

Med bygg- og anleggsindustrien som ansvarlig for omtrent 40 prosent av verdens klimaavtrykk, er mulighetene store for innovasjon og nytenking som kan være til stor forskjell. Utvikling av nye bruløsninger av tre kan vise seg å være et effektivt tiltak til en rimelig pris.

Sverre Aas Myhr, Jacob R. Alvseike, Eirik U. Nilsen

20.05.2020

Miljø i søkelyset

Statens Vegvesen har ytret et ønske om å redusere klimautslipp fra sine prosjekter. Dette som et svar til regjeringens reviderte mål om å redusere Norges totale klimagassutslipp med 50 prosent fra referanseåret 1990. En krysning av Bergelva i Troms og Finnmark fylke er prosjektert av AFRY som en 24 meter lang bru av prefabrikkerte betongelementer. Med dette prosjektet som utgangspunkt har man gjennom en bacheloroppgave sett på innovative alternativer ved bruk av tre som konstruksjonsmateriale.

Utarbeidet etter pris og miljø

Hensikten var å se på den eventuelle klimagevinsten dette ville kunne gi, på bakgrunn av trevirkets gode klimaegenskaper. Uansett vil man ikke komme unna at pris spiller en stor rolle for utvikling av bruprojekter. Den alternative treløsningen ble derfor optimalisert for å kunne være så konkurransedyktig som mulig, basert på kriteriene økonomi og miljø.



Modell av bjelkebruen.

Bjelkebru av T-tverrsnitt

Tre er i utgangspunktet dårlig egnet for å kunne konkurrere med betong på denne spennlengden. Buebruer er et alternativ, men medfører ofte store kostnader på grunn av mange detaljer. Løsningen ble en bjelkebru av T-tverrsnitt, hvor utfordringen i hovedsak var å gjøre den stiv nok med tanke på nedbøyningskrav uten at dimensjonene ble altfor store. Her så man også på en innovativ løsning med et underoppspenningssystem av stål for å redusere nedbøyninger.

Vinner på miljø – taper på pris

Ved bruk av EPDer, og godt samarbeid med blant annet Spenncon og Moelven Limtre, ble det utarbeidet regnskap for CO₂-avtrykk og pris for betongbruen samt to ulike alternativer til en trebru. Resultatene viser en potensiell besparelse på omtrent 50 prosent ved bruk av tre som alternativt konstruksjonsmateriale. Prismessig kommer derimot betong bedre ut, men forskjellen er tilsynelatende ikke større enn 14 prosent.

Stiller spørsmål ved sammenlikningsgrunnlag

Som miljøkomiteen i Betongforeningen også påpeker, etterlyses det en fullstendig livsløpsanalyse av betong for å gi et godt sammenlikningsgrunnlag. Dagens EPDer beskriver ikke livsløpet lenger enn til fersk betong transportert til byggeplass. Samtidig mangler man også en analyse av vedlikeholdskostnader for alternativene, som er viktig for å få et helhetlig bilde av konkurransedyktighet.

Ballen ligger hos byggherre

Indikasjonene fra resultatene er uansett klare. Som man kanskje kunne forvente er det mer miljøvennlig å bygge bruer av tre enn betong, men det har sin pris. Resultatene fra dette prosjektet sier at byggherre må betale omtrent 10 kroner per kg CO₂-ekvivalenter som spares. Med videre utvikling av trebruer, øyner man likevel en mulighet til å gjøre disse enda billigere. Da kan man virkelig begynne å snakke om konkurransedyktighet.

Konkurransedyktigheten til limtre for brubygging, sammenliknet med betong

The competitiveness of glulam as material for bridge constructions, compared to concrete

Prosjektnr: 2020-24 | Studenter: Jacob R. Alvseike, Eirik U. Nilsen, Sverre Aas Myhr
Intern veileder: Per Otto Yttervoll | Ekstern kontakt: Roar Hugudal, AFRY Trondheim



- Illustrasjon av bjelkebruen over Bergelva

Prosjektbeskrivelse

Formålet med denne oppgaven var å bidra til utvikling av miljøvennlig infrastruktur i Norge. Ønsket var å belyse hvorvidt tre kan være konkurransedyktig som konstruksjonsmateriale i en enkel vegbru, sammenliknet med en tradisjonell løsning bygget i betong. Sammenlikningen tar utgangspunkt i Bergelva bru, men vil være relevant for flere lignende tilfeller. I hovedsak blir løsningene vurdert etter kriteriene kostnad og CO₂-avtrykk.

Analyser

- Prefabrikkert betongbru etter håndbok V426
- Optimalisering av trebruer ved bruk av FEM-Design
- Innovative løsninger ved bruk av T-tverrsnitt og underoppspanning
- Beregning av CO₂-avtrykk med grunnlag i EPDer
- Kostnadsestimer i samarbeid med profesjonelle aktører i byggebransjen

Resultat

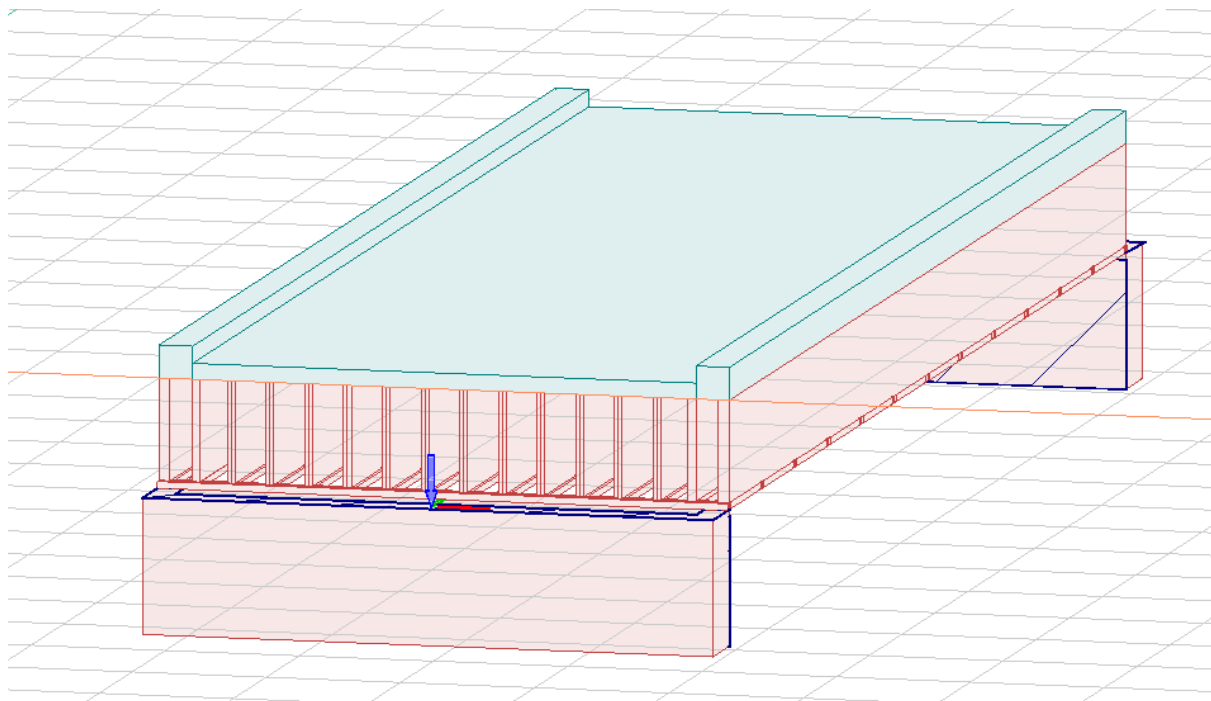
- Halverer CO₂-avtrykket ved valg av alternativ løsning
- Konkurransedyktige løsninger med god materialutnyttelse

Sammenlikning økonomi			
	Betongbru	Underspent bru	Bjelkebru
NOK	3 150 688	+ 570 585	+ 436 874
%		+ 18,1 %	+ 13,9 %

Sammenlikning miljø			
	Betongbru	Underspent bru	Bjelkebru
kg CO ₂	87 482	- 35 188	- 46 201
%		- 40,2 %	- 52,8 %

Vedlegg C

Beregningsrapport: Bjelkebru



Prosjekt:

Bjelkebru - Bergelva

NTNU Trondheim

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Innhold

C.1 Laster	3
C.1.1 Lasttilfeller	3
C.1.2 Lastkombinasjoner	5
C.2 Bjelker	7
C.2.1 Deformasjoner	7
C.2.2 Bøyepenninger	9
C.2.3 Skjærspenninger	10
C.2.4 Anleggsflate	12
C.2.5 Stabilitetskontroll av bjelkesteg	13
C.3 Plate	15
C.3.1 Platas lengderetning	15
C.3.2 Platas tverretning	16

C.1 Laster

C.1.1 Lasttilfeller

Lasttilfeller med varighet i henhold til NS-EN 1995-1: NA.2.3.1.2.

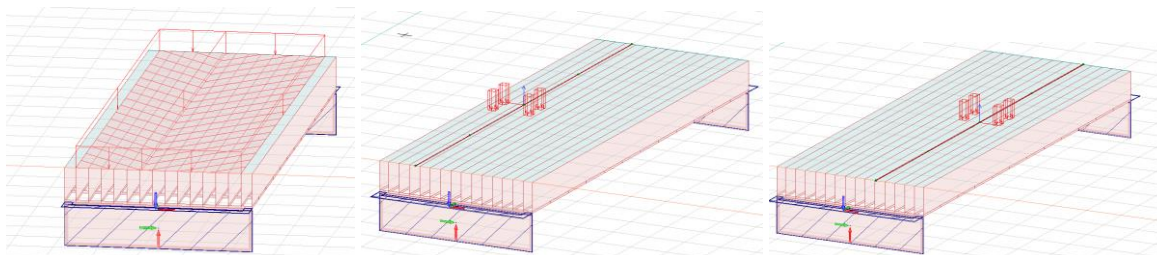
Nummer	Name	Type	Lastvarighet	Plassering
1	Egenlast	Egenlast	Permanent	I tverrsnittene
2	Belegningslast	Vertikal flatelast	Permanent	På brubane (ekskl. kantbjelker)
3	LM1: Kjøretøylast	Vertikale flatelaster	Kortidslast	I kjørebane 1 og 2
4	LM1: Boggilast	Vertikale flatelaster	Kortidslast	Sentrert i kjørebane 1 og 2
5	LM2: Aksellast - sentrert	Vertikale flatelaster	Kortidslast	Hjulplassering sentrisk mellom langbærere
6	LM2: Aksellast - kant	Vertikale flatelaster	Kortidslast	Aksell plassert mot kjørbane kant
7	LM3: Engangslast	Vertikale flatelaster	Kortidslast	Lasttog sentrisk på brubane
8	LM4: Publikumslast	Vertikal flatelast	Kortidslast	På brubane (ekskl. kantbjelker)
9	Bremselast	Horisontal flatelast	Kortidslast	I kjørebane 1

Lasttilfeller med intensiteter:

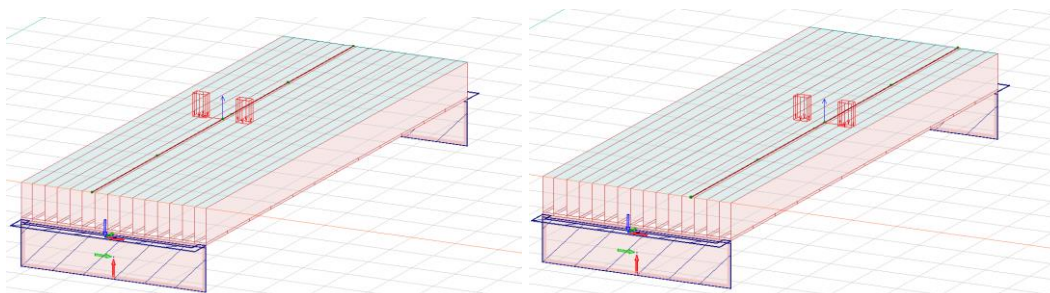
Nummer	Name	Intensitet
1	Egenlast	Autoamtisk generert fra tyngdetettheter
2	Belegningslast	3,5 kN/m ²
3	LM1: Kjøretøylast	5,4 kN/m ² og 2,5 kN/m ² for hhv kb1 og kb2
4	LM1: Boggilast	2x300 kN og 2x200 kN for hhv kb1 og kb2
5	LM2: Aksellast - sentrert	400 kN
6	LM2: Aksellast - kant	400 kN
7	LM3: Engangslast	18x150 kN
8	LM4: Publikumslast	5 kN/m ²
9	Bremselast	5,54 kN/m ² (tot. 400kN)

Utvalgte lastkonfigurasjoner:

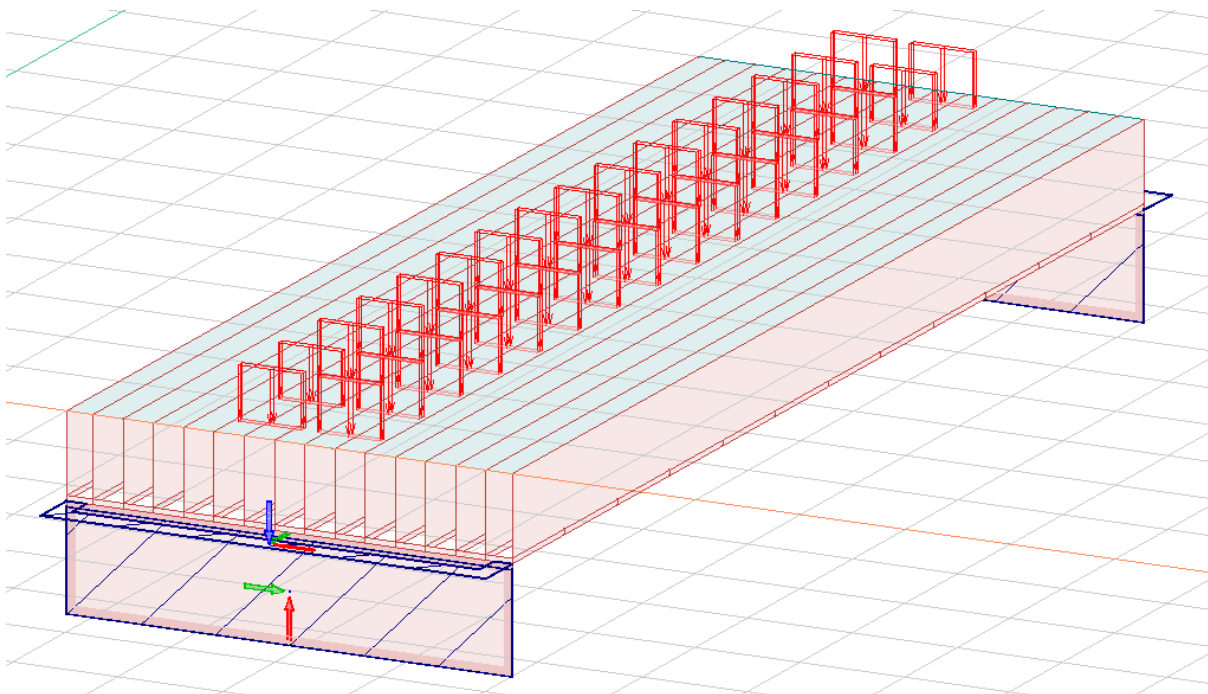
LM1: kjøretøylast og boggilaster



LM2: aksellast sentrert og langs kjørebane kant



LM3:



C.1.2 Lastkombinasjoner

Lastkombinasjoner i bruksgrensetilstand:

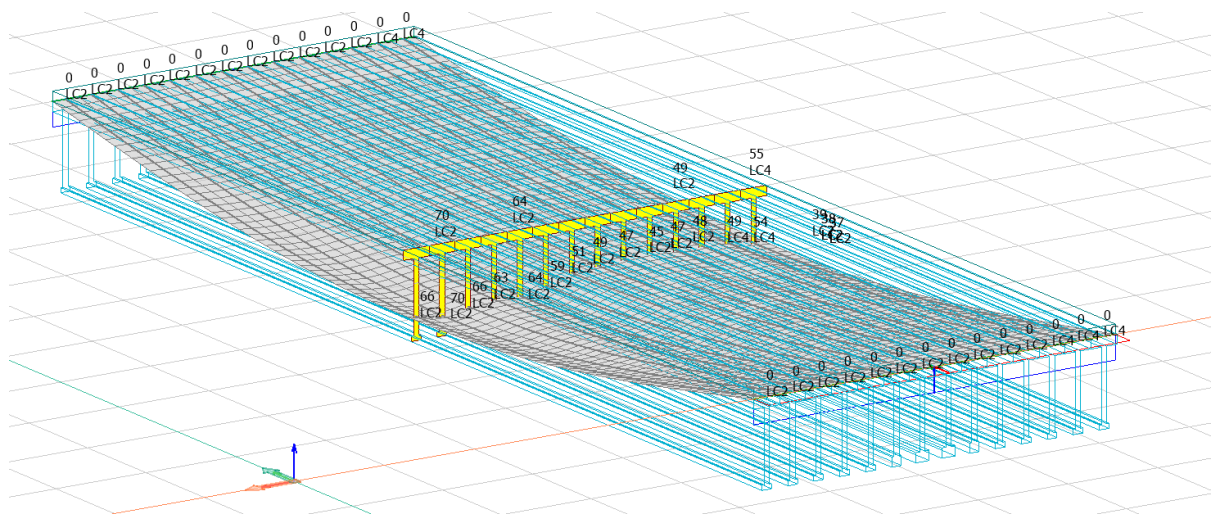
No	Name	Type	Factor	Included load cases
1	SLS1	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	Kjøretøylast
			0.70	LM1 Lane 1-3
			0.70	LM1 Lane 2-3
2	SLS2	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	LM1 Lane 1-3
			1.00	LM1 Lane 2-3
			0.70	Kjøretøylast
3	SLS3-sentrert	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	LM2 sentrert-3
4	SLS3-kant	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	LM2 kant-3
5	SLS4	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	Publikumslast
6	SLS5	Sf	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			0.70	Kjøretøylast
			0.20	LM1 Lane 1-3
			0.20	LM1 Lane 2-3
			1.00	Bremsekraft
7	SLS6	Sf	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			0.70	LM1 Lane 1-3
			0.70	LM1 Lane 2-3
			0.20	Kjøretøylast
			1.00	Bremsekraft
8	SLS7	Sq	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast

Lastkombinasjoner i bruddgrensetilstand:

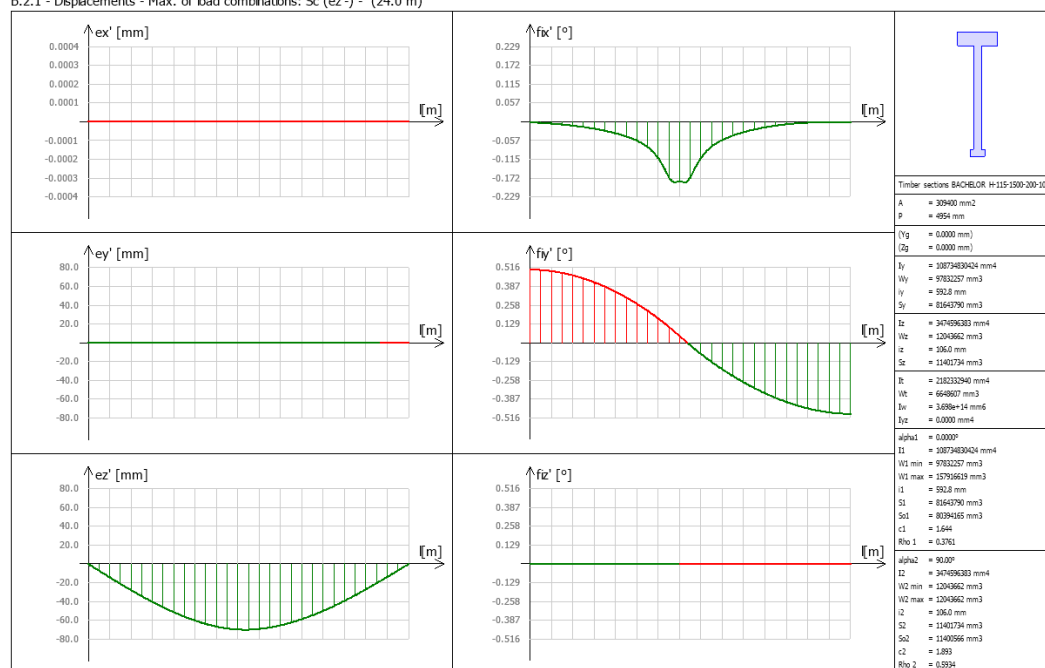
No	Name	Type	Factor	Included load cases
9	ULS1	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.94	LM1 Lane 1-3
			0.94	LM1 Lane 2-3
			0.94	Kjøretøylast
10	ULS2	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	LM1 Lane 1-3
			1.35	LM1 Lane 2-3
			0.94	Kjøretøylast
11	ULS3	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	Kjøretøylast
			0.94	LM1 Lane 1-3
			0.94	LM1 Lane 2-3
12	ULS4-sentrert	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.94	LM2 sentrert-3
13	ULS4-kant	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.93	LM2 kant-3
14	ULS5-sentrert	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	LM2 sentrert-3
15	ULS5-kant	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	LM2 kant-3
16	ULS6	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.94	Engangslast
17	ULS7	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.10	Engangslast
18	ULS8	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.94	Publikumslast
19	ULS9	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	Publikumslast
20	ULS10	U	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast

C.2.1 Deformasjoner

Analyser viser at kombinasjonen SLS2 (LM1) blir dimensjonerende med tanke på nedbøyninger.

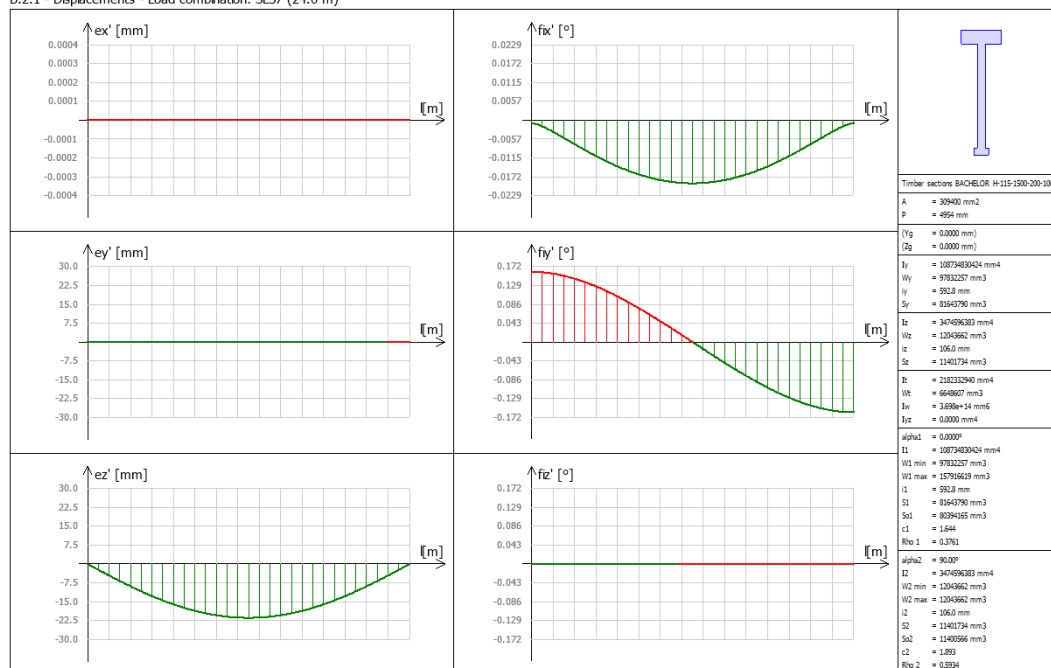


B.2.1 - Displacements - Max. of load combinations: Sc (ez'-) - (24.0 m)



Deformasjonsforløp for samme bjelke med kun permanente laster (SLS7):

B.2.1 - Displacements - Load combination: SLS7 (24.0 m)



Deformasjoner (i negativ z-retning) for alle bærende bjelker (B.0.1 og B.15.1 regnes ikke bærende i lengderetning, har kun avstivende effekt for plate):

[mm]	B.1.1	B.2.1	B.3.1	B.4.1	B.5.1	B.6.1	B.7.1	B.8.1	B.9.1	B.10.1	B.11.1	B.12.1	B.13.1	B.14.1
SLS2	66	70	66	63	64	59	51	49	47	45	47	48	49*	54*
SLS7	20	21	21	21	20	20	19	19	20	20	21	21	21	21
Differanse	46	49	45	42	44	39	32	30	27	25	26	27	28	33

*SLS3-kant ble dimensjonerende for disse bjelkene

Fra raden «differanse» kan man se at ingen bjelker har deformasjon større enn L/350 forårsaket av trafikklast.

