	9% ↔ 11% *
Jordforbedringsmetode #3: Ét lag geonet udlægges på planum	-2% ↔ -1%	-3% ↔ -2%

* Resultatet er i forhold til en befæstelse dimensioneret for en 40 MPa underbund

(-) CO₂e besparelse
(+) CO₂e forøgelse

Ressourceoptimering

T4 befæstelse & 20 års levetid

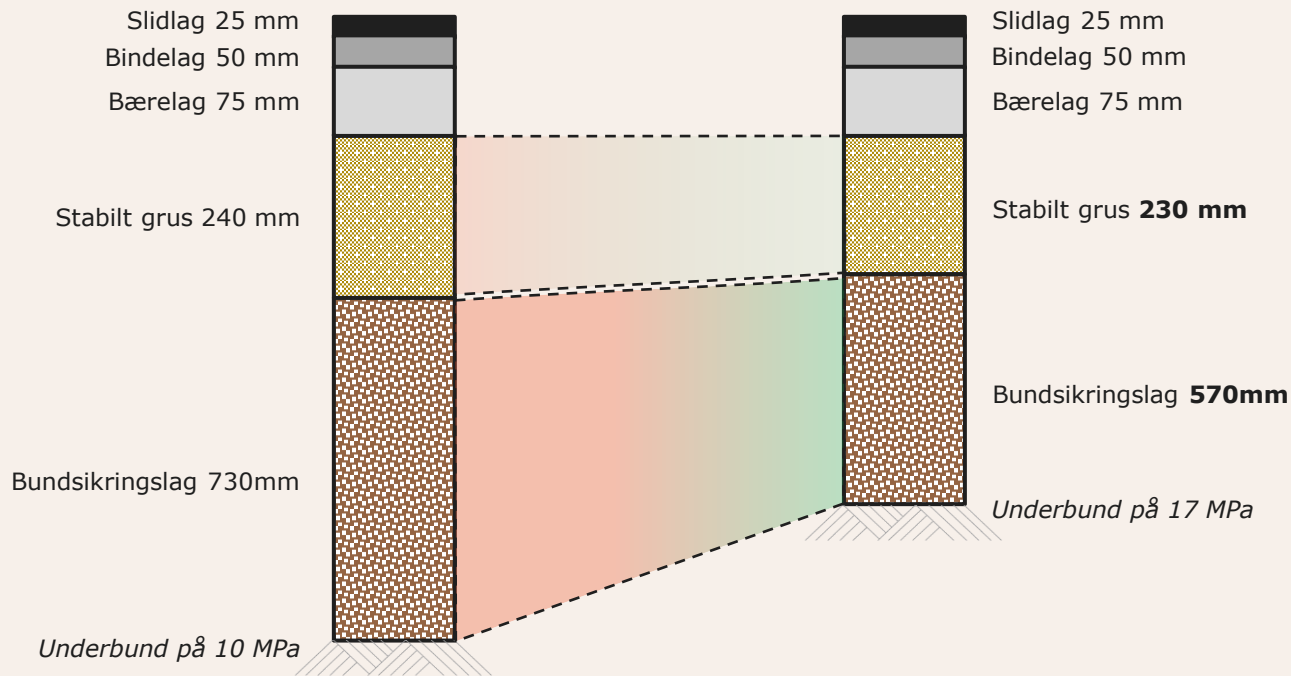


Kalkstabilisering



Ressourceoptimering

T4 befæstelse & 20 års levetid



Udlægning af geonet





Hvad ønsker vores kunder?

Efterspørgsel: 1 km asfalt motorvej

Infrastrukturkommissionen:
40–70 mio. dkk / km i åbent land

<https://jng.dk/artikel/danske-motorveje-er-dyrere-end-i-fjeldlandet-norge-109636#:~:text=For%20anl%C3%A6g%20af%20ny%20motorvej,km.>

Tilbud A

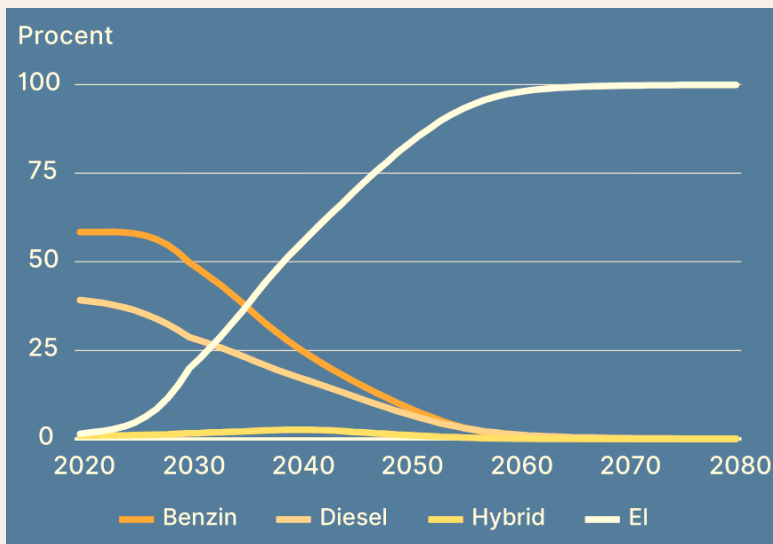
- 50 mio. dkk
- 28 kg CO₂-ækvivalenter pr. m²