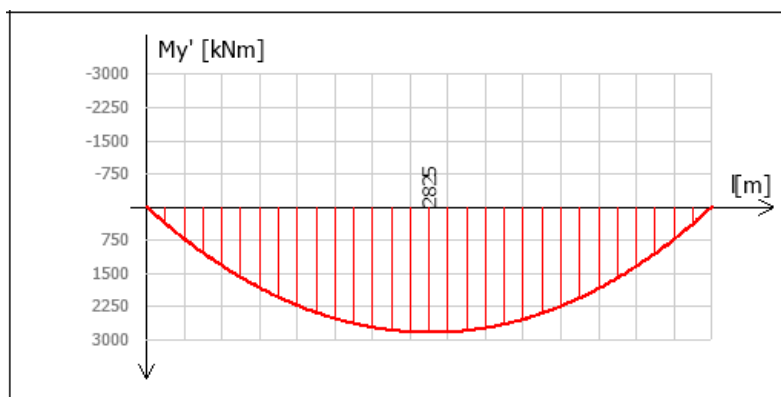
$$\frac{L_{total}}{350} = 68.6 \text{ mm}$$

Nedbøyning er innenfor toleranse.

C.2.2 Bøyepenninger

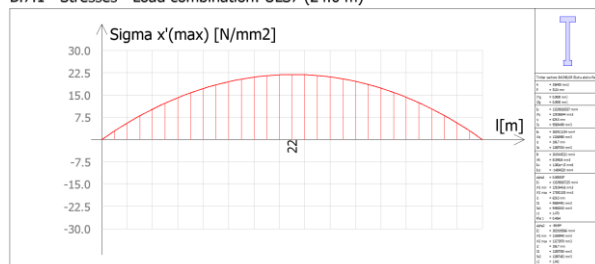
Analyser viser at kombinasjonen ULS7 (LM3) gir de største bøyemomentene.

Momentforløp for mest utsatte bjelke (B.7.1) med kombinasjon ULS7:

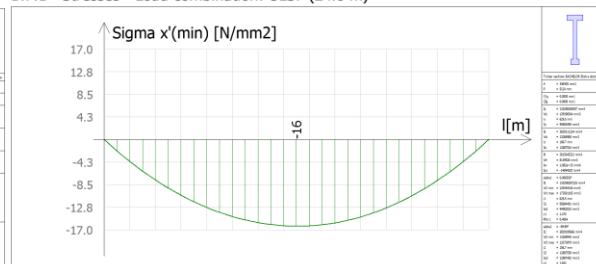


Bøyepenningsforløp i h.h.v underkant og overkant av bjelketverrsnitt, for tilsvarende situasjon:

B.7.1 - Stresses - Load combination: ULS7 (24.0 m)



B.7.1 - Stresses - Load combination: ULS7 (24.0 m)



Kontrollberegninger i Mathcad:

$$\begin{aligned}
 B_f &:= 568.1 \text{ mm} & B_s &:= 115 \text{ mm} & B_{u,f} &:= 300 \text{ mm} \\
 H_f &:= 233.3 \text{ mm} & H_s &:= 1400 \text{ mm} & H_{u,f} &:= 200 \text{ mm} \\
 z_c &:= \frac{(B_f \cdot H_f \cdot (H_{u,f} + H_s + 0.5 \cdot H_f) + B_s \cdot H_s \cdot (H_{u,f} + 0.5 \cdot H_s) + B_{u,f} \cdot H_{u,f} \cdot 0.5 \cdot H_{u,f})}{B_f \cdot H_f + B_s \cdot H_s + B_{u,f} \cdot H_{u,f}} = 1.07 \text{ m} \\
 I_{y,f} &:= \frac{1}{12} \cdot B_f \cdot H_f^3 + (H_{u,f} + H_s + 0.5 \cdot H_f - z_c)^2 \cdot B_f \cdot H_f = 0.056 \text{ m}^4 \\
 I_{y,s} &:= \frac{1}{12} \cdot B_s \cdot H_s^3 + (H_{u,f} + 0.5 \cdot H_s - z_c)^2 \cdot B_s \cdot H_s = 0.031 \text{ m}^4 \\
 I_{y,u,f} &:= \frac{1}{12} \cdot B_{u,f} \cdot H_{u,f}^3 + (0.5 \cdot H_{u,f} - z_c)^2 \cdot B_{u,f} \cdot H_{u,f} = 0.057 \text{ m}^4 \\
 I_y &:= I_{y,f} + I_{y,s} + I_{y,u,f} = (1.436 \cdot 10^{11}) \text{ mm}^4 \\
 M_{Ed} &:= 2825 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} \\
 \sigma_{m.y.d.topp} &:= \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot (H_f + H_s + H_{u,f} - z_c) = 15.006 \text{ MPa} \\
 \sigma_{m.y.d.bunn} &:= \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot z_c = 21.053 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Klimaklasse 2 og korttidslast for trafikklast gir:

$$f_{m,g,d} = \frac{0.9 \cdot 30 \frac{N}{mm^2}}{1.15} = 23.48 \text{ N/mm}^2$$

Utnyttelse i prosent for hver enkelt bjelke:

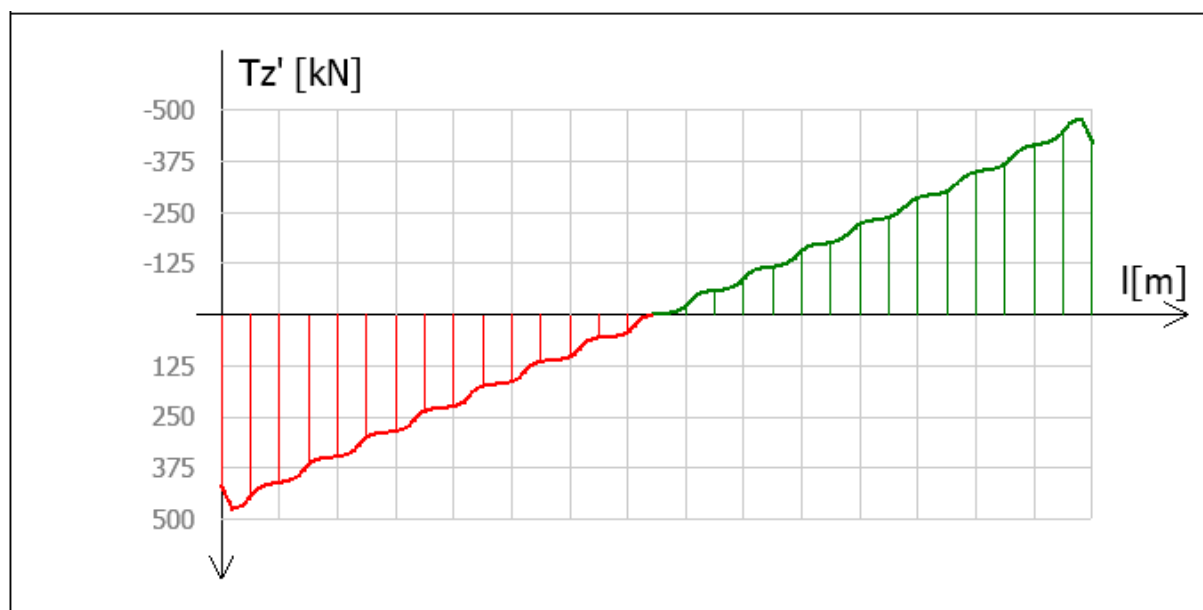
[N/mm ²]	B.1.1	B.2.1	B.3.1	B.4.1	B.5.1	B.6.1	B.7.1	B.8.1	B.9.1	B.10.1	B.11.1	B.12.1	B.13.1	B.14.1
lastkomb.	ULS2	ULS2	ULS2	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS2	ULS2	ULS5	ULS5
$\sigma_{m,y,d}$	12	14	12	12	18	22	22	19	16	12	9	10	10	11
$f_{m,y,d}$	23,48	23,48	23,5	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48
Utnyttelse [%]	51,11	59,63	51,1	51,1	76,7	93,7	93,7	80,9	68,1	51,11	38,33	42,59	42,59	46,85

Kapasitet ok.

C.2.3 Skjærspenninger

For skjærspenningskontroll er det brukt påvisning av kapasitet i henhold til NS-EN 1995-1: kap 9.1.

Skjærkraftfordeling for dimensjonerende lastkombinasjon: ULS7 for B.7.1



Variasjonene kommer fra lastkonfigurasjonen for LM3 som vist i C.1.1.

Kapasitetskontroll for B.7.1 med ULS7:

Skjærspenningskontroll for sammensatte tverrsnitt

Faktorer

$\gamma_m := 1.15$ $k_{mod} := 0.9$

Litteratur: NS-EN 1995-1-1 - Kapittel 9

Frie avstand mellom flensene: $H_s := 1400 \text{ mm}$

Bredde steg: $B_s := 115 \text{ mm}$

(9.8) $\frac{H_s}{B_s} = 12.174$ $\frac{H_s}{B_s} \leq 70$ OK

Trykkflensens høyde: $H_f := 233 \text{ mm}$

Strekflensens høyde: $H_{u,f} := 200 \text{ mm}$

Skjærfasthet: $f_{v,g,k} := 3.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Dimensjonerende skjærfasthet: $f_{v,d} := \frac{k_{mod} \cdot f_{v,g,k}}{\gamma_m} = 2.739 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Dimensjonerende skjærkraft $V_{Ed} := 479 \cdot 10^3 \text{ N}$ Hentet fra FEM-designmodell

(9.9) $\frac{H_s}{B_s} \leq 35$ Skjærkraftkapasitet: V_{Rd}

$V_{Rd} := B_s \cdot H_s \cdot \left(1 + \frac{0.5 \cdot (H_f + H_{u,f})}{H_s} \right) \cdot f_{v,d} = (5.092 \cdot 10^5) \text{ N}$

$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.941$ $V_{Ed} \leq V_{Rd}$ OK

Kapasitet ok.

Utnyttelse i prosent for hver enkelt bjelke:

[kN]	B.1.1	B.2.1	B.3.1	B.4.1	B.5.1	B.6.1	B.7.1	B.8.1	B.9.1	B.10.1	B.11.1	B.12.1	B.13.1	B.14.1
lastkomb.	ULS2	ULS2	ULS2	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS2	ULS2	ULS5	ULS5
V_{Ed}	153	135	156	161	298	461	479	391	301	185	112	108	98	110
V_{Rd}	493,4	493,4	493	493	493	509	509	509	509	493,4	493,4	493,4	493,4	493,4
Utnyttelse [%]	31,01	27,36	31,6	32,6	60,4	90,57	94,1	76,8	59,1	37,49	22,7	21,89	19,86	22,29

C.2.4 Anleggsflate

Anleggsflaten er i bjelkenes lengderetning er prosjektert til 550 mm. Det brukes en avstivningsløsning av limtrelameller med vertikal fiberretning som kappes til og skrues inn på hver side av bjelkesteget. Dette gjøres langs hele anleggsflaten, som også gir større trykkapasitet i steget.

Påfølgende kapasitetskontroll av underflens for dimensjonerende tilfelle (ULS7 på B.7.1):

Kontroll av trykkspenninger i anleggsflate etter NS-EN-1995-1: pkt. 6.1.5

$$k_{mod} := 0.9 \quad \gamma_m := 1.15$$

$$f_{c,90,k} := 5.5 \text{ MPa} \quad (\text{ref. rapport fra treteknisk})$$

$$f_{c,90,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 4.304 \text{ MPa}$$

$$F_{Ed} := 498.6 \text{ kN}$$

$$B_{u,f} := 300 \text{ mm}$$

Anleggsflate

$$l_{ef} := 550 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,90,d} := \frac{F_{Ed}}{B_{u,f} \cdot l_{ef}} = 3.022 \text{ MPa}$$

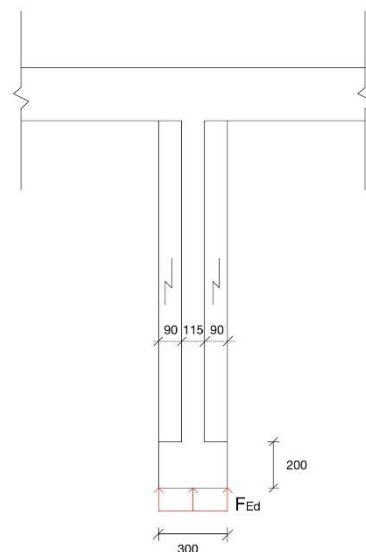
$$k_{c,90} := 1.0 \quad (\text{ref. rapport fra treteknisk})$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = 0.702$$

$$F_{Rd} := k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} \cdot B_{u,f} \cdot l_{ef} = 710.217 \text{ kN}$$

$$F_{Rd} > F_{Ed}$$

Kapasitets ok.



Skisse av avstivningsløsning med dimensjonerer for B.7.1.

C.2.5 Stabilitetskontroll av bjelkesteg

Fra en stabilitetskontroll i henhold til NS-EN 1995-1: pkt. 6.3 fant vi at avstivning av steg ved opplegg er nødvendig. Kontroll av B.7.1 i ULS7 ser slik ut:

Dimensjonering av avstivningsløsning ved bjelkeende i henhold til NS-EN 1995-1: pkt 9.2.5.3

$$k_l := 1$$

$$n := 1$$

$$l := 1.400 \text{ m}$$

$$k_{f,3} := 30 \quad \text{konservativ valgt modifikasjonsfaktor etter tab. 9.2}$$

$$N_d := F_{Ed}$$

Horisontal linjelast på avstiver

$$q_d := k_l \cdot \frac{(n \cdot N_d)}{k_{f,3} \cdot l} = 11.871 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Parametre for avstiver

$$h := 90 \text{ mm}$$

$$b := 550 \text{ mm}$$

$$I_y := \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = (3.341 \cdot 10^7) \text{ mm}^4$$

$$E_{0,g} := 13000 \text{ MPa}$$

Overslag av utbøyning av avstiver

$$w_a := \frac{5}{384} \cdot \frac{(q_d \cdot l^4)}{E_{0,g} \cdot I_y} = 1.367 \text{ mm}$$

Anbefalt grenseverdi for utbøyning av avstiver etter 9.2.5.3 (2)

$$\frac{l}{500} = 2.8 \text{ mm}$$

Avstivning er tenkt som vist på figur i kap. C.2.4.

Avstivningsløsningen har vertikal fiberretning og derfor effektiv E-modul på

$$E_{0,g} = 13000 \text{ N/mm}^2$$

Dette gir en kontinuerlig fastholding mot lokal stegkneking med relativt god stivhet.

Kontroll av dimensjon på avstiver:

Dimensjonering av avstivningsvegg i henhold til NS-EN 1995-1: pkt 9.2.5.3

$$k_l := 1$$

$$n := 1$$

$$l := 1.400 \text{ m}$$

$$k_{f,3} := 30 \quad \text{konservativ valgt modifikasjonsfaktor etter tab. 9.2}$$

$$N_d := F_{Ed}$$

Horisontal linjelast på avstiver

$$q_d := k_l \cdot \frac{(n \cdot N_d)}{k_{f,3} \cdot l} = 11.871 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Parametre for avstiver

$$h := 90 \text{ mm}$$

$$b := 550 \text{ mm}$$

$$I_y := \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = (3.341 \cdot 10^7) \text{ mm}^4$$

$$E_{0,g} := 13000 \text{ MPa}$$

Overslag av utbøyning av avstiver

$$w_a := \frac{5}{384} \cdot \frac{(q_d \cdot l^4)}{E_{0,g} \cdot I_y} = 1.367 \text{ mm}$$

Anbefalt grenseverdi for utbøyning av avstiver etter 9.2.5.3 (2)

$$\frac{l}{500} = 2.8 \text{ mm}$$

Avstivning er ok for B.7.1. Lignende løsninger for alle bjelker ved opplegg.

C.3 Plate

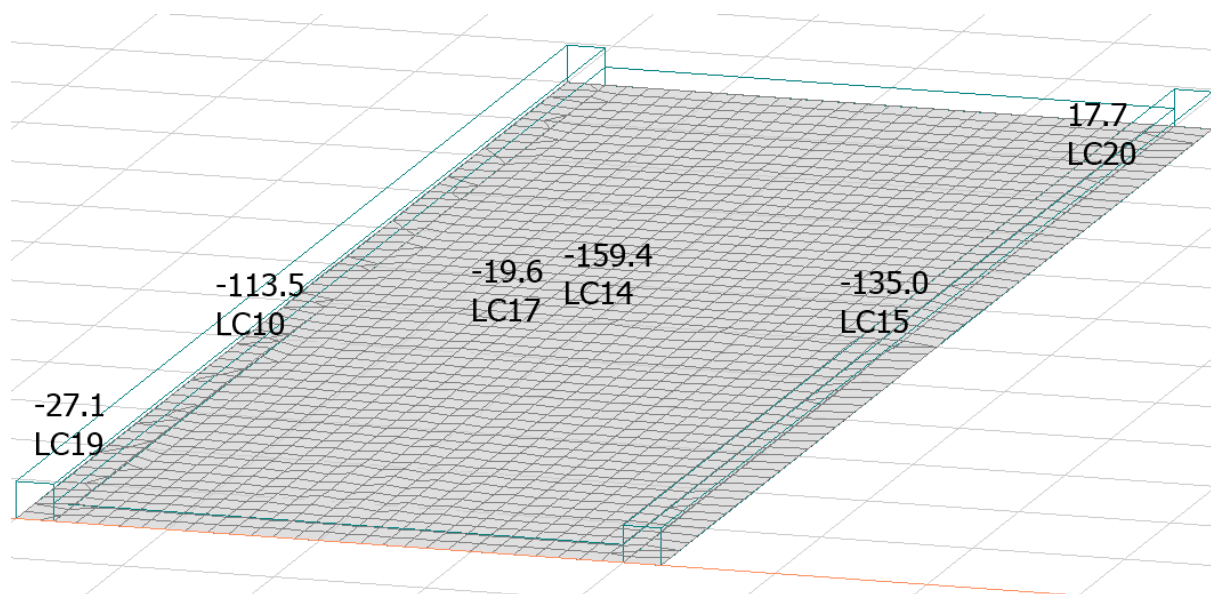
C.3.1 Platas lengderetning

Platemoment

Kapasiteten til platas lengderetning m.h.t bøyningsmoment er allerede kontrollert i kap. C.2.2, da man beregner bjelkene som t-tverrsnitt med full effektiv flensbredde. Fant her maksimale spenninger på ca. 16 N/mm^2 , som er godt innenfor limtrevirkets dimensjonerende bøyefasthet på $23,48 \text{ N/mm}^2$.

Plateskjær

Leser ut maksimale plateskjærkrefter i x-retning fra FEM-analyser.



Dimensjonerende for plateskjær blir ULS5-sentrert (LC14) som gir lastvirkning $159,4 \text{ kN/m}$.

Plateskjærkontroll i lengderetning etter NS-EN 1995-1: kap 6.1.7

$$k_{mod} := 0.9 \quad \gamma_m := 1.15 \quad k_{cr} := 0.8 \quad (\text{I.h.h. til NA:2013})$$

$$f_{v,k} := 3.5 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 2.739 \text{ MPa}$$

$$v_{x,Ed} := 159.4 \text{ kN}$$

$$H_{dekke} := 233 \text{ mm} \quad B := 1000 \text{ mm}$$

$$\tau_{x,d} := \frac{3}{2} \cdot \frac{v_{x,Ed}}{k_{cr} \cdot H_{dekke} \cdot B} = 1.283 \text{ MPa}$$

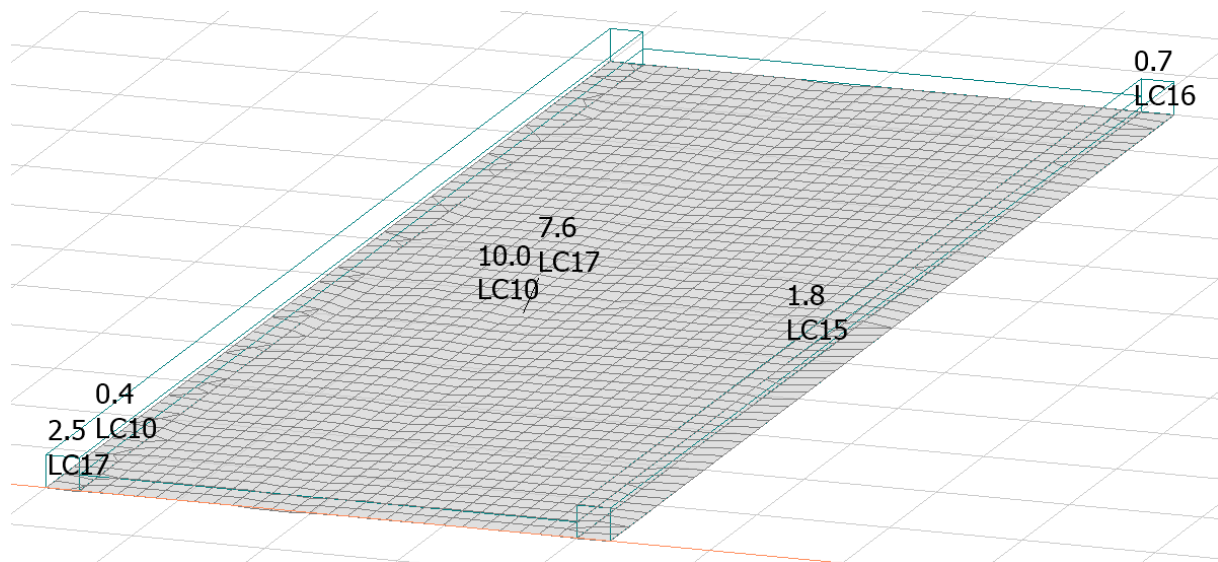
$$\frac{\tau_{x,d}}{f_{v,d}} = 0.468$$

Kapasitet ok.

C.3.2 Platas tverretning

Tverrspenningssystem

Dimensjonerende tverrmoment hentes fra FEM-analyser:



Påfølgende dimensjonering av tverrspenning:

Dimensjonering av tverrspenningssystem

$$H_{dekke} := 233 \text{ mm}$$

$$B := 1000 \text{ mm} \quad (\text{betrakter 1 meter av platens lengderetning})$$

$$W_y := \frac{1}{6} \cdot B \cdot H_{dekke}^2 = (9.048 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

$$m_{y,plate} := -10.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{my,plate} := \frac{m_{y,plate}}{W_y} = -1.105 \text{ MPa}$$

Minste tillatte spenning mellom lameller etter NS-EN 1995-2: 6.1.2 (5)

$$\sigma_{min} := 0.35 \text{ MPa}$$

Nødvendig "kompensasjon" fra tverrspenningssystem (pr. løpemeter)

$$\sigma_{nødv} := \sigma_{min} - \sigma_{my,plate} = 1.455 \text{ MPa}$$

$$P_{nødv} := \sigma_{nødv} \cdot H_{dekke} \cdot B = 339.061 \text{ kN}$$

SVV N400 9.6.1.1: regner med kun 50 % av nominell oppspenningskraft etter tap

$$P_0 := \frac{P_{nødv}}{0.5} = 678.121 \text{ kN}$$

Spenningsparametere:

$$f_y := 1000 \text{ MPa}$$

$$f_u := 1100 \text{ MPa}$$

$$\varnothing := 26.5 \text{ mm}$$

SVV N400 9.5.2.2: Spennes opp til 80 % av karakteristisk kapasitet

$$A_{s,nødv} := \frac{P_0}{0.8 \cdot f_y} \cdot \frac{1}{m} = 847.652 \frac{1}{m} \cdot \text{mm}^2$$

$$n_{stag} := \frac{A_{s,nødv}}{\pi \cdot \left(\frac{\varnothing}{2}\right)^2} = 1.537 \frac{1}{m} \quad c := \frac{1}{n_{stag}} = 650.675 \text{ mm}$$

$$n_{tot} := n_{stag} \cdot 24 \text{ m} = 36.885$$

36 Ø 26,5 c 650

Påfølgende dimensjonering av forankringsplate:

Forankringsplate

$f_{c,90,k} := 5.5 \text{ MPa}$ Ref. rapport fra treteknisk

$k_{mod1} := 1.1$ SVV N400 9.6.1.2: øyeblikkslast - lastfaktor 1.06

$k_{mod2} := 0.9$ Korttidslast - lastfaktor 1.0
(blir dimensjonerende)

$\gamma_m := 1.15$

$f_{c,90,d} := k_{mod2} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 4.304 \text{ MPa}$

SVV N400 9.6.1.2: dim. forankringskraft pr. stag

$P_{0,d} := \frac{P_0}{n_{stag} \cdot m} = 441.237 \text{ kN}$

Forankringsplatens nødvendige diameter

$\varnothing_p := 2 \cdot \sqrt{\frac{P_{0,d}}{\pi \cdot f_{c,90,d}}} + \left(\frac{\varnothing}{2}\right)^2 = 362.245 \text{ mm}$

$\varnothing_p \leq c$ OK!

Kombinert bøyning og trykk fra tverrspanning

En kontroll av normalspenninger i platas tverretning ble dimensjonerende for nødvendig tykkelse av plata. Kontrollen bygger på dimensjonerende platemoment på 10,0 kNm/m og nominell oppspenningskraft på 678,12 kN/m.

Kontroll av normalspenninger i plata

Normalspenninger fra bøyningsmoment i tverretning

$\sigma_{my,plate} = -1.105 \text{ MPa}$

Normalspenninger fra tverrspanningstrykk

$\sigma_{ny,plate} := \frac{P_0}{H_{dekke} \cdot B} = 2.91 \text{ MPa}$

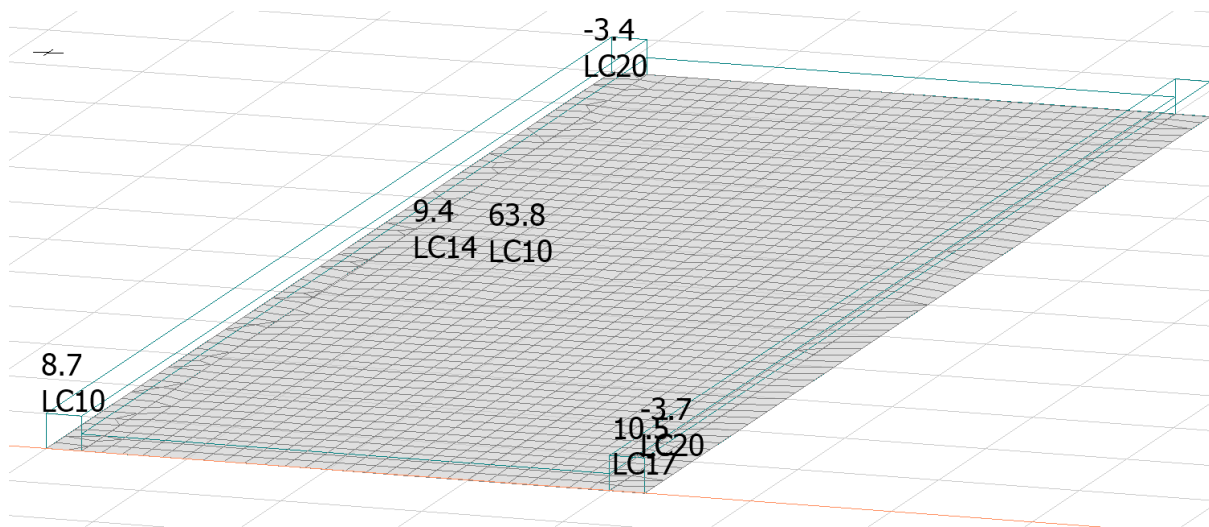
$\frac{(-\sigma_{my,plate} + \sigma_{ny,plate})}{f_{c,90,d}} = 0.933$

Kapasitet ok.

Kontroll av glidning mellom lameller

Kontrollerer mot glidning mellom lameller etter SVV N400: kap. 9.6.3.1.

Dimensjonerende lastvirkninger hentes fra FEM-analyse: (ser her på vertikal plateskjær i y-retning)



Dimensjonerende for plateskjær blir ULS2 (LC10) som gir lastvirkning 63,8 kN/m.

Horisontale plateskjærkrefter er beregnet fra dimensjonerende bremsekraft. Denne er beregnet etter NS-EN 1991 og blir som følger:

Bremse- og akselerasjonskrefter

Bane nummer 1

Aksellast $Q_{lk1} := 300 \text{ kN}$

Tabell 4.1 Lastmodell 1

Lastfelt $q_{lk1} := 9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

NA 4.3.2 Lastmodell 1

$\alpha_{Q1} := 1.0$

$\alpha_{q1} := 0.6$

$w_1 := 3 \text{ m}$

$L := 24 \text{ m}$

$$Q_{lk} := \min \left(\left[\frac{900 \text{ kN}}{0.6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot 2 \cdot Q_{lk1} + 0.1 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{lk1} \cdot w_1 \cdot L} \right] \right) = 398.88 \text{ kN}$$

Fordelt over platas lengde gir dette en horisontal plateskjærkraft på 16,62 kN/m.

Kontroll av glidning mellom lameller gir da en minste tverrspenningskraft på:

Kontroll av glidning mellom lameller

Friksjonskoeffisienter etter SVV N400: tabell 9.4

$$\mu_{0,d} := 0.25 \quad \mu_{90,d} := 0.30$$

$$V_v := 63.8 \frac{kN}{m} \quad V_h := 16.62 \frac{kN}{m}$$

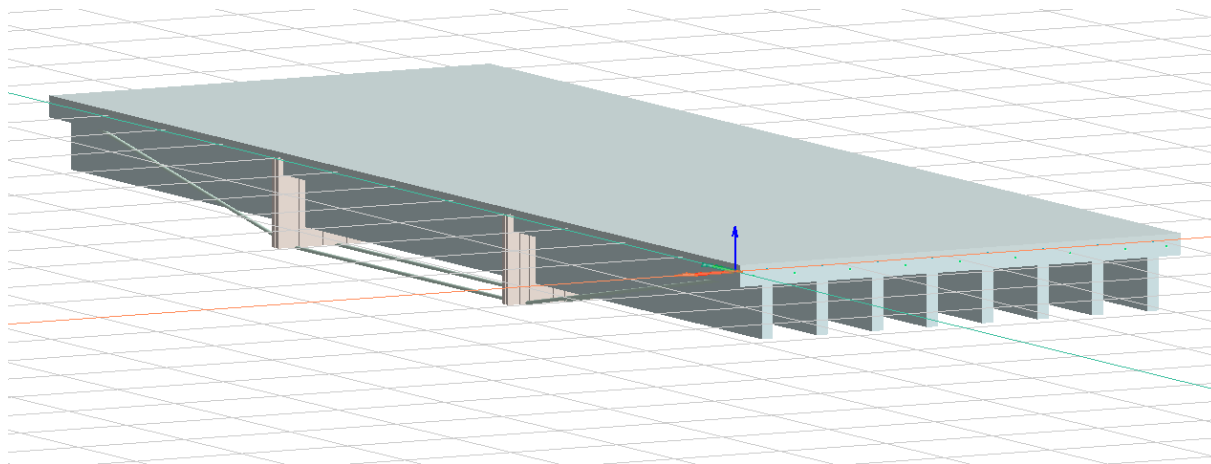
$$\sqrt{\left(\frac{V_v}{\mu_{0,d}}\right)^2 + \left(\frac{V_h}{\mu_{90,d}}\right)^2} = 261.144 \frac{1}{m} \cdot kN$$

$$P_{nødv} = 339.061 \text{ } kN$$

Ser her at denne minste tverrspenningskraften allerede er ivaretatt.

Vedlegg D

Beregningsrapport: Underspent bru



Prosjekt:

Underspent bru - Bergelva

NTNU Trondheim

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Innhold

D.1 Laster..... 3

 D.1.1 Lasttilfeller 3

 D.1.2 Lastkombinasjoner 5

D.2 Bjelker 7

 D.2.1 Deformasjoner 7

 D.2.2 Bøyepenninger 9

 D.2.3 Skjærspenninger 10

 D.2.4 Anleggsflate 12

 D.2.5 Stabilitetskontroll av bjelkesteg..... 13

D.3 Plate 14

 D.3.1 Platas lengderetning 14

 D.3.2 Platas tverretning..... 15

D.1 Laster

D.1.1 Lasttilfeller

Lasttilfeller med varighet i henhold til NS-EN 1995-1: NA.2.3.1.2.

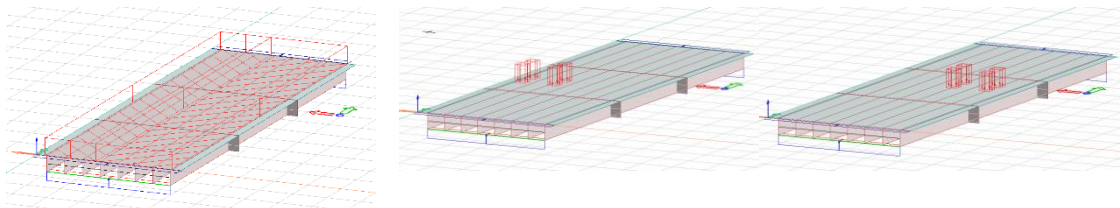
Nummer	Name	Type	Lastvarighet	Plassering
1	Egenlast	Egenlast	Permanent	I tverrsnittene
2	Belegningslast	Vertikal flatelast	Permanent	På brubane (ekskl. kantbjelker)
3	LM1: Kjøretøylast	Vertikale flatelaster	Kortidslast	I kjørebane 1 og 2
4	LM1: Boggilast	Vertikale flatelaster	Kortidslast	Sentrert i kjørebane 1 og 2
5	LM2: Aksellast - sentrert	Vertikale flatelaster	Kortidslast	Hjulplassering sentrisk mellom langbærere
6	LM2: Aksellast - kant	Vertikale flatelaster	Kortidslast	Aksell plassert mot kjørbane kant
7	LM3: Engangslast	Vertikale flatelaster	Kortidslast	Lasttog sentrisk på brubane
8	LM4: Publikumslast	Vertikal flatelast	Kortidslast	På brubane (ekskl. kantbjelker)
9	Bremselast	Horisontal flatelast	Kortidslast	I kjørebane 1

Lasttilfeller med intensiteter:

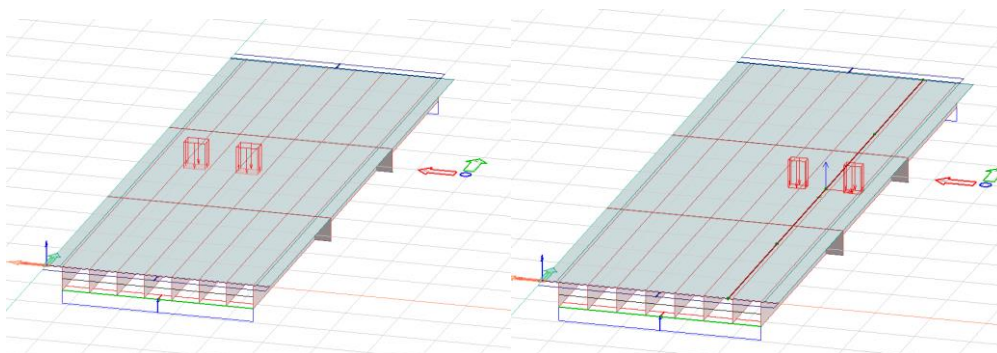
Nummer	Name	Intensitet
1	Egenlast	Autoamtisk generert fra tyngdetettheter
2	Belegningslast	3,5 kN/m ²
3	LM1: Kjøretøylast	5,4 kN/m ² og 2,5 kN/m ² for hhv kb1 og kb2
4	LM1: Boggilast	2x300 kN og 2x200 kN for hhv kb1 og kb2
5	LM2: Aksellast - sentrert	400 kN
6	LM2: Aksellast - kant	400 kN
7	LM3: Engangslast	18x150 kN
8	LM4: Publikumslast	5 kN/m ²
9	Bremselast	5,54 kN/m ² (tot. 400kN)

Utvalgte lastkonfigurasjoner:

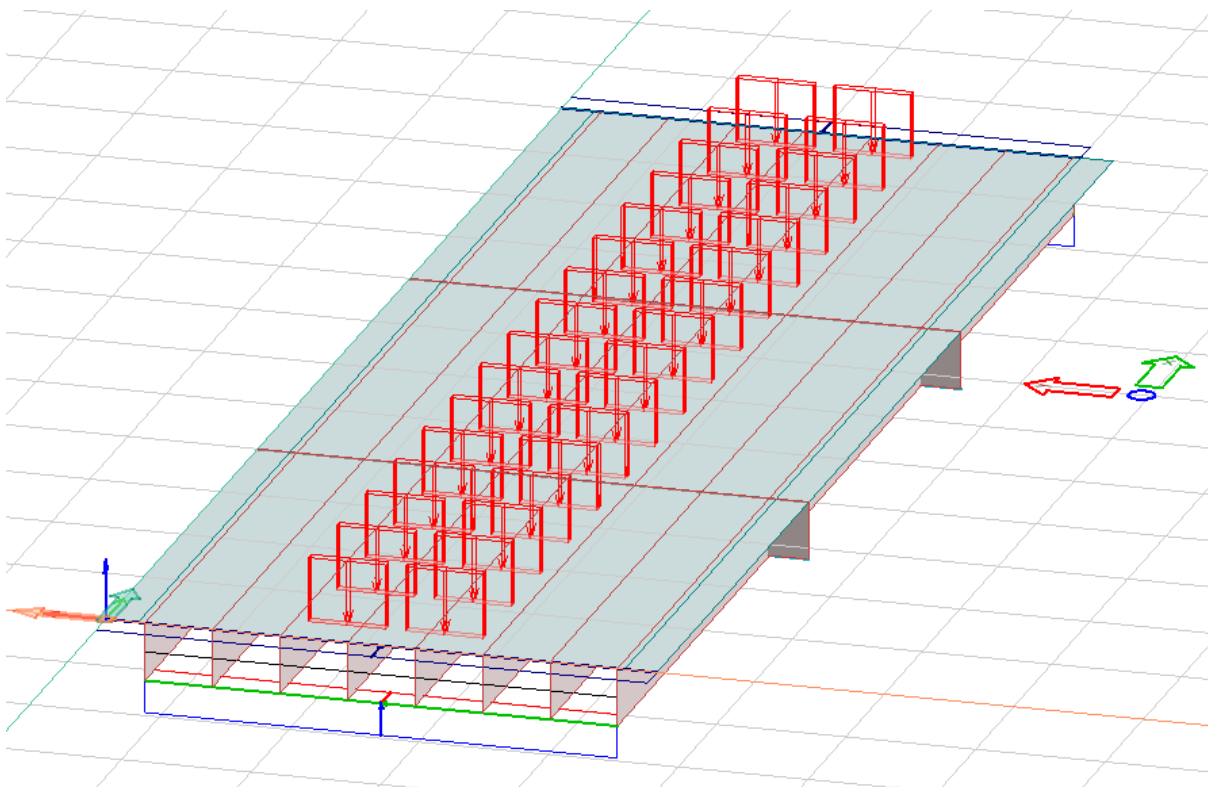
LM1: kjøretøylast og boggilaster



LM2: aksellast sentrert og langs kjørebane kant



LM3:



D.1.2 Lastkombinasjoner

Lastkombinasjoner i bruksgrensetilstand:

No	Name	Type	Factor	Included load cases
1	SLS1	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	Kjøretøylast
			0.70	LM1 Lane 1-3
			0.70	LM1 Lane 2-3
2	SLS2	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	LM1 Lane 1-3
			1.00	LM1 Lane 2-3
			0.70	Kjøretøylast
3	SLS3-sentrert	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	LM2 sentrert-3
4	SLS3-kant	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	LM2 kant-3
5	SLS4	Sc	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			1.00	Publikumslast
6	SLS5	Sf	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			0.70	Kjøretøylast
			0.20	LM1 Lane 1-3
			0.20	LM1 Lane 2-3
			1.00	Bremsekraft
7	SLS6	Sf	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast
			0.70	LM1 Lane 1-3
			0.70	LM1 Lane 2-3
			0.20	Kjøretøylast
			1.00	Bremsekraft
8	SLS7	Sq	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast

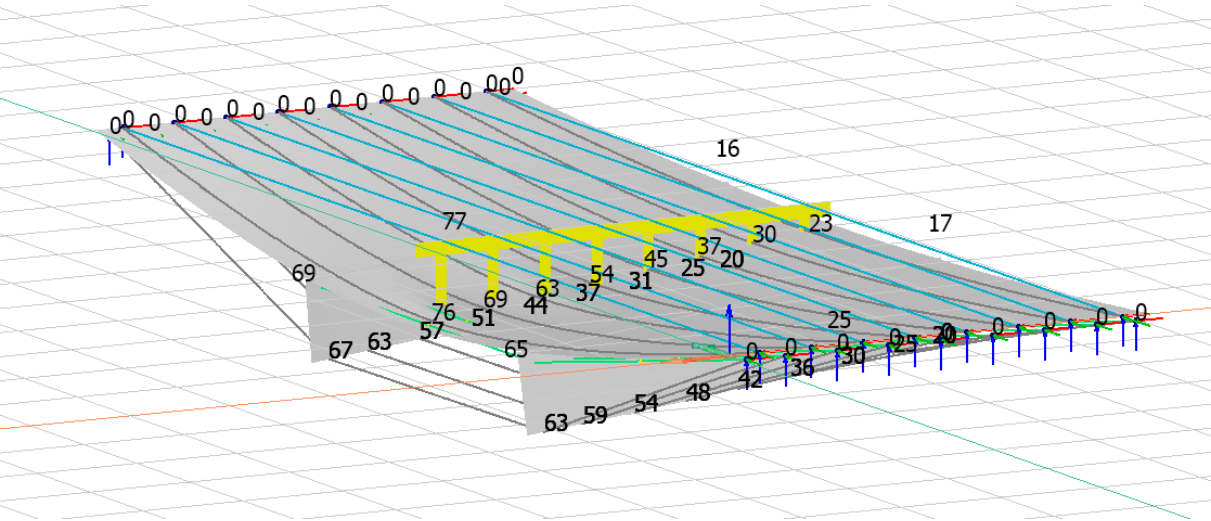
Lastkombinasjoner i bruddgrensetilstand:

No	Name	Type	Factor	Included load cases
9	ULS1	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.94	LM1 Lane 1-3
			0.94	LM1 Lane 2-3
			0.94	Kjøretøylast
10	ULS2	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	LM1 Lane 1-3
			1.35	LM1 Lane 2-3
			0.94	Kjøretøylast
11	ULS3	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	Kjøretøylast
			0.94	LM1 Lane 1-3
			0.94	LM1 Lane 2-3
12	ULS4-sentrert	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.94	LM2 sentrert-3
13	ULS4-kant	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.93	LM2 kant-3
14	ULS5-sentrert	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	LM2 sentrert-3
15	ULS5-kant	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	LM2 kant-3
16	ULS6	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.94	Engangslast
17	ULS7	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.10	Engangslast
18	ULS8	U	1.35	Egenlast
			1.35	Belegningslast
			0.94	Publikumslast
19	ULS9	U	1.20	Egenlast
			1.20	Belegningslast
			1.35	Publikumslast
20	ULS10	U	1.00	Egenlast
			1.00	Belegningslast

D.2 Bjelker

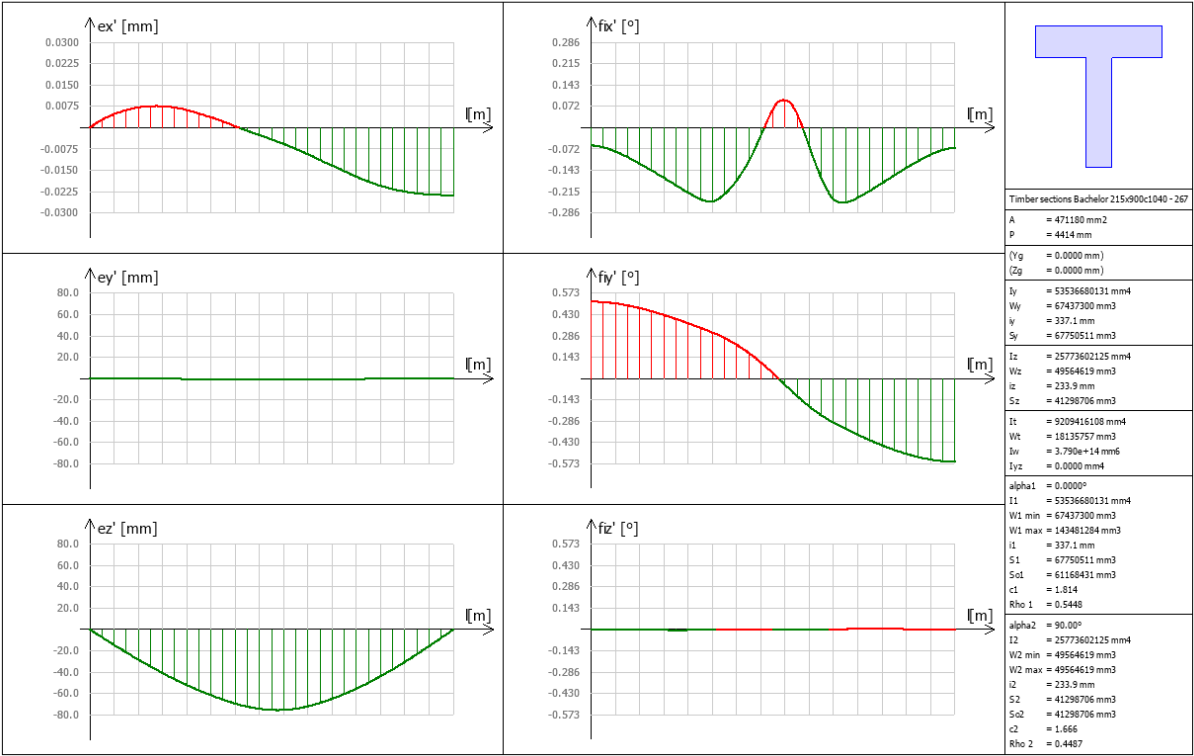
D.2.1 Deformasjoner

Analyser viser at kombinasjonen SLS2 (LM1) blir dimensjonerende med tanke på nedbøyninger.