Tilbud B

- 65 mio. dkk
- 17 kg CO₂-ækvivalenter pr. m²

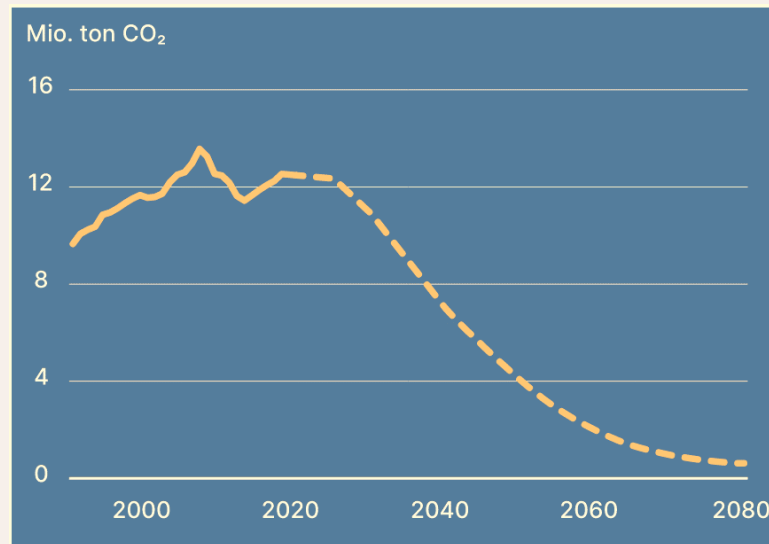
Transportsektorens agenda

Fremskrivning af andelen af el- og plug-in-hybridbiler



Energistyrelsen, Bloomberg og Vejdirektoratet

Fremskrivning af vejtrafikkens CO₂-emissioner



Vejdirektoratet, Årlig energistatistik (ENS), Energistyrelsen basisfremskrivning 2019 og Bloomberg (2017): Electric Vehicle Outlook 2017

Holstebro motorvej



Baseline for 1 km motorvej

Baggrund:
På denne side er skabt en baseline for CO₂-udledningen for 1 km motorvej, beregnet på baggrund af Holstebro motorvejs projekts CO₂-af CO₂.

Baselinen tager udgangspunkt i mængder og materialer beregnet i udbudsmodeller der omregnes til CO₂-udledninger fra EPD (Environmental Product Declarations). Formålet med baselinen er at belyse hvilke områder der udgør den største CO₂-udledning og dermed understøtte oplysningsindsatsen. I denne betragning indregnes, jern-, afslæbnings- og vejarbejder, IT og konstruktionsarbejder er ikke indregnet. CO₂-udledninger udregnes i ha. Vedrørende værdier fra IFA/CA. Ved beregningen er der udelukkende brugt de EPD'er som er valideret i IFA/CA, samt en EPD for slagger som er ikke valideret.

Resultatet indeholder projekter der omfatter jernbane, bus og projekter med et stort og et lille vestlige Svingej 12 km syd for Slidstrup. Motorvejen er konstrueret med traditionelle asfalt og sandgrus materialer, her: SMA, AB, GAB II, SG og BL med køstegninger værende fra 500-845 mm.

Resultater for 1 km:

Tabell 2: Resultat fra IFA/CA-beregning

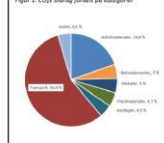
Materialer	Projekt	Baseline	Forskel
Materialeproduktion (A1-A2)	771	1.908	1.137
Transport (A4)	3.048	2.622	-426
Indbygning (A5)	52	102	50
Transport (B4-B5)			
Sum	3.871	4.632	761

Øvrige områder til højre: 11,3 ha CO₂, 1000 kg CO₂ (1000 kg CO₂ / 1000 kg CO₂)

Baseline pr. km motorvej = **4.632 kg CO₂**

Resultat fordelt på kategorier og faser:

Figur 1: CO₂ bidrag fordelt på kategorier

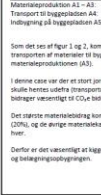


Resultat IFA-beregning:

CO₂-udledning fordelt på kategorier (figur 1)



Figur 2: CO₂ bidrag fordelt på faser



CO₂-udledning fordelt på faser (A1-A5) (figur 2)

Materialeproduktion (A1-A2): 41%
Transport til byggested (A4): 57%
Indbygning på byggested (A5): 2%

Som det ses af figur 1 og 2, kommer det største bidrag fra transporten af materialer til byggestedet (A4) og materialeproduktionen (A1-A2).