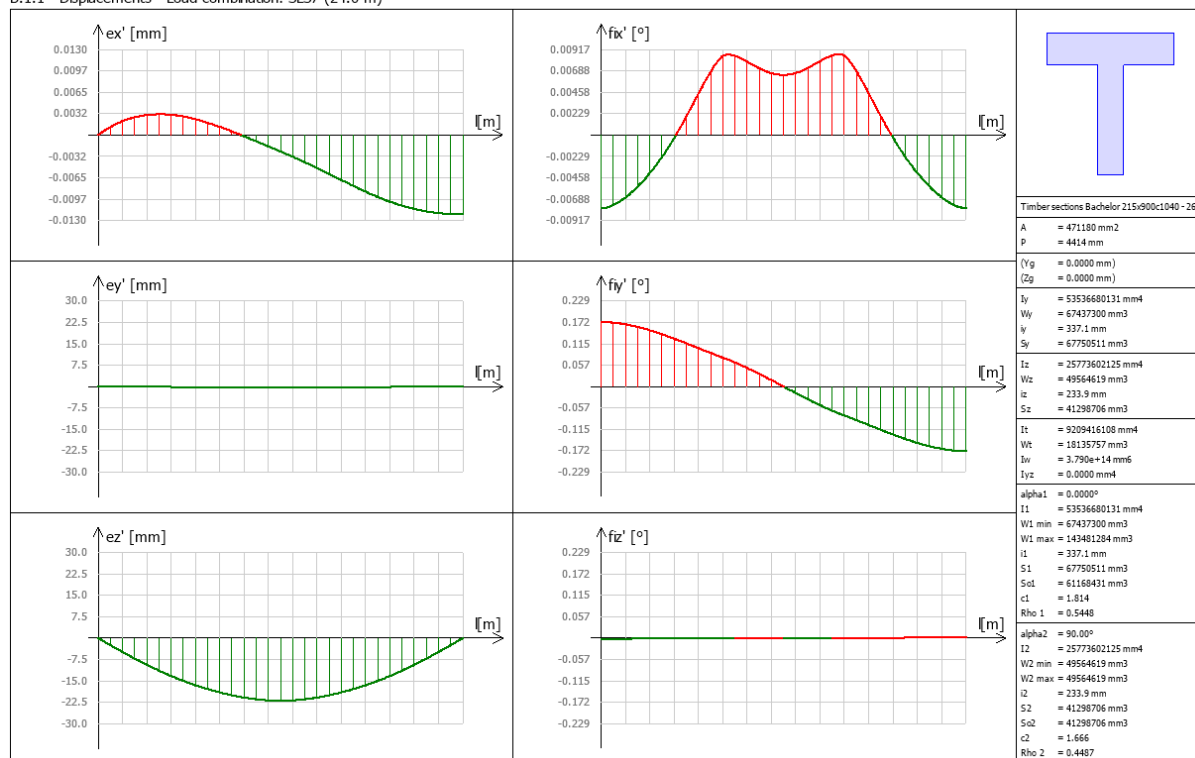
Deformasjonsforløp for mest utsatte bjelke for lastkombinasjon SLS2:

B.1.1 - Displacements - Load combination: SLS2 (24.0 m)



Deformasjonsforløp for samme bjelke med kun permanente laster (SLS7):

B.1.1 - Displacements - Load combination: SLS7 (24.0 m)



Deformasjoner (i negativ z-retning) for alle bærende bjelker:

[mm]	B.1.2	B.2.2	B.3.2	B.4.2	B.5.2	B.6.2	B.7.2	B.8.2
SLS2	68	65	63	60	55	51	46*	51*
SLS7	22	22	22	22	22	22	22	22
Differanse	46	43	41	38	33	29	24	29

*SLS3-kant ble dimensjonerende for disse bjelkene

Fra raden «differanse» kan man se at ingen bjelker har deformasjon større enn L/350 forårsaket av trafikklast.

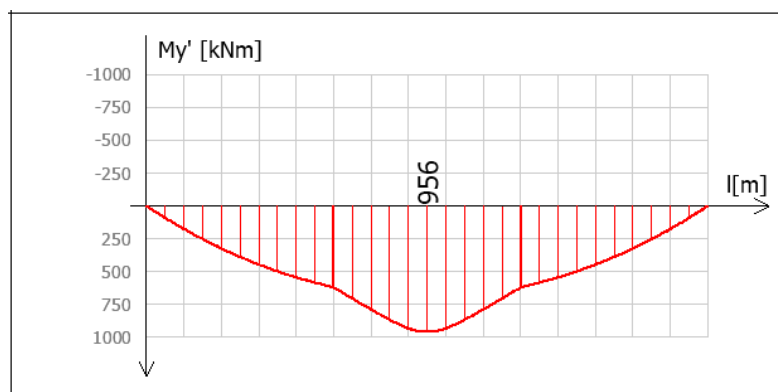
$$\frac{L_{total}}{350} = 68.6 \text{ mm}$$

Nedbøyning er innenfor toleranse.

D.2.2 Bøyepenninger

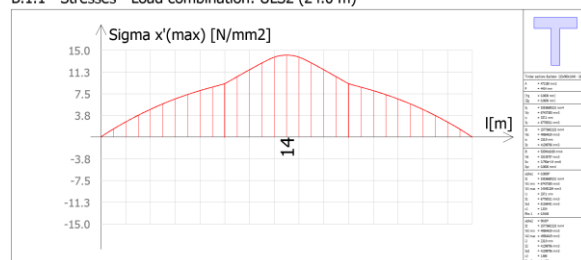
Analyser viser at kombinasjonen ULS7 (LM3) gir de største bøyemomentene.

Momentforløp for mest utsatte bjelke (B.1.2) med kombinasjon ULS2:

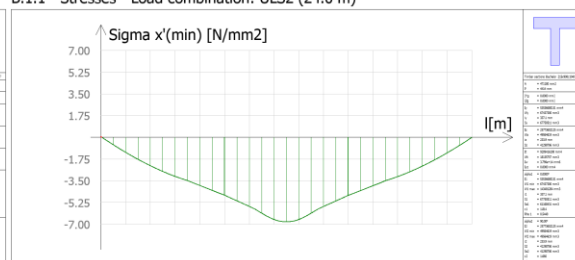


Bøyepenningsforløp i h.h.v underkant og overkant av bjelketverrsnitt, for tilsvarende situasjon:

B.1.1 - Stresses - Load combination: ULS2 (24.0 m)



B.1.1 - Stresses - Load combination: ULS2 (24.0 m)



Kontrollberegninger i Mathcad:

$$\begin{aligned}
 B_f &:= 1040 \text{ mm} & B_s &:= 215 \text{ mm} & B_{u,f} &:= 0 \text{ mm} \\
 H_f &:= 266.7 \text{ mm} & H_s &:= 900 \text{ mm} & H_{u,f} &:= 0 \text{ mm} \\
 z_c &:= \frac{(B_f \cdot H_f \cdot (H_{u,f} + H_s + 0.5 \cdot H_f) + B_s \cdot H_s \cdot (H_{u,f} + 0.5 \cdot H_s) + B_{u,f} \cdot H_{u,f} \cdot 0.5 \cdot H_{u,f})}{B_f \cdot H_f + B_s \cdot H_s + B_{u,f} \cdot H_{u,f}} = 0.794 \text{ m} \\
 I_{y,f} &:= \frac{1}{12} \cdot B_f \cdot H_f^3 + (H_{u,f} + H_s + 0.5 \cdot H_f - z_c)^2 \cdot B_f \cdot H_f = 0.018 \text{ m}^4 \\
 I_{y,s} &:= \frac{1}{12} \cdot B_s \cdot H_s^3 + (H_{u,f} + 0.5 \cdot H_s - z_c)^2 \cdot B_s \cdot H_s = 0.036 \text{ m}^4 \\
 I_{y,u,f} &:= \frac{1}{12} \cdot B_{u,f} \cdot H_{u,f}^3 + (0.5 \cdot H_{u,f} - z_c)^2 \cdot B_{u,f} \cdot H_{u,f} = 0 \text{ m}^4 \\
 I_y &:= I_{y,f} + I_{y,s} + I_{y,u,f} = (5.349 \cdot 10^{10}) \text{ mm}^4 \\
 M_{Ed} &:= 956 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} \\
 \sigma_{m.y.d.topp} &:= \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot (H_f + H_s + H_{u,f} - z_c) = 6.667 \text{ MPa} \\
 \sigma_{m.y.d.bunn} &:= \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot z_c = 14.183 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Klimaklasse 2 og korttidslast for trafikklast gir:

$$f_{m.g.d} = \frac{0.9 \cdot 30 \frac{N}{mm^2}}{1.15} = 23.48 \text{ N/mm}^2$$

Utnyttelse i prosent for hver enkelt bjelke:

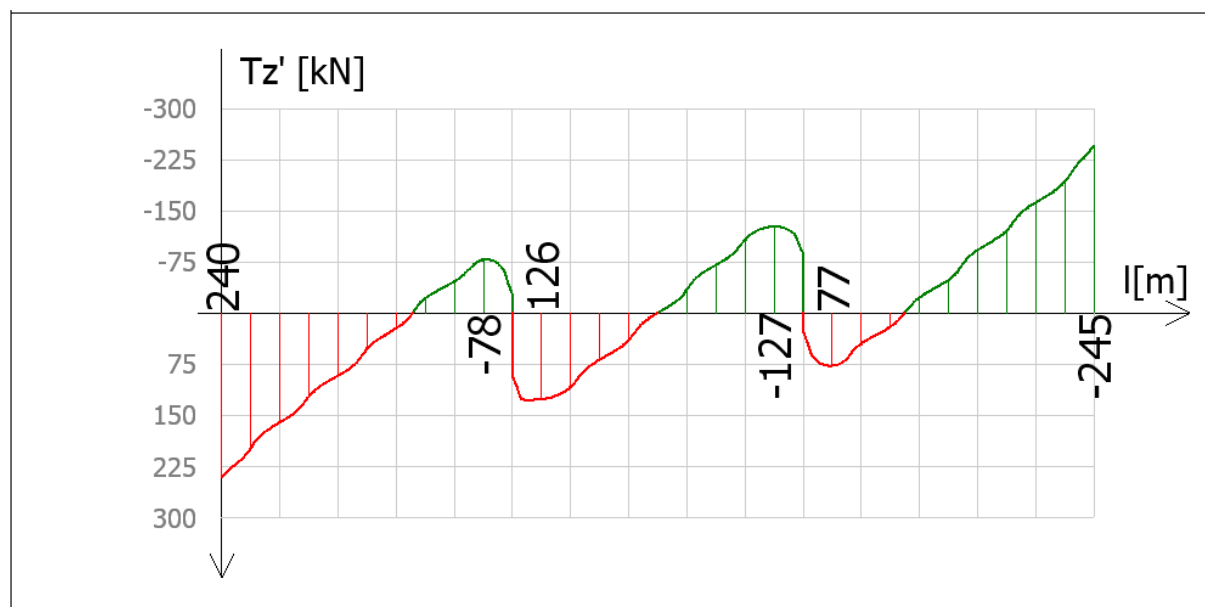
[N/mm ²]	B.1.2	B.2.2	B.3.2	B.4.2	B.5.2	B.6.2	B.7.2	B.8.2
lastkomb.	ULS2	ULS2	ULS2	ULS2	ULS7	ULS7	ULS7	ULS5
$\sigma_{m,y,d}$	14	13	14	14	12	12	11	12
$f_{m,y,d}$	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48	23,48
Utnyttelse [%]	59,63	55,37	59,63	59,6	51,11	51,11	46,85	51,1

Kapasitet ok.

D.2.3 Skjærspenninger

For skjærspenningskontroll er det brukt påvisning av kapasitet i henhold til NS-EN 1995-1: kap 9.1.

Skjærkraftfordeling for dimensjonerende lastkombinasjon: ULS7 for B.5.2



Variasjonene kommer fra lastkonfigurasjonen for LM3 som vist i D.1.1.

Kapasitetskontroll for B.5.2 med ULS7:

Skjærspenningskontroll for sammensatte tverrsnitt			
Faktorer			
	$\gamma_m := 1.15$	$k_{mod} := 0.9$	
Litteratur: NS-EN 1995-1-1 - Kapittel 9			
Frie avstand mellom flensene:	$H_s := 900 \text{ mm}$		
Bredde steg:	$B_s := 215 \text{ mm}$		
(9.8)	$\frac{H_s}{B_s} = 4.186$	$\frac{H_s}{B_s} \leq 70$	OK
Trykkflensens høyde:	$H_f := 267 \text{ mm}$		
Strekkflensens høyde:	$H_{u.f} := 0 \text{ mm}$		
Skjærfasthet:	$f_{v.g.k} := 3.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$		
Dimensjonerende skjærfasthet:	$f_{v.d} := \frac{k_{mod} \cdot f_{v.g.k}}{\gamma_m} = 2.739 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$		
Dimensjonerende skjærkraft	$V_{Ed} := 245 \cdot 10^3 \text{ N}$		Hentet fra FEM-designmodell
(9.9)	$\frac{H_s}{B_s} \leq 35$	Skjærkraftkapasitet:	V_{Rd}
$V_{Rd} := B_s \cdot H_s \cdot \left(1 + \frac{0.5 \cdot (H_f + H_{u.f})}{H_s} \right) \cdot f_{v.d} = (6.086 \cdot 10^5) \text{ N}$			
$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.403$	$V_{Ed} \leq V_{Rd}$	OK	

Kapasitet ok.

Utnyttelse i prosent for hver enkelt bjelke:

[kN]	B.1.2	B.2.2	B.3.2	B.4.2	B.5.2	B.6.2	B.7.2	B.8.2
lastkomb.	ULS2	ULS3	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7	ULS7
V_{Ed}	122	126	128	237	245	204	109	112
V_{Rd}	609	609	609	609	609	609	609	609
Utnyttelse [%]	20,03	20,69	21,02	38,9	40,23	33,5	17,9	18,4

D.2.4 Anleggsflate

Anleggsflaten er i bjelkenes lengderetning er prosjektert til 550 mm.

Påfølgende kapasitetskontroll av underflens for dimensjonerende tilfelle (ULS7 på B.5.2):

Kontroll av trykkspenninger i anleggsflate etter NS-EN-1995-1: pkt. 6.1.5

$$k_{mod} := 0.9 \quad \gamma_m := 1.15$$

$$f_{c,90,k} := 5.5 \text{ MPa} \quad (\text{ref. rapport fra treteknisk})$$

$$f_{c,90,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 4.304 \text{ MPa}$$

$$F_{Ed} := 248 \text{ kN}$$

$$B_{u,f} := 215 \text{ mm}$$

Anleggsflate

$$l_{ef} := 550 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,90,d} := \frac{F_{Ed}}{B_{u,f} \cdot l_{ef}} = 2.097 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} := 1.0 \quad (\text{ref. rapport fra treteknisk})$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = 0.487$$

$$F_{Rd} := k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} \cdot B_{u,f} \cdot l_{ef} = 508.989 \text{ kN}$$

Kapasitets ok.

D.2.5 Stabilitetskontroll av bjelkesteg

Stabilitetskontroll i henhold til NS-EN 1995-1: pkt. 6.3:

Stegknekking

Materialparametre (ref. rapport fra treteknisk)

$$f_{c,90,k} := 5.5 \text{ MPa} \quad \gamma_m := 1.15 \quad k_{mod} := 0.9$$

$$f_{c,90,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 4.304 \text{ MPa}$$

$$E_{90g,0\%} := 250 \text{ MPa}$$

Tverrsnittparametre

$$H_s := 900 \text{ mm}$$

$$B_s := 215 \text{ mm}$$

$$L_{ef} := 550 \text{ mm}$$

$$I := \frac{1}{12} \cdot L_{ef} \cdot B_s^3 = (4.555 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$A := L_{ef} \cdot B_s = (1.183 \cdot 10^5) \text{ mm}^2$$

$$i := \sqrt{\frac{I}{A}} = 62.065 \text{ mm}$$

Antatt knekk lengde for steget

$$L_k := 0.9 \cdot H_s = 810 \text{ mm}$$

$$\lambda := \frac{L_k}{i} = 13.051$$

Stabilitetskontroll etter NS-EN 1995-1: 6.3.2

$$\lambda_{rel} := \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,90,k}}{E_{90g,0\%}}} = 0.616$$

$$\beta_c := 0.1$$

$$k := 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2) = 0.706$$

$$k_c := \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel}^2}} = 0.609$$

$$F_{Ed} := 248 \text{ kN}$$

$$\sigma_{c,90,d} := \frac{F_{Ed}}{B_s \cdot L_{ef}} = 2.097 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_c \cdot f_{c,90,d}} = 0.8$$

Kapasitet ok.

D.3 Plate

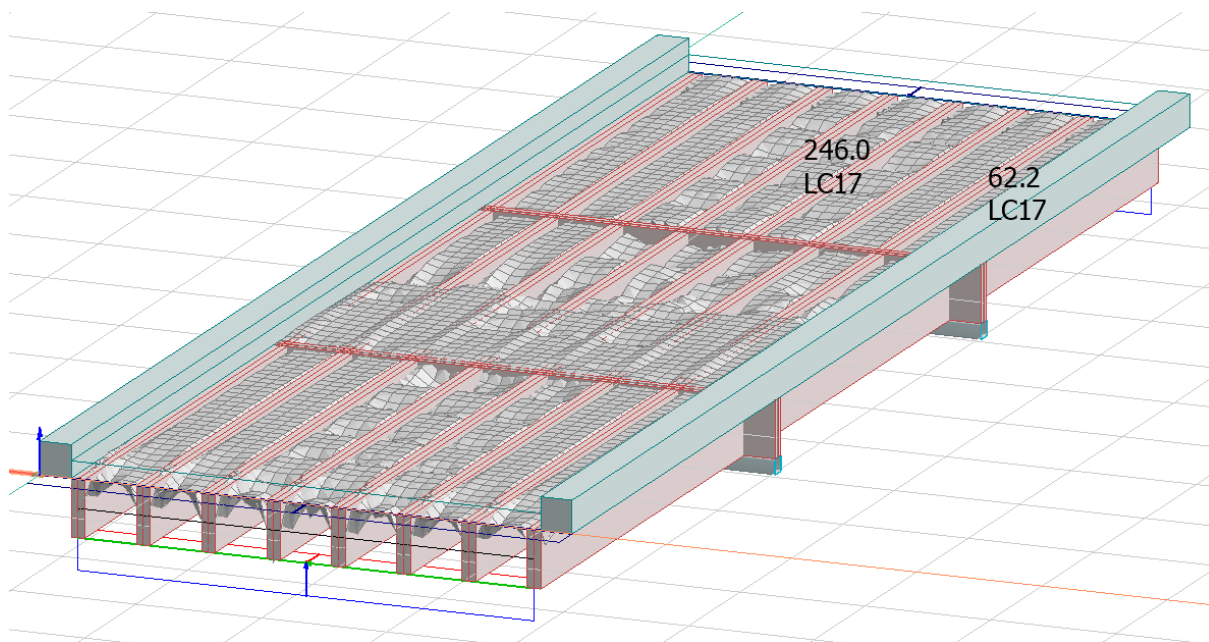
D.3.1 Platas lengderetning

Platemoment

Kapasiteten til platas lengderetning m.h.t bøyningsmoment er allerede kontrollert i kap. C.2.2, da man beregner bjelkene som t-tverrsnitt med full effektiv flensbredde. Fant her maksimale spenninger på ca. 14 N/mm², som er godt innenfor limtrevirkets dimensjonerende bøyefasthet på 23,48 N/mm².

Plateskjær

Leser ut maksimale plateskjærkrefter i x-retning fra FEM-analyser.



Dimensjonerende for plateskjær blir ULS7 (LC17) som gir lastvirkning 246 kN/m.

Plateskjærkontroll i lengderetning etter NS-EN 1995-1: kap 6.1.7

$$k_{mod} := 0.9 \quad \gamma_m := 1.15 \quad k_{cr} := 0.8 \quad (\text{I.h.h. til NA:2013})$$

$$f_{v,k} := 3.5 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 2.739 \text{ MPa}$$

$$v_{x,Ed} := 246 \text{ kN}$$

$$H_{dekke} := 267 \text{ mm} \quad B := 1000 \text{ mm}$$

$$\tau_{x,d} := \frac{3}{2} \cdot \frac{v_{x,Ed}}{k_{cr} \cdot H_{dekke} \cdot B} = 1.728 \text{ MPa}$$

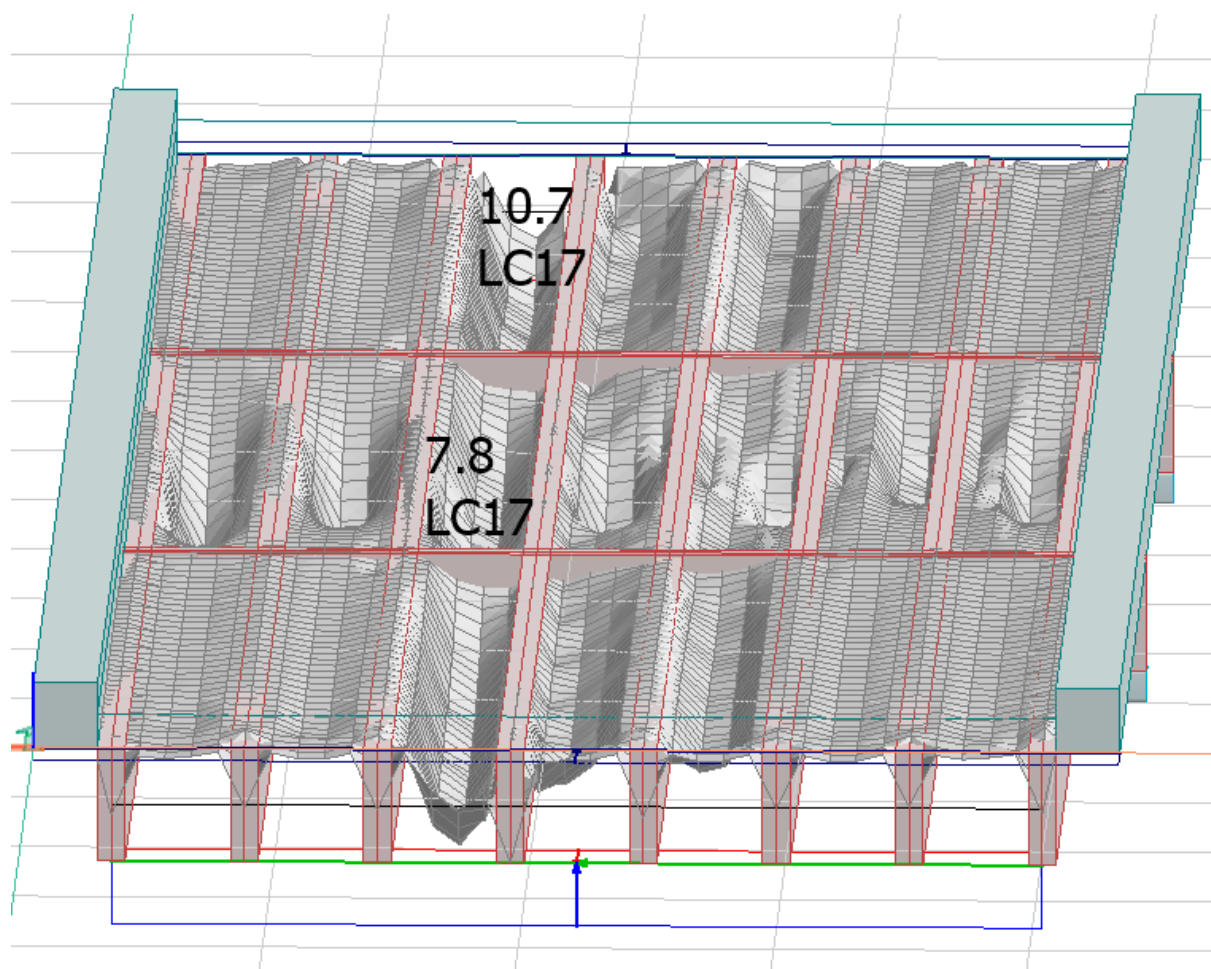
$$\frac{\tau_{x,d}}{f_{v,d}} = 0.631$$

Kapasitet ok.

D.3.2 Platas tverretning

Tverrspenningsystem

Dimensjonerende tverrmoment hentes fra FEM-analyser:



Dimensjonerende lastvirkning blir altså 10,7 kNm/m ved lastkombinasjon ULS7 (LC17).

Påfølgende dimensjonering av tverrspenning:

Dimensjonering av tverrspenningssystem

$$H_{dekke} := 267 \text{ mm}$$

$$B := 1000 \text{ mm} \quad (\text{betrakter 1 meter av platens lengderetning})$$

$$W_y := \frac{1}{6} \cdot B \cdot H_{dekke}^2 = (1.188 \cdot 10^7) \text{ mm}^3$$

$$m_{y,plate} := -10.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{my,plate} := \frac{m_{y,plate}}{W_y} = -0.901 \text{ MPa}$$

Minste tillatte spenning mellom lameller etter NS-EN 1995-2: 6.1.2 (5)

$$\sigma_{min} := 0.35 \text{ MPa}$$

Nødvendig "kompensasjon" fra tverrspenningssystem (pr. løpemeter)

$$\sigma_{nødv} := \sigma_{min} - \sigma_{my,plate} = 1.251 \text{ MPa}$$

$$P_{nødv} := \sigma_{nødv} \cdot H_{dekke} \cdot B = 333.899 \text{ kN}$$

SVV N400 9.6.1.1: regner med kun 50 % av nominell oppspenningskraft etter tap

$$P_0 := \frac{P_{nødv}}{0.5} = 667.799 \text{ kN}$$

Spenningsparametere:

$$f_y := 1000 \text{ MPa}$$

$$f_u := 1100 \text{ MPa}$$

$$\varnothing := 26.5 \text{ mm}$$

SVV N400 9.5.2.2: Spennes opp til 80 % av karakteristisk kapasitet

$$A_{s,nødv} := \frac{P_0}{0.8 \cdot f_y} \cdot \frac{1}{m} = 834.749 \frac{1}{m} \cdot \text{mm}^2$$

$$n_{stag} := \frac{A_{s,nødv}}{\pi \cdot \left(\frac{\varnothing}{2}\right)^2} = 1.513 \frac{1}{m} \quad c := \frac{1}{n_{stag}} = 660.733 \text{ mm}$$

$$n_{tot} := n_{stag} \cdot 24 \text{ m} = 36.323$$

35 Ø 26,5 c 650

Påfølgende dimensjonering av forankringsplate:

Forankringsplate

$$\begin{aligned}
 f_{c,90,k} &:= 5.5 \text{ MPa} && \text{Ref. rapport fra treteknisk} \\
 k_{mod1} &:= 1.1 && \text{SVV N400 9.6.1.2: øyeblikkslast - lastfaktor 1.06} \\
 k_{mod2} &:= 0.9 && \text{Korttidslast - lastfaktor 1.0} \\
 &&& \text{(blir dimensjonerende)} \\
 \gamma_m &:= 1.15 \\
 f_{c,90,d} &:= k_{mod2} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 4.304 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

SVV N400 9.6.1.2: dim. forankringskraft pr. stag

$$P_{0,d} := \frac{P_0}{n_{stag} \cdot m} = 441.237 \text{ kN}$$

Forankringsplatens nødvendige diameter

$$\varnothing_p := 2 \cdot \sqrt{\frac{P_{0,d}}{\pi \cdot f_{c,90,d}} + \left(\frac{\varnothing}{2}\right)^2} = 362.245 \text{ mm}$$

$$\varnothing_p \leq c \quad \text{OK!}$$

Kombinert bøyning og trykk fra tverrspanning

En kontroll av normalspenninger i platas tverretning ble dimensjonerende for nødvendig tykkelse av plata. Kontrollen bygger på dimensjonerende platemoment på 10,7 kNm/m og nominell oppspenningskraft på 667,80 kN/m.

Kontroll av normalspenninger i plata

Normalspenninger fra bøyningsmoment i tverretning

$$\sigma_{my,plate} = -0.901 \text{ MPa}$$

Normalspenninger fra tverrspanningstrykk

$$\sigma_{ny,plate} := \frac{P_0}{H_{dekke} \cdot B} = 2.501 \text{ MPa}$$

$$\frac{(-\sigma_{my,plate} + \sigma_{ny,plate})}{f_{c,90,d}} = 0.79$$

Kapasitet ok.

Kontrollerer mot glidning mellom lameller etter SVV N400: kap. 9.6.3.1.

Dimensjonerende for plateskjær blir ULS5-sentrert (LC14) som gir lastvirkning 69,5 kN/m.

Horisontale plateskjærkrefter er beregnet fra dimensjonerende bremsekraft. Denne er beregnet etter NS-EN 1991 og blir som følger:

Bremse- og akselerasjonskrefter

Bane nummer 1

Aksellast $Q_{lk1} := 300 \text{ kN}$

Tabell 4.1 Lastmodell 1

Lastfeld $q_{lk1} := 9 \frac{kN}{m^2}$

NA 4.3.2 Lastmodell 1

$$\alpha Q1 := 1.0$$
$$\alpha q1 := 0.6$$
 $w1 := 3 \text{ m}$
$$L := 24 \text{ m}$$

$$Q_{lk} := \min \left(\left[\frac{900 \text{ kN}}{0.6 \cdot \alpha Q_1 \cdot 2 \cdot Q_{lk1} + 0.1 \cdot \alpha q_1 \cdot q_{lk1} \cdot w_1 \cdot L} \right] \right) = 398.88 \text{ kN}$$

Fordelt over platas lengde gir dette en horisontal plateskjærkraft på 16,62 kN/m.

Kontroll av glidning mellom lameller gir da en minste tverrspenningskraft på:

Kontroll av glidning mellom lameller

Friksjonskoeffisienter etter SVV N400: tabell 9.4

$$\mu_{0,d} := 0.25 \quad \mu_{90,d} := 0.30$$
$$V_v := 69.5 \frac{kN}{m} \quad V_h := 16.62 \frac{kN}{m}$$
$$\sqrt{\left(\frac{V_v}{\mu_{0,d}}\right)^2 + \left(\frac{V_h}{\mu_{90,d}}\right)^2} = 283.466 \frac{1}{m} \cdot kN$$
$$P_{nødv} = 333.899 \text{ kN}$$

Ser her at denne minste tverrspenningskraften allerede er ivaretatt.

Vedlegg E

Prisberegninger

Prosjekt:

Prisberegning

NTNU Trondheim

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Bjelkebru					
Element	Enhet	Enhetpris	Mengde	Kostnad	Prisgrunnlag
Limtre (inkl. levering)					
Bjelker	m³	15000	72,44	1086540	Moelven Limtre
Dekke	m³	15000	47,6	714000	
Kantbjelker	m³	15000	6	90000	
Levering	m³	347,9	126,04	43847,9	Kongsli bru (E6 Vinstra-Sjoa)
Montering limtre	m³	641	126,04	80789,1	
Konstruksjonsvirke					
Anleggssvill	m	290	17	4930	Moelven Limtre
Endeløsning bjelker - 48x198 mm	m	27,68	99,6	2756,9	Coop OBS Bygg
Endeløsning bjelker - 48x148 mm	m	22,39	49,8	1115,0	
Avstivere under - 48x198 mm	m	26,14	110,5	2888,5	
Levering og montering	RS	13000	1	13000	20 timeverk
Tverrspenning					
Tverrspent system med montering	Stk	12756,6	36	459238,7	Kongsli bru (E6 Vinstra-Sjoa)
Levering	Tonn	464	3,24	1505,2	
Betongarbeider					
Betong B45 SV-Standard	m³	2801	46,17	129322,2	Fv 723 Ryssdalen - Herfjord
Plan forskaling, valgfri hud (ikke synlig flater)	m²	1028	65,77	67611,6	
Plan forskaling med bord (synlige flater)	m²	1468	65,77	96550,4	
Armering B500 NC, Snitt Ø16-20	Tonn	16579	3,3	54710,7	
Avretting og puss uforskalt flate	m²	120	10,2	1224	
Herdetiltak for forskalte flater	m²	78	131,54	10260,1	
Herdetiltak uforskalt uten varmeisolasjon	m²	256	25,02	6405,1	
Støpeskjøter med gjennomgående armering	m²	1369	7,41	10144,3	
Konstruktiv liming av fersk til herdet betong	m²	1469	7,41	10885,3	
Rengjøring av betongflate tørr metode (dekke,støpeskjøter og endetverrbjelke)	m²	56,3	25,02	1408,6	
Rekkverk					
Rekkverk H2	m	13336,5	48	640152	Kongsli bru (E6 Vinstra-Sjoa)
Diverse					
Beslag kantbjelke	m²	2384,3	24	57223,2	Kongsli bru (E6 Vinstra-Sjoa)
Skrue 6,0x120 mm a 100 stykk Under	Stk	5	162,75	813,8	Byggmax
Skrue 6,0x180 mm a 100 stykk Ende	Stk	1	239,25	239,3	
Totalt				3587562	

Underspent bru	Enhet	Enhetpris	Mengde	Kostnad	Prisgrunnlag
Limtre					
Bjelker	m³	14000	38,1	533400	Moelven Limtre
Dekke	m³	14000	54,26	759640	
Kantbjelker	m³	14000	6	84000	
Tverrbjelke	m³	14000	2,62	36680	
Tillegg tverrbjelke	m³	14000	1,1	15400	
Anleggssvill	m	290	15	4350	
Levering	m³	347,9	102,08	35513,6	Kongsli bru (E6 Vinstra-Sjoa)
Montering limtre	m³	641	102,08	65433,3	
Stål					
ASDO 520-S M64, 8,14 m, varmforsinket	Stk	19475	18	350550	Pretec AS
ASDO 520-S M64, 8 m, varmforsinket	Stk	19475	9	175275	
Forankring av strekkstag	Stk	2250	18	40500	
Leddskjøting av strekkstag	Stk	3500	18	63000	
Levering stål	Tonn	464	5,5	2552	Kongsli bru (E6 Vinstra-Sjoa)
Montering stål	Tonn	7870	5,5	43285	
Tverrspenning					
Tverrspent system med montering	Stk	12756,6	35	446482,1	Kongsli bru (E6 Vinstra-Sjoa)
Levering	Tonn	464	3,8257	1775,1	
Betongarbeider					
Betong B45 SV-Standard	m³	2801	40,98	114785	Fv 723 Ryssdalen - Herfjord
Plan forskaling, valgfri hud (ikke synlig flater)	m²	1028	52,78	54257,8	
Plan forskaling med bord (synlige flater)	m²	1468	52,78	77481	
Armering B500 NC, Snitt Ø16-20	Tonn	16579	4,9	81237,1	
Avretting og puss uforskalt flate	m²	120	10,2	1224	
Herdetiltak for forskalte flater	m²	78	105,56	8233,7	
Herdetiltak uforskalt uten varmeisolasjon	m²	256	25,02	6405,1	
Støpeskjøter med gjennomgående armering	m²	1369	7,41	10144,3	
Konstruktiv liming av fersk til herdet betong	m²	1469	7,41	10885,3	
Rengjøring av betongflate tørr metode (dekke,støpeskjøter og endetverrbjelke)	m²	56,3	25,02	1408,6	
Rekkverk					
Rekkverk H2	m	13336,5	48	640152	Kongsli bru (E6 Vinstra-Sjoa)
Diverse					
Beslag kantbjelke	m²	2384,3	24	57223,2	Kongsli bru (E6 Vinstra-Sjoa)
Totalt				3721273	

Betongbru					
Element	Enhet	Enhetpris	Mengde	Kostnad	Prisgrunnlag
Prefab					
NTB	Stk		6	0	Spenncon
KTB	Stk		2	0	
Levering/transport	Stk			0	
Bjelker inkludert levering og montering	Stk	934000	1	934000	
Tillegg betongdekke					
Forskaling av dekkeplate (Gjenstående forskaling)	m²	1638	186,7	305814,6	Fv 723 Ryssdalen - Herfjord
Avretting, puss, fuktisolering brudekke	m²	107	197	21079	
Herdetiltak uforskalt + varmeisolasjon	m²	128	197	25216	
Armering av rustfritt kamstål	Tonn	68710	0,15	10306,5	
Krympestrømpe på armering	Stk	603	111	66933	
Betongarbeider					
Betong B45 SV-Standard	m³	2801	137,7	385697,7	Fv 723 Ryssdalen - Herfjord
Plan forskaling med bord (synlige flater)	m²	1468	125,69	184512,9	
Plan forskaling, valgfri hud (ikke synlig flater)	m²	1028	79,79	82024,1	
Armering B500 NC, Snitt Ø16-20	Tonn	16579	18,1	300079,9	
Avretting og puss uforskalt flate	m²	120	40,07	4808,4	
Herdetiltak for forskalte flater	m²	78	205,48	16027,4	
Herdetiltak uforskalt uten varmeisolasjon	m²	256	40,07	10257,9	
Støpeskjøter med gjennomgående armering	m²	1369	37,85	51816,7	
Konstruktiv liming av fersk til herdet betong	m²	1469	37,85	55601,7	
Rengjøring av betongflate tørr metode (dekke,støpeskjøter og endetverrbjelke)	m²	56,3	274,92	15478	
Diverse tillegg for betong					
Tillegg endetverrbjelker (forskaling)	m²	1638	50	81900	Fv 723 Ryssdalen - Herfjord
Tillegg for punktconsoller (forskaling)	Stk	6279	4	25116	
Tillegg for sidekant (forskaling)	m	662	50	33100	
Tillegg for dryppneser	m	329	50	16450	
Betongavretting på løsmasser	m²	240	7,41	1778,4	
Rekkverk					
Rekkverk H2	m	6494	48	311712	Fv 723 Ryssdalen - Herfjord
Innstøpte gjengehyler ytterrekkverk	Stk	2006	26	52156	
Lager og jordingspunkt					
Lagerbolter	Stk	83,2	16	1331,2	Fv 723 Ryssdalen - Herfjord
Utsparing for lagerbolter	Stk	573	16	9168	
Innstøpt jordingsbolt rustfri skrue	Stk	5253,85	4	21015,4	
Utsparing for jordingspunkt	Stk	1426,4	4	5705,6	
Glidelager Allsidig	Stk	26896	2	53792	
Glidelager med sidestyring	Stk	33905	2	67810	
Totalt				3150688	

Vedlegg F

Miljøberegning: EPD

Prosjekt:

Miljøberegning

NTNU Trondheim

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Innhold

EPD utviklet i samråd med Steinar Røine fra Spenncon

1. KTB
2. NTB
3. Plastøpt betong – A5

EPD hentet fra produsenter

4. Plastøpt betong – A1-A4

https://www.epd-norge.no/getfile.php/137049-1485936807/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-1252-402_Ferdigbetong-B45-MF40-16-mm-200-mm-synkm--l.pdf

5. Armering

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1312689-1583331911/EPDer/Byggevarer/St%C3%A5lkonstruksjoner/NEPD-2084-939_Rebars--Baltic-region.pdf

6. Limtre

<https://www.moelven.com/globalassets/moelven-limtre/sertifiseringer-og-dokumentasjon/epd-prosjektlimtre.pdf>

7. Konstruksjonsvirke – Cu

https://www.epd-norge.no/getfile.php/135359-1468349139/EPDer/Byggevarer/Heltreprodukter/NEPD-472-330-NO_Kobberimpregnert-trelast-i-kl-AB.pdf

8. Tverrspanning

https://www.epd-norge.no/getfile.php/135913-1469026878/EPDer/Byggevarer/St%C3%A5lkonstruksjoner/NEPD-326-206-EN_Prestressed-steel-for-reinforcement-of-concrete--PC-Strand.pdf

9. Ankerplate og strekkstag

<https://www.stalforbund.no/uploads/source/files/Materialet/EPDer/NEPD%2000241%20Hot-finished-structural-sections--HFSHS-Skanska.pdf>

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:	Spenncon AS
Programoperatør:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Utgiver:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Deklarasjonsnummer:	
Publiseringsnummer:	Ikke tildelt
ECO Platform registreringsnummer:	Ikke tildelt
Godkjent dato:	
Gyldig til:	

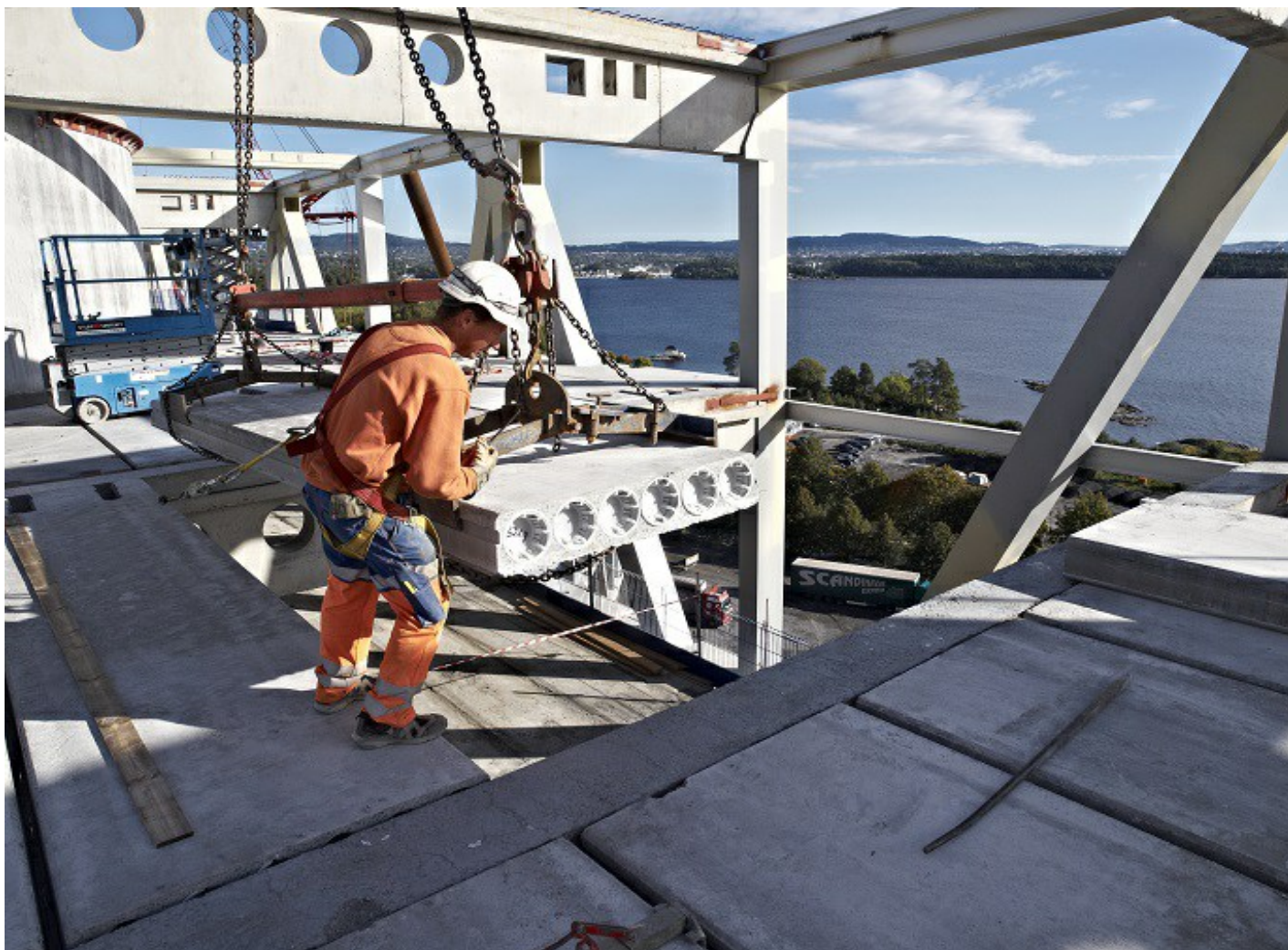
KTB brobjelke fra Spenncon Verdal. Rev 1

Spenncon AS

CONSOLIS

SPENNCON

www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

KTB brobjelke fra Spenncon Verdal. Rev 1

Programoperatør:

Næringslivets stiftelse for Miljødeklarasjoner
Pb. 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjonsnummer:

ECO Platform registreringsnummer:

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A1:2013 tjener som kjerne-PCR
PCR for Precast Concrete Products, NPCR 020 versjon 2.0

Erklæring om ansvar:

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon, livsløpsvurdering data og bevis.

Deklarert enhet:

1 tonne KTB brobjelke fra Spenncon Verdal. Rev 1

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A2,A3,A4,A5

Funksjonell enhet:

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS
Kontaktperson: Steinar Røine
Telefon: +47 32 11 26 00
e-post: post@spenncon.no

Produsent:

Spenncon AS

Produksjonssted:

Spenncon AS Verdal

Kvalitet/Miljøsystem:

Sertifisert iht kvalitetsstyringssystem NS-EN ISO 9001 og miljøstyringssystem NS-EN ISO 14001

Org. no.:

No 844 558 082

Godkjent dato:

Gyldig til:

Årstall for studien:

2018

Sammenlignbarhet:

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst.

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Deklarasjonen er utviklet ved bruk av eEPD v3.0 fra LCA.no
Godkjenning:
Bedriftsspesifikke data er

Samlet og registrert av: Steinar Røine

Kontrollert av: Morten Karlsrud

Godkjent:

Verifikasjon:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4

Ekstern

Tredjeparts verifikator:

Sign



Seniorforsker Anne Rønning

(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Sign

(Daglig leder av EPD-Norge)

Produkt

Produktbeskrivelse:

Betongbjelker kan anvendes i alle typer kontor- og forretningsbygg, boligbygg, skoler, landbruksbygg og industribygg, samt til infrastruktur som bl a broer. Spennarmerte bjelker har stor mekanisk styrke, og veldig god holdbarhet mot klimapåkjenninger.

Produktspesifikasjon:

Elementene inneholder en optimal betongblanding i tillegg til høyfast armeringsstål. 1 tonn dekkeelement inneholder følgende prosentvis fordeling av materialer:

Material	%
Cement	18,75
Aggregate	66,33
Water	6,50
Chemicals	0,24
Reinforcement	7,19
SCM	0,98

Tekniske data:

Betongen er produsert i samsvar med kravene i NS-EN-206, samt Statens Vegvesen sine håndbøker

Markedsområde:

Norge

Levetid, produkt:

Levetid, bygg:

LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

1 tonne KTB brobjelke fra Spencon Verdal. Rev 1

Cut-off kriterier:

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cut-off kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (<1%) er ikke inkludert

Allokering:

Allokering er gjort iht. bestemmelser i EN 15804. Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Miljøpåvirkning og ressursforbruk for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til det opprinnelige produktsystemet. Bearbeidingsprosessen og transport av materialet til produksjonssted er allokert til analysen i denne EPDen.

Allokering er utført iht. bestemmelser i EN 15804.

Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Påvirkning for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til hovedproduktet der materialet er brukt. Resirkuleringsprosessen og transport av materialet er allokert til denne analysen.

Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarete produktet og ble samlet inn for EPD- utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på registrerte EPDer i henhold til EN 15804, Østfoldforskning sine databaser, ecoinvent og andre LCA databaser. Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

Grunnlagsdata(energidata og avfallsdata) er hentet fra 2018 basert på relevante måleravlesninger.

Materials	Source	Data quality	Year
Aggregate	EcoInvent 3	Database	0
Reinforcement	Environdec	EPD	0
SCM	0	Waste	0
Aggregate	Modified EcoInvent	Database	2012
Chemicals	EPD-EFC-20150086-IAG1-EN	EPD	2015
Chemicals	EPD-EFC-20150091-IAG1-EN	EPD	2015
Reinforcement	NEPD-321-200-EN	EPD	2015
Aggregate	Østfoldforskning	Database	2016
Cement	NEPD 211, 15	EPD	2016
Water	ecoinvent 3.4	Database	2017

Systemgrenser:

Alle prosesser fra råvareuttak til produkt levert i fabrikkport er inkludert i analysen. I tillegg er transport til byggeplass eller til et sentrallager(50 km) lagt inn iht. retningslinjer fra EPD-Norge.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:

**Teknisk tilleggsinformasjon**

Spenncon har etablert og følger et kvalitetssystem i samsvar med kravene i ; NS-EN ISO 9001:2015(Sertifikat No S-025) og NS-EN ISO 14001:2015(Sertifikat No S-026)

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjonen beskriver scenariene for modulene i EPDen.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)

Type	Kapasitetsutnyttelse inkl retur %	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energi forbruk	Enhet	Verdi (l/t)
Bil	55,0 %	Lastebil med henger, EURO 5	50	0,022823	l/tkm	1,14
Jernbane					l/tkm	
Båt					l/tkm	
Annet					l/tkm	

Byggefase A5

.	Enhet	Verdi
Hjelpematerialer	kg	1,2800
Vannforbruk	m ³	
Elektrisitetsforbruk	kWh	0,2000
Andre energikilder	MJ	0,0130
Materialtap	kg	
Materialer fra avfallsbehandling	kg	17,5000
Støv i luften	kg	
VOC utslipp	kg	

LCA: Resultater

Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklartert, MNR=modul ikke relevant)

Product stage					Construction installation stage		User stage						End of life stage				Beyond the system boundaries
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling		Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering- potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	.	D
X	X	X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	.	MNR

Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
GWP	kg CO ₂ -eq	1,84E+02	1,01E+01	4,67E+00	4,36E+00	3,29E+00
ODP	kg CFC11 -eq	4,62E-06	1,94E-06	6,63E-07	8,50E-07	5,35E-07
POCP	kg C ₂ H ₄ -eq	8,59E-02	1,76E-03	8,47E-03	7,05E-04	6,26E-04
AP	kg SO ₂ -eq	4,98E-01	4,82E-02	6,80E-02	1,42E-02	2,28E-02
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eq	5,88E-02	9,28E-03	2,21E-02	2,38E-03	4,95E-03
ADPM	kg Sb -eq	7,05E-05	1,76E-05	2,22E-05	9,85E-06	1,29E-06
ADPE	MJ	1,40E+03	1,54E+02	5,48E+01	6,84E+01	4,40E+01

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

Leseeksempel $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Ressursbruk (Resource use)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
RPEE	MJ	1,59E+02	2,13E+00	8,25E+02	1,24E+00	2,32E+00
RPEM	MJ	1,01E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,21E-01
TPE	MJ	2,60E+02	2,13E+00	8,25E+02	1,24E+00	2,44E+00
NRPE	MJ	1,45E+03	1,57E+02	6,83E+01	7,06E+01	4,45E+01
NRPM	MJ	1,12E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,88E-02
TRPE	MJ	1,46E+03	1,57E+02	6,83E+01	7,06E+01	4,45E+01
SM	kg	8,62E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,16E-01
RSF	MJ	1,49E+01	0,00E+00	1,68E-02	0,00E+00	2,18E-04
NRSF	MJ	1,28E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,86E-01
W	m ³	7,90E+00	2,93E-02	2,62E-01	1,66E-02	2,30E-02

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
HW	kg	2,00E+00	7,93E-05	6,47E-05	3,75E-05	6,87E-05
NHW	kg	2,60E+01	9,51E+00	3,63E+00	6,40E+00	3,59E-01
RW	kg	INA*	INA*	INA*	INA*	INA*

HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MR	kg	1,70E+00	0,00E+00	9,99E+01	0,00E+00	5,25E-02
MER	kg	5,87E-02	0,00E+00	2,88E+00	0,00E+00	1,75E+01
EEE	MJ	INA*	INA*	INA*	INA*	INA*
ETE	MJ	INA*	INA*	INA*	INA*	INA*

CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Norske tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmix fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A1:2013 er benyttet.