I denne case var der et stort jordunderlag på 200.000 m³ som skulle brennes ud (transporteret på 28 km) hvilket bidrager væsentligt til CO₂-bidraget (20%).

Det største materialebidrag kommer fra asfaltproduktionen (30%), og de øvrige materialebidrag bidrager med ca. 5% hver.

Derfor er det væsentligt at tage på opmærksomhed af jordarbejder og belægningsopbygning.

CO₂-reducerende forslag til projektet:

- Belægningsopbygning med H80-lag i stedet for GAB II og slagger i stedet for SG og BL. Dette giver en samlet reduktion af CO₂ aftrykket på 10%.
- Minimering af jordarbejde.
- Her er der forslaget at der ikke udføres jordarbejde, men at der er jordbalance inden for projektet. Dette giver en samlet reduktion på 10%.

Samlet reduktion = 761 kg CO₂ (16%) (se tabel 1 "Forslag")

Øvrige CO₂-reducerende forslag (ikke beregnet):

- Stille krav til CO₂-udledning for materialer i produktionen (A1-A2). Se eksempel (B4).
- Emissionsfri/health byggeplads (se mere omkring her (B4) og her (B4)). Dette er forudsat kun at omhandle materialer på byggestedet (A5) og ikke transport til og fra byggestedet (A4). Dette giver en samlet reduktion på 2%.
- Valg af materialer med lav transportafstand (A4) eller transport med fossilfri strøm (H70 diesel) - stort potentiale, da A4 udgør 57% i dette område.
- Minimering af omfang af autoværn ved anlæg af små og afhængende grøfter. Dette kan betyde sig hvis der er jordoverskud i projektet, men ikke hvis der skal tilføres ekstra jord udvda, som var tilfældet i dette projekt.
- Forbedring af bæreløse på underbund med kalkstabilisering. I dette tilfælde var jordbundforholdene rige med et E-modul på 10-20 MPa. Dette betød at rjordeniveau blev kalkstabiliseret for at opnå et højere E-modul, hvilket har givet en reduktion på 25% af den samlede CO₂-udledning.

'Grønt' redskab til projektledere

Tykkelse	Enhed	Materiale	Antal	Levetid	50 års periode		
					T CO ₂ -eq (A1+A2+A3+A5+B4)	20 års periode T CO ₂ -eq (A1+A2+A3+A5+B4)	0 års periode T CO ₂ -eq (A1+A2+A3+A5+B4)
Belægning							
50	mm	Klinker	1000 m ²	40			
50	mm	Betonfiser	1000 m ²	40			
51	mm	Betonfiser ECO2	1000 m ²	40			
100	mm	Chaussessten	1000 m ²	40			
50	mm	Granitfiser	1000 m ²	40			
	mm	Græsarmering (Beton)	1000 m ²				
	mm	Græsarmering (Plast)	1000 m ²				
	mm	Brosten	1000 m ²				
140	mm	Grusbelægning	1000 m ²	50+			
Bundne belægninger							
20	mm	AB/PA	1 m ²	12			
30	mm	AB/PA	1 m ²	12			
20	mm	KVS	1 m ²				
30	mm	KVS	1 m ²				
20	mm	SMA	1 m ²	12			
30	mm	SMA	1 m ²	12			
		OB	1 m ²				
		OB	1 m ²				
40	mm	GAB	1 m ²	50			
50	mm	GAB	1 m ²	50			
70	mm	GAB	1 m ²	50			
80	mm	GAB	1 m ²	50			
Udbundne materialer							
100	mm	SG II	1 m ²	50+			
200	mm	SG II	1 m ²	50+			
250	mm	SG II	1 m ²	50+			
100	mm	Knust beton	1 m ²	50+			
200	mm	Knust beton	1 m ²	50+			
250	mm	Knust beton	1 m ²	50+			
100	mm	Knust asfalt	1 m ²	50+			
200	mm	Knust asfalt	1 m ²	50+			
300	mm	Knust asfalt	1 m ²	50+			
300	mm	BL II	1 m ²	50+			
400	mm	BL II	1 m ²	50+			
500	mm	BL II	1 m ²	50+			





Tak for jeres opmærksomhed!