Elektrisitetsmix	Datakilde	Mengde	Enhet
El-mix, Norway (kWh)	ecoinvent 3.4	31,04	g CO ₂ -ekv/kWh

Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten.

Inneklima

Produktet har ingen påvirkning på inneklima.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.

NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer

NS-EN 15804:2012+A1:2013 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer

ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works - Core rules for environmental product declarations of construction products.

ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.

Iversen et al., (2018) eEPD v3.0 - Background information for EPD generator system. LCA.no rapportnummer 04.18

Vold, M. og Edvardsen, T. (2014) EPD-generator for betongindustrien, bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14, Østfoldforskning, Fredrikstad.

NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 1.0. April 2017, EPD-Norge.




NPCR 020 Part B for Concrete and concrete elements. Ver. 2.0 October 2018, EPD-Norge

PCR for Precast Concrete products, NPCR 20 version 2.0 fra 2018, Product Category rules version 01 fra 2017.

www.epd-norge.no

Vold M. og Edvardsen T.(2014); EPD-generator for betongindustrien. Bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, januar 2014.

Vold M. og Edvardsen T.(2014); EPD-generator for betongindustrien. Brukerveiledning, OR 05.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, januar 2014.

	Programoperatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner Pb. 5250 Majorstuen 0303 Oslo Norway	Telefon: +47 23 08 82 92 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Eier av deklarasjon Spenncon AS Postboks 508 3504 Hønefoss	Telefon: +47 32 11 26 00 Fax: e-post: post@spenncon.no web: http://spenncon.no/
	Forfatter av livsløpsrapporten Østfoldforskning AS Stadion 4 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 69 35 11 00 Fax: +47 69 34 24 94 e-post: web: www.ostfoldforskning.no
	Utvikler av EPD-generator LCA.no AS Dokka 1C 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:	Spenncon AS
Programoperatør:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Utgiver:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Deklarasjonsnummer:	
Publiseringsnummer:	Ikke tildelt
ECO Platform registreringsnummer:	Ikke tildelt
Godkjent dato:	
Gyldig til:	

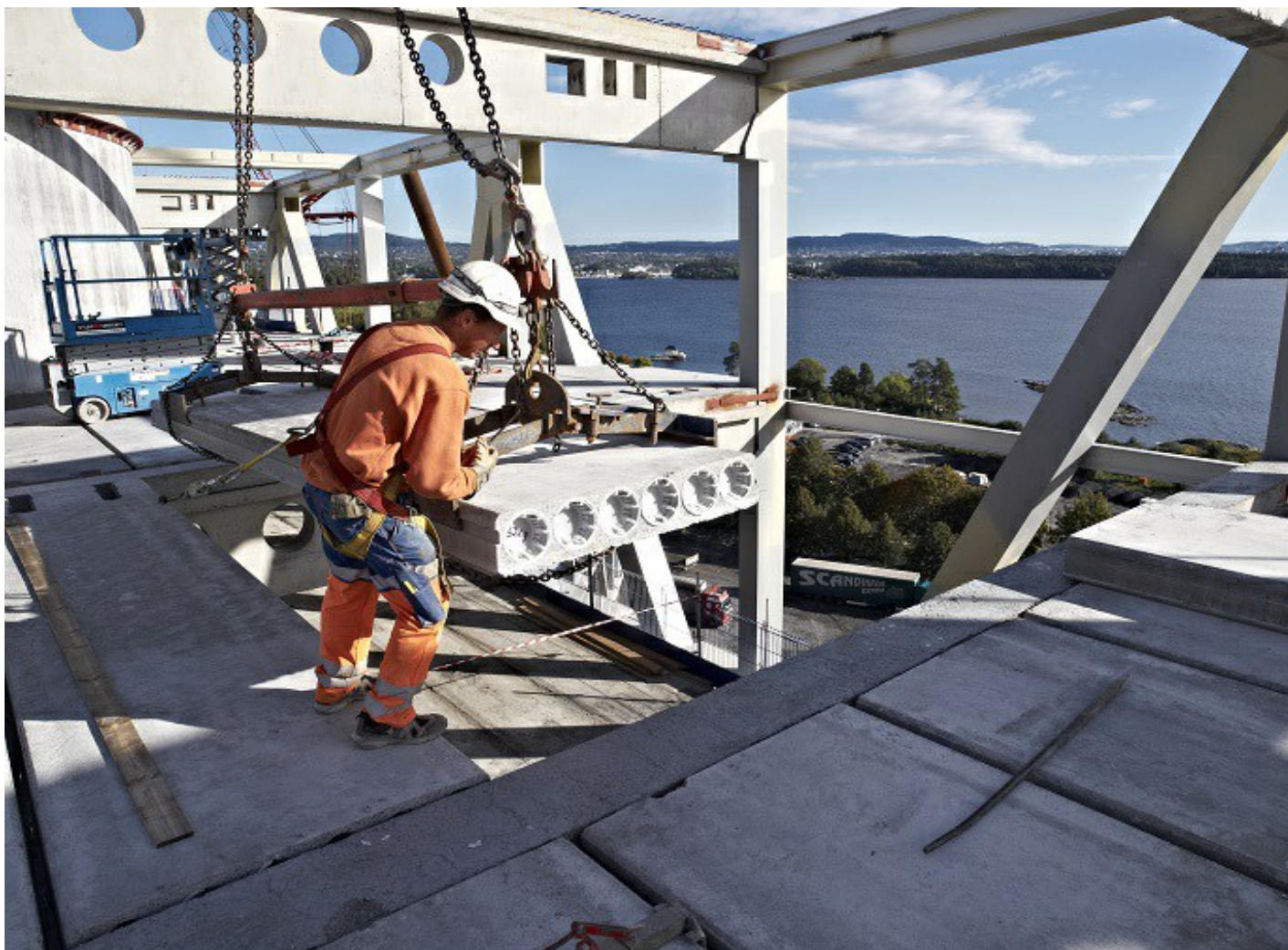
NTB brobjelke fra Spenncon Verdal. Rev.1

Spenncon AS

CONSOLIS

SPENNCON

www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

NTB brobjelke fra Spenncon Verdal. Rev.1

Programoperatør:

Næringslivets stiftelse for Miljødeklarasjoner
Pb. 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjonsnummer:

ECO Platform registreringsnummer:

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A1:2013 tjener som kjerne-PCR
PCR for Precast Concrete Products, NPCR 020 versjon 2.0

Erklæring om ansvar:

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon, livsløpsevurdering data og bevis.

Deklarert enhet:

1 tonne NTB brobjelke fra Spenncon Verdal. Rev.1

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A2,A3,A4,A5

Funksjonell enhet:

Verifikasjon:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4

Ekstern

Tredjeparts verifikator:

Sign



Seniorforsker Anne Rønning

(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS
Kontaktperson: Steinar Røine
Telefon: +47 32 11 26 00
e-post: post@spenncon.no

Produsent:

Spenncon AS

Produksjonssted:

Spenncon AS Verdal

Kvalitet/Miljøsystem:

Sertifisert iht kvalitetsstyringssystem NS-EN ISO 9001 og miljøstyringssystem NS-EN ISO 14001

Org. no.:

No 844 558 082

Godkjent dato:

Gyldig til:

Årstall for studien:

2018

Sammenlignbarhet:

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst.

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Deklarasjonen er utviklet ved bruk av eEPD v3.0 fra LCA.no
Godkjenning:
Bedriftsspesifikke data er

Samlet og registrert av: Steinar Røine

Kontrollert av: Morten Karlsrud

Godkjent:

Sign

(Daglig leder av EPD-Norge)

Produkt

Produktbeskrivelse:

Betongbjelker kan anvendes i alle typer kontor- og forretningsbygg, boligbygg, skoler, landbruksbygg og industribygg, samt til infrastruktur som bl a broer. Spennarmerte bjelker har stor mekanisk styrke, og veldig god holdbarhet mot klimapåkjenninger.

Produktspesifikasjon:

Elementene inneholder en optimal betongblanding i tillegg til høyfast armeringsstål. 1 tonn dekkeelement inneholder følgende prosentvis fordeling av materialer:

Material	%
Cement	18,56
Aggregate	65,66
Water	6,43
Chemicals	0,24
Reinforcement	8,13
SCM	0,97

Tekniske data:

Betongen er produsert i samsvar med kravene i NS-EN-206, samt Statens Vegvesen sine håndbøker

Markedsområde:

Norge

Levetid, produkt:

Levetid, bygg:

LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

1 tonne NTB brobjelke fra Spencon Verdal. Rev.1

Cut-off kriterier:

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cut-off kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (<1%) er ikke inkludert

Allokering:

Allokering er gjort iht. bestemmelser i EN 15804. Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Miljøpåvirkning og ressursforbruk for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til det opprinnelige produktsystemet. Bearbeidingsprosessen og transport av materialet til produksjonssted er allokert til analysen i denne EPDen.

Allokering er utført iht. bestemmelser i EN 15804.

Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Påvirkning for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til hovedproduktet der materialet er brukt. Resirkuleringsprosessen og transport av materialet er allokert til denne analysen.

Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarete produktet og ble samlet inn for EPD- utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på registrerte EPDer i henhold til EN 15804, Østfoldforskning sine databaser, ecoinvent og andre LCA databaser. Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

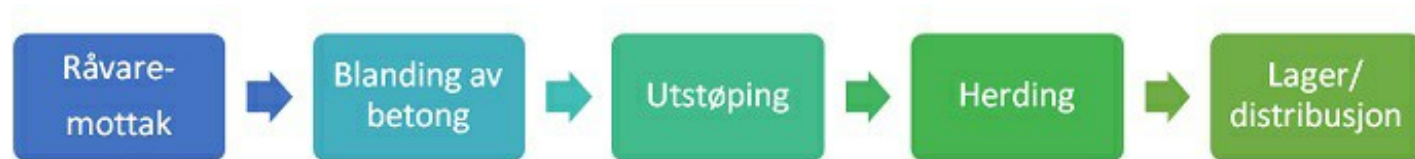
Grunnlagsdata(energidata og avfallsdata) er hentet fra 2018 basert på relevante måleravlesninger.

Materials	Source	Data quality	Year
Aggregate	EcoInvent 3	Database	0
Reinforcement	Environdec	EPD	0
SCM	0	Waste	0
Aggregate	Modified EcoInvent	Database	2012
Chemicals	EPD-EFC-20150086-IAG1-EN	EPD	2015
Chemicals	EPD-EFC-20150091-IAG1-EN	EPD	2015
Reinforcement	NEPD-321-200-EN	EPD	2015
Aggregate	Østfoldforskning	Database	2016
Cement	NEPD 211, 15	EPD	2016
Water	ecoinvent 3.4	Database	2017

Systemgrenser:

Alle prosesser fra råvareuttak til produkt levert i fabrikkport er inkludert i analysen. I tillegg er transport til byggeplass eller til et sentrallager(50 km) lagt inn iht. retningslinjer fra EPD-Norge.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:

**Teknisk tilleggsinformasjon**

Spenncon har etablert og følger et kvalitetssystem i samsvar med kravene i ; NS-EN ISO 9001:2015(Sertifikat No S-025) og NS-EN ISO 14001:2015(Sertifikat No S-026)

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjonen beskriver scenariene for modulene i EPDen.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)

Type	Kapasitetsutnyttelse inkl retur %	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energi forbruk	Enhet	Verdi (l/t)
Bil	55,0 %	Lastebil med henger, EURO 5	50	0,022823	l/tkm	1,14
Jernbane					l/tkm	
Båt					l/tkm	
Annet					l/tkm	

Byggefase A5

.	Enhet	Verdi
Hjelpematerialer	kg	1,2800
Vannforbruk	m ³	
Elektrisitetsforbruk	kWh	0,2000
Andre energikilder	MJ	0,0130
Materialtap	kg	
Materialer fra avfallsbehandling	kg	17,5000
Støv i luften	kg	
VOC utslipp	kg	

LCA: Resultater

Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklartert, MNR=modul ikke relevant)

Product stage					Construction installation stage	User stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling		Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering- potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	.	D
X	X	X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	.	MNR

Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
GWP	kg CO ₂ -eq	1,94E+02	1,09E+01	4,67E+00	4,36E+00	3,29E+00
ODP	kg CFC11 -eq	4,75E-06	2,09E-06	6,63E-07	8,50E-07	5,35E-07
POCP	kg C ₂ H ₄ -eq	8,54E-02	1,89E-03	8,47E-03	7,05E-04	6,26E-04
AP	kg SO ₂ -eq	5,38E-01	5,07E-02	6,80E-02	1,42E-02	2,28E-02
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eq	6,38E-02	9,70E-03	2,21E-02	2,38E-03	4,95E-03
ADPM	kg Sb -eq	7,55E-05	1,95E-05	2,22E-05	9,85E-06	1,29E-06
ADPE	MJ	1,51E+03	1,66E+02	5,48E+01	6,84E+01	4,40E+01

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

Leseeksempel $9,0 \text{ E-}03 = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Ressursbruk (Resource use)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
RPEE	MJ	1,56E+02	2,36E+00	8,25E+02	1,24E+00	2,32E+00
RPEM	MJ	1,14E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,21E-01
TPE	MJ	2,70E+02	2,36E+00	8,25E+02	1,24E+00	2,44E+00
NRPE	MJ	1,56E+03	1,70E+02	6,83E+01	7,06E+01	4,45E+01
NRPM	MJ	1,11E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,88E-02
TRPE	MJ	1,57E+03	1,70E+02	6,83E+01	7,06E+01	4,45E+01
SM	kg	9,90E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,16E-01
RSF	MJ	1,48E+01	0,00E+00	1,68E-02	0,00E+00	2,18E-04
NRSF	MJ	1,26E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,86E-01
W	m ³	7,52E+00	3,25E-02	2,62E-01	1,66E-02	2,30E-02

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
HW	kg	1,89E+00	8,62E-05	6,47E-05	3,75E-05	6,87E-05
NHW	kg	2,56E+01	1,07E+01	3,63E+00	6,40E+00	3,59E-01
RW	kg	INA*	INA*	INA*	INA*	INA*

HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MR	kg	1,63E+00	0,00E+00	9,99E+01	0,00E+00	5,25E-02
MER	kg	5,77E-02	0,00E+00	2,88E+00	0,00E+00	1,75E+01
EEE	MJ	INA*	INA*	INA*	INA*	INA*
ETE	MJ	INA*	INA*	INA*	INA*	INA*

CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Norske tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmix fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A1:2013 er benyttet.

Elektrisitetsmix	Datakilde	Mengde	Enhet
El-mix, Norway (kWh)	ecoinvent 3.4	31,04	g CO ₂ -ekv/kWh

Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten.

Inneklima

Produktet har ingen påvirkning på inneklima.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.

NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer

NS-EN 15804:2012+A1:2013 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer

ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works - Core rules for environmental product declarations of construction products.

ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.

Iversen et al., (2018) eEPD v3.0 - Background information for EPD generator system. LCA.no rapportnummer 04.18

Vold, M. og Edvardsen, T. (2014) EPD-generator for betongindustrien, bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14, Østfoldforskning, Fredrikstad.

NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 1.0. April 2017, EPD-Norge.



NPCR 020 Part B for Concrete and concrete elements. Ver. 2.0 October 2018, EPD-Norge

PCR for Precast Concrete products, NPCR 20 version 2.0 fra 2018, Product Category rules version 01 fra 2017.

www.epd-norge.no

Vold M. og Edvardsen T.(2014); EPD-generator for betongindustrien. Bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, januar 2014.

Vold M. og Edvardsen T.(2014); EPD-generator for betongindustrien. Brukerveiledning, OR 05.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, januar 2014.

	Programoperatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner Pb. 5250 Majorstuen 0303 Oslo Norway	Telefon: +47 23 08 82 92 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Eier av deklarasjon Spenncon AS Postboks 508 3504 Hønefoss	Telefon: +47 32 11 26 00 Fax: e-post: post@spenncon.no web: http://spenncon.no/
	Forfatter av livsløpsrapporten Østfoldforskning AS Stadion 4 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 69 35 11 00 Fax: +47 69 34 24 94 e-post: web: www.ostfoldforskning.no
	Utvikler av EPD-generator LCA.no AS Dokka 1C 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:	Spenncon AS
Programoperatør:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Utgiver:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Deklarasjonsnummer:	
Publiseringsnummer:	Ikke tildelt
ECO Platform registreringsnummer:	Ikke tildelt
Godkjent dato:	
Gyldig til:	

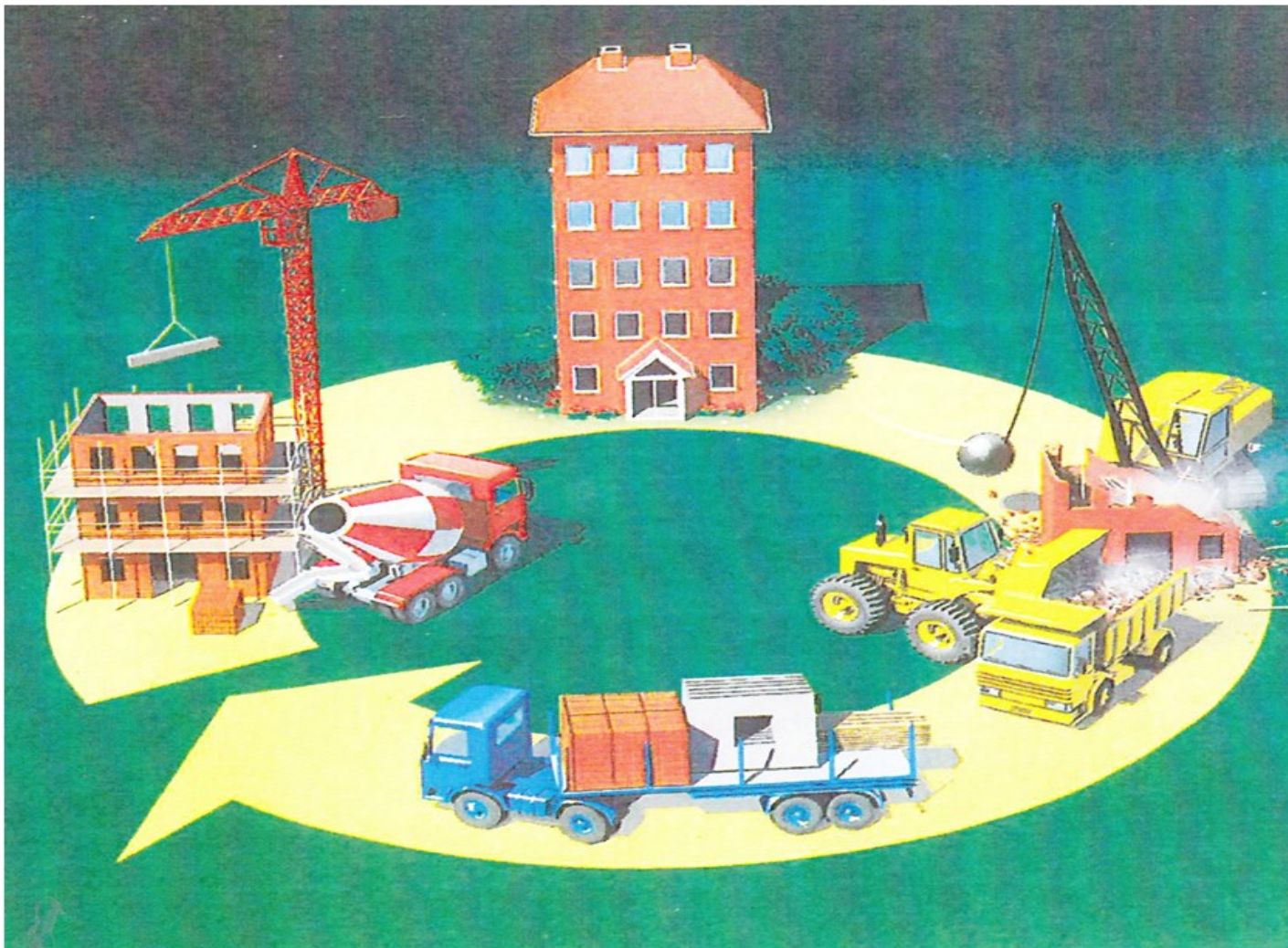
Støping av betongbro. Kun A5, plasstøp

Spenncon AS

CONSOLIS

SPENNCON

www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

Støping av betongbro. Kun A5, plasstøp

Programoperatør:

Næringslivets stiftelse for Miljødeklarasjoner
Pb. 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjonsnummer:

ECO Platform registreringsnummer:

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A1:2013 tjener som kjerne-PCR
PCR for Precast Concrete Products, NPCR 020 versjon 2.0

Erklæring om ansvar:

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon, livsløpsvurdering data og bevis.

Deklarert enhet:

1 m3 Støping av betongbro. Kun A5, plasstøp

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A5

Funksjonell enhet:

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS
Kontaktperson: Steinar Røine
Telefon: +47 32 11 26 00
e-post: post@spenncon.no

Produsent:

Spenncon AS

Produksjonssted:

Kvalitet/Miljøsystem:

Sertifisert iht kvalitetsstyringssystem NS-EN ISO 9001 og miljøstyringssystem NS-EN ISO 14001

Org. no.:

No 844 558 082

Godkjent dato:

Gyldig til:

Årstall for studien:

2020

Sammenlignbarhet:

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst.

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Deklarasjonen er utviklet ved bruk av eEPD v3.0 fra LCA.no
Godkjenning:
Bedriftsspesifikke data er

Samlet og registrert av: Steinar Røine

Kontrollert av: Morten Karlsrud

Godkjent:

Verifikasjon:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4

Ekstern

Tredjeparts verifikator:

Sign



Seniorforsker Anne Rønning

(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Sign

(Daglig leder av EPD-Norge)

Produkt

Produktbeskrivelse:

EPD utarbeidet for å finne belastning fra A5 ved plasstøp

Produktspesifikasjon:

Tekniske data:

Betongen er produsert i samsvar med kravene i NS-EN-206, samt Statens Vegvesen sine håndbøker

Markedsområde:

Norge

Levetid, produkt:

Levetid, bygg:

LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

1 m3 Støping av betongbro. Kun A5, plasstøp

Cut-off kriterier:

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cut-off kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (<1%) er ikke inkludert

Allokering:

Allokering er gjort iht. bestemmelser i EN 15804. Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Miljøpåvirkning og ressursforbruk for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til det opprinnelige produktsystemet. Bearbeidingsprosessen og transport av materialet til produksjonssted er allokert til analysen i denne EPDen.

Allokering er utført iht. bestemmelser i EN 15804. Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Påvirkning for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til hovedproduktet der materialet er brukt. Resirkuleringsprosessen og transport av materialet er allokert til denne analysen.

Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarte produktet og ble samlet inn for EPD- utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på registrerte EPDer i henhold til EN 15804, Østfoldforskning sine databaser, ecoinvent og andre LCA databaser. Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

Grunnlagsdata(energidata og avfallsdata) er hentet fra 2018 basert på relevante måleravlesninger.

Systemgrenser:

Alle prosesser fra råvareuttak til produkt levert i fabrikkport er inkludert i analysen. I tillegg er transport til byggeplass eller til et sentrallager(50 km) lagt inn iht. retningslinjer fra EPD-Norge.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:

**Teknisk tilleggsinformasjon**

Spenncon har etablert og følger et kvalitetssystem i samsvar med kravene i ; NS-EN ISO 9001:2015(Sertifikat No S-025) og NS-EN ISO 14001:2015(Sertifikat No S-026)

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjonen beskriver scenariene for modulene i EPDen.

Byggefase A5

.	Enhet	Verdi
Hjelpematerialer	kg	
Vannforbruk	m ³	
Elektrisitetsforbruk	kWh	20,7000
Andre energikilder	MJ	0,9758
Materialtap	kg	
Materialer fra avfallsbehandling	kg	109,1200
Støv i luften	kg	
VOC utslipp	kg	

LCA: Resultater

Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklartert, MNR=modul ikke relevant)

Product stage					Construction installation stage	User stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling		Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering- potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	.	D
X	MND	MND	MND	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	.	MNR

Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A5
GWP	kg CO ₂ -eq	0	2,13E+01
ODP	kg CFC11 -eq	0	3,70E-06
POCP	kg C ₂ H ₄ -eq	0	4,63E-03
AP	kg SO ₂ -eq	0	1,40E-01
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eq	0	2,93E-02
ADPM	kg Sb -eq	0	1,77E-05
ADPE	MJ	0	2,99E+02

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Ressursbruk (Resource use)

Parameter	Unit	A 1	A 5
RPEE	MJ	0	8,64E+01
RPEM	MJ	0	0,00E+00
TPE	MJ	0	8,64E+01
NRPE	MJ	0	3,07E+02
NRPM	MJ	0	0,00E+00
TRPE	MJ	0	3,07E+02
SM	kg	0	0,00E+00
RSF	MJ	0	1,47E-02
NRSF	MJ	0	0,00E+00
W	m ³	0	6,17E-02

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)

Parameter	Unit	A 1	A 5
HW	kg	0	1,51E-04
NHW	kg	0	6,26E+01
RW	kg	0	INA*

HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)

Parameter	Unit	A 1	A 5
CR	kg	0	0,00E+00
MR	kg	0	4,89E+01
MER	kg	0	0,00E+00
EEE	MJ	0	INA*
ETE	MJ	0	INA*

CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Norske tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmix fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A1:2013 er benyttet.

Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten.

Inneklima

Produktet har ingen påvirkning på inneklima.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.

NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer

NS-EN 15804:2012+A1:2013 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer

ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works - Core rules for environmental product declarations of construction products. ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.

Iversen et al., (2018) eEPD v3.0 - Background information for EPD generator system. LCA.no rapportnummer 04.18

Vold, M. og Edvardsen, T. (2014) EPD-generator for betongindustrien, bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14, Østfoldforskning, Fredrikstad.

NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 1.0. April 2017, EPD-Norge.




NPCR 020 Part B for Concrete and concrete elements. Ver. 2.0 October 2018, EPD-Norge

PCR for Precast Concrete products, NPCR 20 version 2.0 fra 2018, Product Category rules version 01 fra 2017.

www.epd-norge.no

Vold M. og Edvardsen T.(2014); EPD-generator for betongindustrien. Bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, januar 2014.

Vold M. og Edvardsen T.(2014); EPD-generator for betongindustrien. Brukerveiledning, OR 05.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, januar 2014.

	Programoperatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner Pb. 5250 Majorstuen 0303 Oslo Norway	Telefon: +47 23 08 82 92 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Eier av deklarasjon Spenncon AS Postboks 508 3504 Hønefoss	Telefon: +47 32 11 26 00 Fax: e-post: post@spenncon.no web: http://spenncon.no/
	Forfatter av livsløpsrapporten Østfoldforskning AS Stadion 4 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 69 35 11 00 Fax: +47 69 34 24 94 e-post: web: www.ostfoldforskning.no
	Utvikler av EPD-generator LCA.no AS Dokka 1C 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025 ISO 21930 EN 15804

Eier av deklarasjonen:	Alltid Betong AS
Programoperatør:	Þö íð *• ä^o Ûäo •^Ä Ä ää\ äæ }^
Utgiver:	Þö íð *• ä^o Ûäo •^Ä Ä ää\ äæ }^
Deklarasjon nummer:	ÞÖÜÖFĞ Gİ €ĞU
Publiserings nummer:	ÞÖÜÖFĞ Gİ €ĞU
ECO Platform registreringsnummer:	Ė
Godkjent dato:	ÄĖFĖGFI
Gyldig til:	ÄĖFĖGCG

Ferdigbetong B45 MF40 16mm 200mm synkmål

Alltid Betong AS



www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

Ferdigbetong B45 MF40 16mm 200mm synkmål

Programoperatør:

Næringslivets stiftelse for Miljødeklarasjoner
Pb. 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjon nummer: POUØFG GÅ EG-U

ECO Platform registreringsnummer: I

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A1:2013 tjener som kjerne-PCR
PCR for Precast NPCR 20.2011

Erklæringen om ansvar:

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon, livsløpsvurdering data og bevis.

Deklarert enhet:

1 m3 Ferdigbetong B45 MF40 16mm 200mm synkmål

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A2,A3

Funksjonell enhet:

Verifikasjon:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4

Ekstern

Tredjeparts verifikator:

Sign



Seniorforsker Anne Rønning

(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Eier av deklarasjonen:

Alltid Betong AS
Kontaktperson: Jørgen Nielsen
Telefon: 48 30 50 99
e-post: jorgen@a-betong.no

Produsent:

Alltid Betong AS

Produksjonssted:

Vold Industriområde, Skien

Kvalitet/Miljøsystem:

Myljøfyrtårn, sert 7010, Produksjonskontrollsystem: Standard NS EN 206:2013 + NA: 2014, sert PROD006-NS-135 (kvalitet)

Org. no.:

986 494 170

Godkjent dato: 11.11.2016

Gyldig til: 11.11.2020

Årstall for studien:

2016

Sammenlignbarhet:

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst.

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Deklarasjonen er utviklet ved bruk av EPDGen-Version 1.1
Godkjenning:
Bedriftsspesifikke data er

Samlet og registrert av: Egil Aaltvedt

Kontrollert av: Torben Jepsen

Godkjent:

Sign



Håkon Hauan
Daglig leder av EPD-Norge

LCA: Resultater

Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklart, MNR=modul ikke relevant)

Product stage			Construction installation stage		User stage								End of life stage				Beyond the system boundaries
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling		Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering- potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	.	D
X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	.	MNR

Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5	B2	B6
GWP	kg CO ₂ -eq	2,60E+002	1,83E+000	5,65E+000	5,08E+000			
ODP	kg CFC11 -eq	2,96E-006	0,00E+000	9,82E-007	0,00E+000			
POCP	kg C ₂ H ₄ -eq	3,54E-002	3,26E-004	1,16E-003	9,00E-004			
AP	kg SO ₂ -eq	2,31E-001	6,44E-003	4,20E-002	1,79E-002			
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eq	4,37E-001	1,34E-003	9,99E-003	3,72E-003			
ADPM	kg Sb -eq	2,75E-004	0,00E+000	8,37E-006	0,00E+000			
ADPE	MJ	1,33E+003	2,79E+001	7,81E+001	7,75E+001			

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

Leseeksempel $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$



epd-norge.no
The Norwegian EPD Foundation

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Owner of the declaration:

Program operator:

Publisher:

Declaration number:

Registration number:

ECO Platform reference number:

Issue date:

Valid to:

Skanska inköp Sverige AB

The Norwegian EPD Foundation

The Norwegian EPD Foundation

NEPD-2084-939-EN

NEPD-2084-939-EN

-

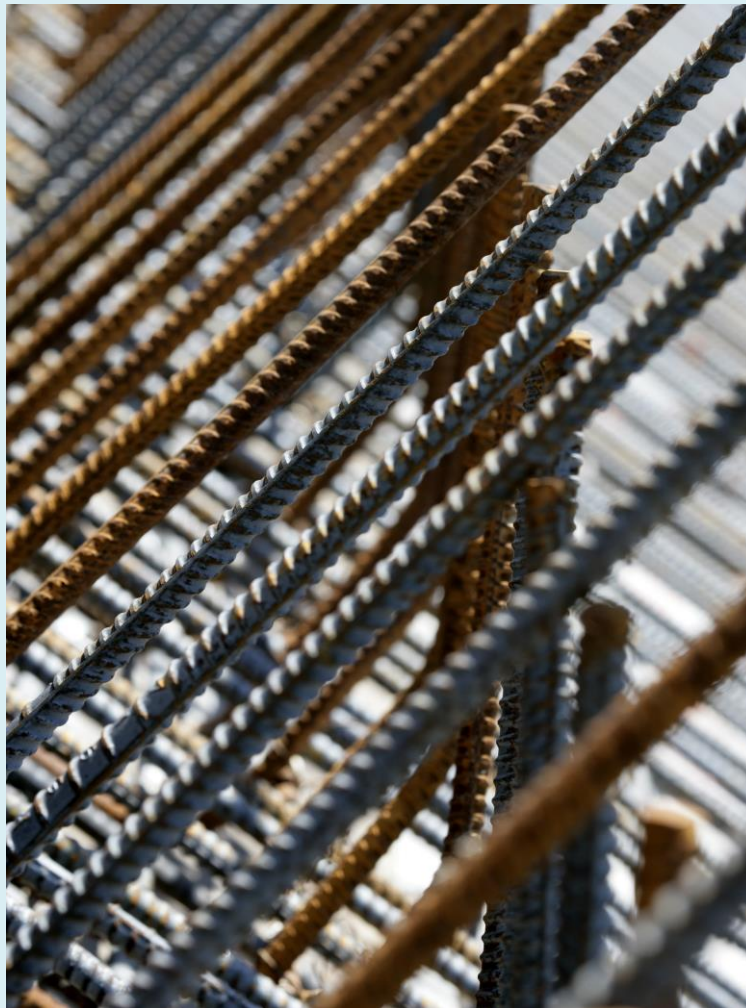
04.03.2020

04.03.2025

Rebars - Baltic region

Skanska Sverige Inköp AB

SKANSKA



General information

Product:

Reinforcement steel; straight bars, cut and bent (C&B), mesh, roll mesh and prefabricated cages.

Program operator:

The Norwegian EPD Foundation
Phone: +47 97722020
e-mail: post@epd-norge.no

Declaration number:

NEPD-2084-939-EN

ECO Platform reference number:

This declaration is based on Product Category Rules:

CEN Standard EN 15804:2012+A1:2013 serves as core PCR. NPCR 013 2019 Part B for Steel and Aluminium Construction Products

Statement of liability:

The owner of the declaration shall be liable for the underlying information and evidence. EPD Norway shall not be liable with respect to manufacturer information, life cycle assessment data and evidences.

Declared unit:

1 kg rebar

Declared unit with option:

—

Functional unit:

—

Verification:

The CEN Norm EN 15804 serves as the core PCR. Independent verification of the declaration and data, according to ISO14025:2010

☐ internal ☒ external

Third party verifier:

Michael M. Jenssen

Michael M. Jenssen, Asplan Viak AS
(Independent verifier approved by EPD Norway)

Owner of the declaration:

Skanska Sverige Inköp AB
Contact person: Magnus Randver
Phone: +46 72 523 64 40
e-mail: magnus.randver@skanska.se

Manufacturer:

Skanska Sverige Inköp AB

Place of production:

The declaration is an average value for deliveries during 2018 reinforcement workshops in the Baltics; Vilnius, Riga and Kaunas. Importing takes place via a port in Nynäshamn and deliveries normally go directly to the construction site.

Management system:

Skanska's entire operations are certified in accordance with ISO 14001 (environment), ISO 9001 (quality) and OHSAS 18001 (work environment).

Organisation no:

556528-3826

Issue date:

04.03.2020

Valid to:

04.03.2025

Year of study:

2018

Comparability:

EPD of construction products may not be comparable if they not comply with EN 15804 and seen in a building context.

The EPD has been worked out by:

IVL Swedish Environmental Research Institute



Diego Peñaloza

Approved

Håkon Hauan

Håkon Hauan
Managing Director of EPD-Norway

LCA: Results

The result is given per kg rebar.

System boundaries (X=included, MND= module not declared, MNR=module not relevant)

Product stage			Assembly stage		Use stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	X

Environmental impact

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
GWP	kg CO ₂ -eqv	5,77E-01	9,73E-04	8,54E-04	2,61E-06	2,47E-06	2,56E-06	0,00E+00	0,00E+00
ODP	kg CFC11-eqv	4,20E-09	3,56E-18	1,20E-19	3,69E-22	4,04E-22	8,30E-21	0,00E+00	0,00E+00
POCP*	kg C ₂ H ₄ -eqv	2,29E-04	-1,63E-05	1,36E-07	4,16E-10	-2,03E-09	1,99E-09	0,00E+00	0,00E+00
AP	kg SO ₂ -eqv	2,21E-07	1,50E-09	1,23E-06	3,78E-09	5,93E-09	1,80E-08	0,00E+00	0,00E+00
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eqv	3,09E-04	1,58E-05	1,70E-07	5,21E-10	1,44E-09	4,31E-09	0,00E+00	0,00E+00
ADPM	kg Sb-eqv	2,21E-07	1,50E-09	2,32E-11	7,10E-14	1,74E-13	2,86E-12	0,00E+00	0,00E+00
ADPE	MJ	6,83E+00	2,94E-01	1,18E-02	3,61E-05	3,31E-05	4,93E-05	0,00E+00	0,00E+00

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

* The GaBi quantities model separates NO_x into NO and NO₂ in combination with a characterisation model with a marginal approach for POCP that is based on high-polluted ambient air, which can result in a negative characterisation factor for nitrogen monoxide.

Resource use

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
RPEE	MJ	5,01E-01	1,65E-02	3,64E-05	1,11E-07	1,93E-06	3,64E-06	0,00E+00	0,00E+00
RPEM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TPE	MJ	5,01E-01	1,65E-02	3,64E-05	1,11E-07	1,93E-06	3,64E-06	0,00E+00	0,00E+00
NRPE	MJ	7,67E+00	2,95E-01	1,18E-02	3,62E-05	3,33E-05	5,12E-05	0,00E+00	0,00E+00
NRPM	MJ	4,66E-05	1,50E-05	0,00E+00	1,99E-11	1,75E-09	1,86E-09	0,00E+00	0,00E+00
TRPE	MJ	7,67E+00	2,95E-01	2,95E-01	3,62E-05	3,33E-05	5,12E-05	0,00E+00	0,00E+00
SM	kg	9,41E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
W	m ³	1,68E-03	2,78E-05	8,42E-08	2,58E-10	3,26E-09	1,52E-08	0,00E+00	0,00E+00

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water

Waste

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
HW	kg	2,81E-08	1,58E-08	1,42E-12	4,34E-15	1,86E-12	1,60E-12	0,00E+00	0,00E+00
NHW	kg	1,83E-02	2,31E-05	1,43E-06	4,40E-09	2,70E-09	1,04E-08	0,00E+00	0,00E+00
RW	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

Output flow

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MR	kg	4,64E-02	0,00E+00	0,00E+00	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:

Program operatør:

Utgiver:

Deklarasjon nummer:

Publiserings nummer:

ECO Platform registreringsnummer:

Godkjent dato:

Gyldig til:

Moelven Limtre AS

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

ÞÓÚÖÉÍÍÍÉÉÞU

ÞÓÚÖÉÍÍÍÉÉÞU

È

€€€ €€€

€€€ €€€

Prosjektlimtre

Moelven Limtre AS

www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

Prosjektlimtre

Program operatør:

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Tlf: +47 22 11 11 11
e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjon nummer:

POUØF111E EU

ECO Platform registreringsnummer:

E

Deklarasjonen er basert på PCR:

CEN Standard EN 15804 tjener som kjerne PCR
NPCR015 Wood and wood-based products for use in
construction (08/2013)

Erklæringen om ansvar:

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den
underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke
være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon,
livsløpsvurdering data og bevis.

Deklarert enhet:

Produksjon av 1 m3 limtre av gran

Deklarert enhet med opsjon:

Funksjonell enhet:

1 m3 limtre av gran fra vugge-til-grav med en referanselevetid
på 60 år.

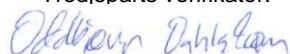
Verifikasjon:

Uavhengig verifikasjon av deklarasjonen og data, i henhold til
ISO 14025:2010

☐ internt

☒ eksternt

Tredjeparts verifikator:



Oddbjørn Dahlstrøm, Asplan Viak AS
(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Eier av deklarasjonen:

Moelven Limtre AS
Kontakt person: Kato Sveen
Tlf: +47 908 59 468
e-post: kato.sveen@moelven.no

Produsenter:

Moelven Limtre AS, Moelv
Lundemovegen 1
2391 Moelv
Norge

Produksjonssted:

Moelv, Norge

Kvalitet/Miljøsystem:

ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, PEFC ST 2002:2013

Org. no.:

913 711 300

Godkjent dato:

06.06.18

Gyldig til:

06.06.19

Årstall for studien:

2017-2018

Sammenlignbarhet:

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare
hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en
byggningskontekst.

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Lars G. F. Tellnes

 Østfoldforskning

Godkjent


Håkon Hauan
Daglig leder av EPD-Norge

LCA: Resultater

Resultatene for global oppvarming i de ulike module gir stort bidrag fra opptak og utslipp av biogent karbon. Netto bidrag fra biogent karbon i hver modul er vist på side 8.

Systemgrenser (X = inkludert, MID = modul ikke deklartert, MIR = modul ikke relevant)

Produktfase			Konstruksjon installasjon fase		Bruksfase							Sluttfase				Etter endt levetid
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjon installasjon fase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk-gjenvinning-resirkulering-potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Miljøpåvirkning

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
GWP	kg CO ₂ -ekv	-6,16E+02	7,07E+00	8,68E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ODP	kg CFC11-ekv	1,08E-05	1,45E-06	8,15E-10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
POCP	kg C ₂ H ₄ -ekv	4,24E-02	1,08E-03	1,93E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
AP	kg SO ₂ -ekv	5,13E-01	1,80E-02	4,02E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	9,23E-02	2,48E-03	9,70E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ADPM	kg Sb-ekv	2,23E-04	1,44E-05	1,41E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ADPE	MJ	1,01E+03	1,23E+02	9,54E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Miljøpåvirkning

Parameter	Unit	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	kg CO ₂ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	8,68E-03	4,63E+00	6,97E+02	5,60E-03	-3,04E+01
ODP	kg CFC11-ekv	0,00E+00	0,00E+00	8,15E-10	8,55E-07	4,96E-07	2,42E-09	-3,42E-06
POCP	kg C ₂ H ₄ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	1,93E-06	7,72E-04	4,07E-03	1,73E-06	-1,53E-02
AP	kg SO ₂ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	4,02E-05	1,81E-02	1,00E-01	3,80E-05	-1,51E-01
EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	9,70E-06	3,17E-03	2,65E-02	6,73E-06	-3,85E-02
ADPM	kg Sb-ekv	0,00E+00	0,00E+00	1,41E-07	1,30E-05	8,81E-06	8,14E-09	-5,88E-05
ADPE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	9,54E-02	7,49E+01	1,27E+02	2,16E-01	-4,12E+02

GWP Globalt oppvarmingspotensial; ODP Potensial for nedbryting av stratosfærisk ozon; POCP Potensial for fotokjemisk oksidantdannning; AP Forsurningspotensial for kilder på land og vann; EP Overgjødslingspotensial; ADPM Abiotisk uttømmingspotensial for ikke-fossile ressurser; ADPE Abiotisk uttømmingspotensial for fossile ressurser

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:

Programoperatør:

Utgiver:

Deklarasjonsnummer:

Moelven Wood AS

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

POUË I GHEU

Godkjent dato:

Gyldig til:

EFË ÆFÏ

EFË ÆGF

Kobberimpregnert trelast i kl AB

Moelven Wood AS

www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

Kobberimpregneret trelast i kl AB

Program operatør:

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo

Tlf: +47 23 08 82 92

e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjon nummer:

POUØE I GHEP U

ECO Platform registreringsnummer:

E

Deklarasjonen er basert på PCR:

CEN Standard EN 15804 tjener som kjerne PCR
NPCR015 rev1 wood and wood-based products for use in
construction (08/2013).

Erklæringen om ansvar:

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den
underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke
være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon,
livsløpsvurdering data og bevis.

Deklarert enhet:

Produksjon av 1 m³ kobberimpregneret trevirke i kl AB

Deklarert enhet med opsjon:
Funksjonell enhet:

1 m³ kobberimpregneret trevirke i kl AB, fra vugge-til-grav med
en referanselevetid på 60 år.

Verifikasjon:

Uavhengig verifikasjon av deklarasjonen og data, i henhold til
ISO 14025:2010

☐ internt

☒ eksternt

Tredjeparts verifikator:

Marte Reenaas

(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Eier av deklarasjonen:

Moelven Wood AS

Kontaktperson: Halvard Nørbech

Tlf: +47 906 87 213

e-post: post.wood@moelven.no

Produsenter:

Moelven Langmoen, Moelven Are, Moelven Edanesågen,
Moelven Soknabruket, Moelven Sørtre, Moelven Trysil,
Moelven Østerdalsbruket.

Produksjonssted:

Norge og Sverige

Kvalitet/Miljøsystem:

PEFC ST 2002:2013 - Chain of Custody of Forest Based
Products

Org. no.:

941 809 030

Godkjent dato:

EFB ECF

Gyldig til:

EFB ECF

Årstall for studien:

2015-2016

Sammenlignbarhet:

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare
hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en
bygningssammenheng.

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Lars G. F. Tellnes

Norsk Treteknisk Institutt

Lars G. F. Tellnes

Treteknisk 

Godkjent

Håkon Hauan

Håkon Hauan
Daglig leder av EPD-Norge

LCA: Resultater

Resultatene for global oppvarming i A1-A3 gir store utslag for opptaket av 797,5 kg karbondioksid gjennom fotosyntesen under trevirkets vekst. Den samme mengden karbondioksid slippes ut ved avfallsforbrenning i C3.

Bruk som terrassebord gir typisk andre behov for vedlikehold og utskifting enn typisk bruk som kledning og konstruksjonsvirke. Modulene B2 og B4 er derfor ment i utgangspunktet for når kopperimpregneret trelast blir brukt som terrassebord. Dette gir andre utslag for modulene C3, C4 og D, så disse er beregnet hver for seg.

I scenario med bruk som terrasse er det beregnet med et opptak på av 69,8 kg karbondioksid i modul B2 som følge av de biogene råmaterialene i terrassebeisen og hvor samme mengde beregnes som utslipp i modul C3 for terrasse.

I tabellen for ressursbruk og modul C3 vil indikatoren for energi som råmateriale (RPEM) være negativ og energi brukt som energibærer (RPEE) være tilsvarende positiv. Dette er fordi energimengden i materialet blir energigjenvunnet ved forbrenning og da brukt som energibærer istedenfor materiale.

Variasjonen i noen energi- og materialstrømmer er stor mellom de ulike produksjonsstedene (20-50%), men ingen av disse har stor betydning for resultatene. Av energi- og materialstrømmene som har betydelig bidrag til resultatene er variasjonen <20% og det er da antatt at variasjon på resultatene er <20% mellom produksjonsstedene.

Alle indikatorene har blitt vurdert i studien, men noen er vurdert til å være under cut-off grensene og verdien satt til null.

Systemgrenser (X = inkludert, MID = modul ikke deklartert, MIR = modul ikke relevant)

Produktfase			Konstruksjon installasjon fase		Bruksfase							Sluttfase				Etter endt levetid
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjon installasjon fase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk-gjenvinning-resirkulering-potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Miljøpåvirkning

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	Terrasse B2	B3	Terrasse B4	B5, B6, B7
GWP	kg CO ₂ -ekv	-7,36E+02	1,00E+01	4,38E+00	0,00E+00	1,16E+02	9,14E+00	9,14E+01	0,00E+00
ODP	kg CFC11-ekv	1,09E-05	1,86E-06	7,26E-07	0,00E+00	1,94E-05	1,52E-06	1,52E-05	0,00E+00
POCP	kg C ₂ H ₄ -ekv	3,99E-02	1,73E-03	2,39E-03	0,00E+00	8,78E-02	5,00E-03	5,00E-02	0,00E+00
AP	kg SO ₂ -ekv	3,98E-01	3,79E-02	2,92E-02	0,00E+00	8,87E-01	6,11E-02	6,11E-01	0,00E+00
EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	7,30E-02	6,09E-03	5,66E-03	0,00E+00	3,51E-01	1,18E-02	1,18E-01	0,00E+00
ADPM	kg Sb-ekv	1,93E-04	2,71E-05	1,32E-05	0,00E+00	9,41E-04	2,65E-05	2,65E-04	0,00E+00
ADPE	MJ	9,43E+02	1,63E+02	6,37E+01	0,00E+00	2,37E+03	1,33E+02	1,33E+03	0,00E+00

Miljøpåvirkning

		K-virke/kledning, uten B2 og B4					Terrassebord, med B2 og B4		
Parameter	Unit	C1	C2	C3	C4	D	C3	C4	D
GWP	kg CO ₂ -ekv	7,02E-03	6,41E+00	8,07E+02	2,46E-02	-3,67E+01	8,77E+02	3,18E-02	-6,92E+01
ODP	kg CFC11-ekv	6,09E-10	1,18E-06	5,10E-07	7,55E-09	-4,00E-06	5,94E-07	9,99E-09	-7,56E-06
POCP	kg C ₂ H ₄ -ekv	1,87E-06	1,24E-03	4,68E-03	9,71E-06	-2,23E-02	5,01E-03	1,31E-05	-4,20E-02
AP	kg SO ₂ -ekv	3,93E-05	3,38E-02	1,12E-01	1,78E-04	-2,40E-01	1,20E-01	2,31E-04	-4,52E-01
EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	8,77E-06	6,26E-03	2,71E-02	2,78E-05	-5,77E-02	2,87E-02	3,58E-05	-1,09E-01
ADPM	kg Sb-ekv	1,73E-07	2,11E-05	1,06E-05	3,33E-08	-7,35E-05	1,22E-05	4,33E-08	-1,38E-04
ADPE	MJ	5,69E-02	1,04E+02	6,01E+01	7,52E-01	-4,82E+02	6,60E+01	9,84E-01	-9,09E+02

GWP Globalt oppvarmingspotensial; ODP Potensial for nedbryting av stratosfærisk ozon; POCP Potensial for fotokjemisk oksidantdannning; AP Forsurningspotensial for kilder på land og vann; EP Overgjødslingspotensial; ADPM Abiotisk uttømmingspotensial for ikke-fossile ressurser; ADPE Abiotisk uttømmingspotensial for fossile ressurser



epd-norge.no
The Norwegian EPD Foundation

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Owner of the declaration:
Program operator:
Publisher:
Declaration number:

Ferrometall AS
Vhe Þorwegian ÒPÖ Foř ndation
The Norwegian EPD Foundation
ÞÒPÖ-HĞ -ĞĖ -ÒÞ

Issue date:
Valid to:

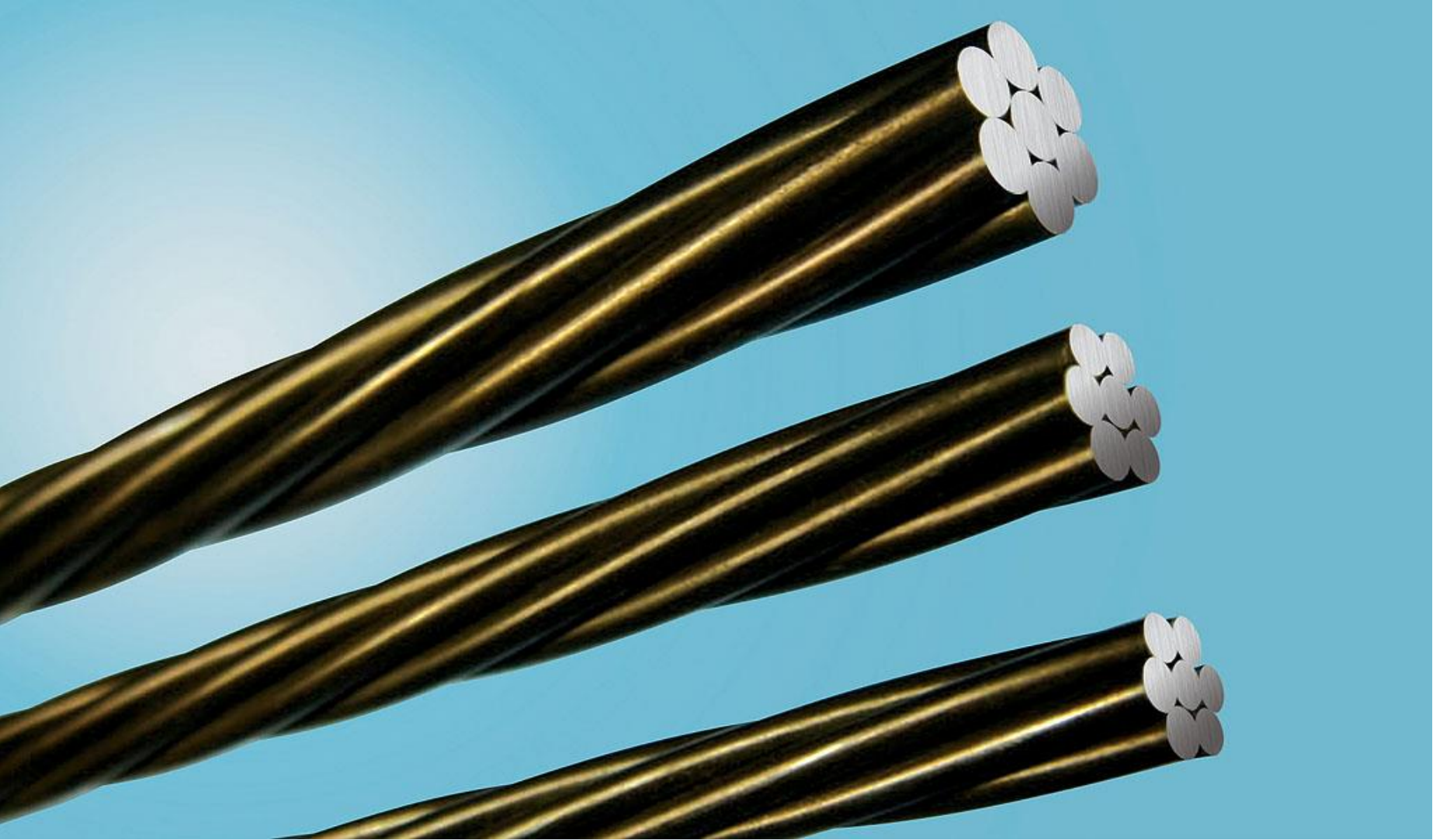
€ Ė ĖĖĖ
€ Ė ĖĖĖ

Prestressed steel for reinforcemenet of concrete, PC Strand.

Ferrometall AS

FeRRROMETALL

www.epd-norge.no



General information

Product:

Prestressed steel for reinforcement of concrete, PC Strand.

Program operator:

EPD-Norge
Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 8000
e-mail: post@epd-norge.no

Declaration number:

POUØEHG EG EP

ECO Platform reference number:
This declaration is based on Product Category Rules:

CEN Standard EN 15804 serves as core PCR
NPCR 013 Steel as Construction Material Rev 1 (08/2013)

Statement of liability:

The owner of the declaration shall be liable for the underlying information and evidence. EPD Norway shall not be liable with respect to manufacturer information, life cycle assessment data and evidences.

Declared unit:

-

Declared unit with option (A1-A3 + A4):

Per kg steel

Functional unit:

-

Verification:

The CEN Norm EN 15804 serves as the core PCR.
Independent verification of the declaration and data, according to ISO14025:2010

☐ internal ☒ external

Third party verifier:

Christofer Skaar

Christofer Skaar, PhD

(Independent verifier approved by EPD Norway)

Owner of the declaration:

Ferrometall AS
Contact person: Rune Humblebekk
Phone: +47 32 89 10 30
e-mail: info@ferrometall.no

Manufacturer:

Ferrometall AS
Tollbugt. 49., 3044 Drammen
Phone: +47 32 89 10 30
e-mail: info@ferrometall.no

Place of production:

Drammen, Norway

Management system:

-

Organisation no:

995 727 064

Issue date:

j 1 1 1 1

Valid to:

1 1 1 1 1 1

Year of study:

2014

Comparability:

EPD of construction products may not be comparable if they do not comply with EN 15804 and are seen in a building context.

The EPD has been worked out by:

Michael Myrvold Jenssen

Annik Magerholm Fet

Annik Magerholm Fet



NTNU – Trondheim
Norwegian University of
Science and Technology

Approved

Dagfinn Malnes

Dagfinn Malnes
Managing Director of EPD-Norway

LCA: Results

The results shows that the most significant impacts comes from the production of steel, given in A1. The steel is shipped from China, via Rotterdam to port in Norway, giving a high impact in A2. Module A3 includes deloading and expediting of goods from a forklift, cold storage and heating of offices. Module A4 gives transport to customers all over Norway.

System boundaries (X=included, MND= module not declared, MNR=module not relevant)

Product stage			Assembly stage		Use stage							End of life stage					Beyond the system boundaries
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal		Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4		D
X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND		MND

Environmental impact

Parameter	Unit	A1-A3	A4						
GWP	kg CO ₂ -eqv	2,68E+00	9,65E-03						
ODP	kg CFC11-eqv	1,02E-08	6,59E-14						
POCP ¹	kg C ₂ H ₄ -eqv	1,66E-03	-5,78E-06						
AP	kg SO ₂ -eqv	2,09E-02	2,70E-05						
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eqv	1,93E-03	6,66E-06						
ADPM	kg Sb-eqv	6,66E-07	8,27E-10						
ADPE	MJ	2,79E+01	1,32E-01						

¹There is inherent flaw in the POCP results in the GaBi 6.4 software when datasets for trucks have been used with CML 2001. Negative impact results in this category essentially means that the use of transport will in effect clear smog formation. A1-A4 recalculated with the ReCiPe impact assessment methodoloav gives 0.0169 ka NMVOC for POCP.

GWP Global warming potential; **ODP** Depletion potential of the stratospheric ozone layer; **POCP** Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; **AP** Acidification potential of land and water; **EP** Eutrophication potential; **ADPM** Abiotic depletion potential for non fossil resources; **ADPE** Abiotic depletion potential for fossil resources

Resource use

Parameter	Unit	A1-A3	A4						
RPEE	MJ	1,88E+00	2,10E-02						
RPEM	MJ	1,12E-03	1,05E-14						
TPE	MJ	1,88E+00	2,10E-02						
NRPE	MJ	2,83E+01	1,33E-01						
NRPM	MJ	8,98E-06	3,92E-14						
TRPE	MJ	2,83E+01	1,33E-01						
SM	kg	-	-						
RSF	MJ	-	-						
NRSF	MJ	-	-						
W	m ³	3,08E-02	2,85E-02						

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; **RPEM** Renewable primary energy resources used as raw materials; **TPE** Total use of renewable primary energy resources; **NRPE** Non renewable primary energy resources used as energy carrier; **NRPM** Non renewable primary energy resources used as materials; **TRPE** Total use of non renewable primary energy resources; **SM** Use of secondary materials; **RSF** Use of renewable secondary fuels; **NRSF** Use of non renewable secondary fuels; **W** Use of net fresh water

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

ISO 14025 ISO 21930 EN 15804



Owner of the declaration

Skanska Norge AS

Program holder

The Norwegian EPD Foundation

Publisher

The Norwegian EPD Foundation

Declaration number

00241E

Issue date

13.01.2014

Valid to

13.01.2019

Hot finished structural hollow sections (HFSHS)

Product

Skanska Norge AS

Manufacturer

SKANSKA

General information

Hot finished structural hollow sections (HFSHS)

Product

Skanska Norge AS

Manufacturer

Program holder

The Norwegian EPD Foundation
Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-mail: post@epd-norge.no

Owner of the declaration:

Skanska Norge AS
Contact person: Jon Olav Kvåle
Phone: +47 40013660
e-mail: jon.o.kvaale@skanska.no

Declaration number:

00241E

Place of production:

Stålfabrikken
Øysand, 7224 Melhus

This declaration is based on Product Category Rules:

CEN Standard EN 15804 serve as core PCR
NPCR 013-Revision 1 (08 2013), on steel as a
construction material

Management system:

NS-EN ISO 14001
NS-EN ISO 9001

Declared unit:

per kg of steel

Org. No:

943 049 467

Declared unit with option:

Issue date

13.01.2014

Functional unit:

per kg building steel structure with an expected service life
of 100 years.

Valid to

13.01.2019

The environmental product declaration has been worked out by:

Annik Magerholm Fet

Comparability:

EPD of construction products may not be comparable if they
not comply with EN 15804 and seen in a the building context



Year of study:

2013

Verification:

Independent verification of data and other environmental
information has been carried out in accordance with
ISO14025, 8.1.3.

externally ☒ internally ☐

Christofer Skaar, MiSA AS
(Independent verifier approved by EPD Norway)

Dr. ing Sverre Fossdal
(Chairman of the Verification Group of EPD-Norway)

Declared unit:

per kg of steel

Key environmental indicators	Unit	Cradle to gate A1 - A3	Transport A4 ₁	Module D
Greenhouse gas emissions:	kg CO ₂ -eqv	2,89	0	-1,36
Energy use	MJ	71,50	0	-14,00
Recycled material in	%	13	-	-
Recycled material out **	%	99	-	86
Dangerous substances	*	-	-	-

* The product contains no substances from the REACH Candidate list or the Norwegian priority list

A4₁ The fraction of recycled steel from the mill is 13 %
Central warehouse is production site, transport is 0 km
The recovery rate of steel is 99% including recovered and reused products

** Net new recycled material output presented in Module D.

System boundaries (X=included, MND=module not declared, MNR=module not relevant)

Product stage			Construction installation stage		Use stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Construction installation stage	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	X	X	MNR	MNR	X

Environmental impact

Parameter	A1 - A3	A4	A5	B1-7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	2,89	2,39E-02	2,30E-03	-	1,17E-03	2,98E-03	-	-	-1,36
ODP	1,14E-08	4,18E-13	4,99E-13	-	2,50E-13	5,22E-14	-	-	-6,42E-09
AP	5,04E-03	3,16E-05	2,30E-06	-	1,18E-06	3,95E-06	-	-	-2,50E-03
EP	1,03E-06	2,52E-08	9,00E-10	-	4,70E-10	3,14E-09	-	-	-4,33E-07
POCP*	5,08E-03	3,39E-05	2,60E-06	-	1,31E-06	4,23E-06	-	-	-2,51E-03
ADPM	1,78E-06	8,92E-10	1,08E-08	-	5,42E-09	1,11E-10	-	-	-2,46E-08
ADPE	30,90	3,31E-01	2,80E-02	-	1,39E-02	4,14E-02	-	-	-13,83

GWP Global warming potential (kg CO₂-eqv.); **ODP** Depletion potential of the stratospheric ozone layer (kg CFC11-eqv.); **POCP** Formation potential of tropospheric photochemical oxidants (kg C₂H₄-eqv.); **AP** Acidification potential of land and water (kg SO₂-eqv.); **EP** Eutrophication potential (kg PO₄³⁻-eqv.); **ADPM** Abiotic depletion potential for non fossil resources (kg Sb - eqv.); **ADPE** Abiotic depletion potential for fossil resources (MJ). * According to the recommendations in the ReCiPe-methodology, kg NMVOC is used in stead of kg C₄H₄-equivalents.

Resource use

Parameter	A1 - A3	A4	A5	B1-7	C1	C2	C3	C4	D
RPEE	40,50	1,30E-02	2,46E-01	-	1,23E-01	1,62E-03	-	-	-1,84E-01
RPEM	2,34E-05	4,11E-15	1,05E-05	-	3,22E-15	5,14E-16	-	-	-2,12E-05
TPE	40,50	1,30E-02	2,46E-01	-	1,23E-01	1,62E-03	-	-	-1,84E-01
NRPE	31,00	3,31E-01	2,80E-02	-	1,39E-02	4,14E-02	-	-	-
NRPM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRPE	31,00	3,31E-01	2,80E-02	-	1,39E-02	4,14E-02	-	-	-13,81
SM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NRSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	79,80	1,29E-03	4,89E-01	-	2,45E-01	1,62E-04	-	-	-3,50E-02

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier (MJ); **RPEM** Renewable primary energy resources used as raw materials (MJ); **TPE** Total use of renewable primary energy resources (MJ); **NRPE** Non renewable primary energy resources used as energy carrier (MJ); **NRPM** Non renewable primary energy resources used as materials (MJ); **TRPE** Total use of non renewable primary energy resources (MJ); **SM** Use of secondary materials (kg); **RSF** Use of renewable secondary fuels (MJ); **NRSF** Use of non renewable secondary fuels (MJ); **W** Use of net fresh water (m³)

Vedlegg G

Utslipp i A5 for plasstøpt betong

Prosjekt:

Utslipp A5

NTNU Trondheim

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Generelt

A5 er stadiet i en EPD som beskriver utslipp ved montasje. Ved montasje er det ulike deler som gir utslipp. Dette kan være strømforbruk og dieselforbruk. Verdiene på utslipp gitt av de forskjellige delene blir dividert på antall kubikk betong. En generator blir brukt for å oversette verdiene til et EPD-format. Denne prosessen blir utført med hjelp av Steinar Røine fra Spencon. For å finne ut av hvilke deler i montasjeprosessen som gir utslipp, har man sett på en rapport, *Fossil- og utslippsfrie byggeplasser*, fra Energi Norge og Norsk fjernvarme i samarbeid med Bellona og Enova SF og beregningsverktøy for strømbruk fra Satema.

Beregninger

Dekke		
Bredde	8,5	m
Lengde	24	m
Høyde	0,24	m
Areal	204	m ²
Volum	48,96	m ³

Propan

Tall hentet fra tabell 4-2 i rapporten viser at per kvadratmeter utgjør propan og diesel 6 kWh. Propan antas å utgjøre halvparten av forbruket, som tilsvarer her 3 kWh per kvadratmeter dekke. Et kilogram med propan gir to liter med propan, noe som tilsvarer 500 liter propangass. Dette gir rundt 12,8 kWh. I generatoren brukt for å beregne utslipp ved A5, må propan bli beregnet som antall kilogram per kubikk plaststøpt betong. For propan gir dette følgende utregning:

Propan brukt for dekke						
kWh/m ²	m ²	kWh	kWh/kg	kg	L (l)	L (g)
3,00	204,00	612,00	12,80	47,81	95,63	23906,25

Diesel

Ved beregning av dieselforbruk legges bruk av diesel til betongherding, anleggsmaskiner og transport sammen. Dette er beskrevet på side 15 i rapporten. Dieselforbruk til dekke blir lik som ved propan, 3 kWh. Anleggsmaskiner gjelder mobilkran og småmaskiner. Forbruket av diesel med bruk av mobilkran blir halvert i denne utregningen, da det antas at det er mindre behov for like stor mobilkran som vist i rapporten. Dette utgjør 28,5% av anleggsmaskiner, der anleggsmaskiner er omtrent lik 10% av transport. Mobilkran og småmaskiner blir dermed 2,8% av transport. Ved bruk av generator beregnes dieselforbruket til antall liter per kubikk betong. For å beregne liter diesel brukt, brukes kostnadsbeskrivelser fra side 22 og 23 i rapporten.

- Diesel koster 0,85 kr/kWh
- Diesel koster 8,9 kr/L

For diesel gir dette følgende utregning:

Diesel brukt						
	kWh/m ²	%	kWh/m ²	kWh	kr	L
Betongherding	3	100,00 %	3,00	612,00	520,20	58,45
Anleggsmaskiner	30	28,50 %	8,55	1744,20	1482,57	166,58
Transport	10	2,80 %	0,28	57,12	48,55	5,46
SUM						230,49

Forskaling

Sortering av forskaling er forskjellig etter type forskaling. Antar at 20% av forskalingen går til deponi og 80% til gjenbruk. Avfall til deponi og gjenbruk blir i generatoren beregnet som antall kilogram avfall per kubikk betong. I utregningene for brua utgjør forskaling til deponi og til gjenbruk henholdsvis 40,8 kvadratmeter og 163,2 kvadratmeter. Tyngdetetthet for forskaling har blitt hentet fra Fritzøe Engros forskalingsguide. Hentet verdi for tyngdetetthet er 14,67 kilogram per kvadratmeter. Dette tilsvarer 598,5 kilogram med avfall og 2 394,1 kilogram.

Betong

Ved produksjon av betong, antas det at det vil bli produsert større mengder betong som tilsvarer 2% av dekkevolumet. Dette tilsvarer en kubikkmeter med betong som går til avfall.

Overskuddet av betong blir i generatoren beregnet som antall kilogram avfall per kubikk betong. Tyngetettheten til betong i denne utregningen er 2377 kilogram per kubikkmeter. Betong utgjør dermed 2400 kilogram.

Strøm byggeplass

For å beregne strøm brukt til byggeplass har Satema sine beregningsverktøy blitt brukt. Ved beregning av strøm har man regnet ut antall kilowatt hvert element har brukt og multiplisert dette med antatt brukstid for elementet. Strøm bli i generatoren beregnet som kilowattimer per kubikk med betong. Dette gir følgende utregninger:

Strømforbruk på byggeplass				
Element	Antall	kW	Timer	kWh
Brakke (toalett)	1	6	48	288
Brakke (minikjøkken)	1	6	48	288
Brakke (standard)	1	2,5	48	120
Container (liten)	3	1	48	144
Container (stor)	1	2	48	96
Plassbelysning (lamper)	2	0,15	6	1,8
Elektroverktøy (per person)	5	1	4	20
Sagcontainer	1	4,8	6	28,8
Sum				986,6

Per kubikk betong

Det totale utslippet per kubikk betong er beskrevet i tabellen under. Hver verdi blir oversatt i en generator og blir samlet som en verdi som utgjør A5 i EPDen for plasstøpt betong.

Del	Enhet	Verdi	Per kubikk betong
Propan	L (l)	95,63	1,95
Diesel	L (l)	230,49	4,71
Avfall forskaling - deponi	kg	598,5	12,22
Avfall forskaling - gjenbruk	kg	2394,1	48,90
Overskudd betong	kg	2377	48,55
Strøm	kWh	986,6	20,15

Kilder

1. Rapport: *Fossil- og utslippsfrie byggeplasser*

<https://www.energinorge.no/contentassets/5c1dbdfd942d48d282c421a202295794/utslippsfrie-byggeplasser.pdf>

2. Beregningsverktøy for strøm

<https://www.satema.no/fagblogg/provstrom/slik-beregner-du-effektbehovet-pa-byggeplassen/>

3. Forskalingsguide

https://www.fritzoengros.no/mediabank/store/2/2102/6s-pp.pdf?fbclid=IwAR16cScs8EILJSz1Bl-HnEmGroj_eBBzRGvqz7cRgQzZ8b_kwRpoHs7dmPQ

Vedlegg H

Vindlast

Prosjekt:

Vindlast

NTNU Trondheim

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Bruker Veiledningen i NS-EN 1991-1-4 til å beregne en forenklet vindlast.

Fra tabell 4.1 settes terrengkategorien for brustedet til terrengkategori II.

Referansevindhastigheten er i tabell NA 4.(901.1) satt til $V_{b,0} = 27 \text{ m/s}$

Høyde over bakken, Z , settes lik 2 m etter minimumskrav for terrengkategorien.

Med disse forutsetningene kan man ifølge punkt V.3 i veiledningen regne ut hastighetstrykk fra vindkast fra figur V.1.

Snittet mellom c) og d) av figur V.1 ble brukt til å finne $q_{p0}(z) = 820 \text{ N/m}^2$.

Deretter ble det brukt en kraftfaktor på 0,9 etter NA.8.3.3 for å finne vertikalkomponenten av vindlasten. Dette ga en vindlast på:

$$\underline{q_{pz} = q_{p0}(z) * 0,9 = 738 \text{ N/m}^2}$$