

# Railbeam TN406 – verificering af samling

## Tillægsrapport

Klient: Tradehouse International A/S

Projekt Railbeam TN406 – Verificering af samling

Projekt nummer: 14-111

Dok ID.: 14111\_5402\_tillæg

Dato 24.11.2014

Revision: 00

Udført af:	Jørgen Krabbenhøft	
------------	--------------------	--

Checket af:	Einar Thór Ingólfsson	
-------------	-----------------------	--

Godkendt af:	Einar Thór Ingólfsson	
--------------	-----------------------	--

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>BEREGNING AF TK4 TVÆRSNIT .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>OPTAGELSE AF VANDRETTE LASTER .....</b>	<b>4</b>

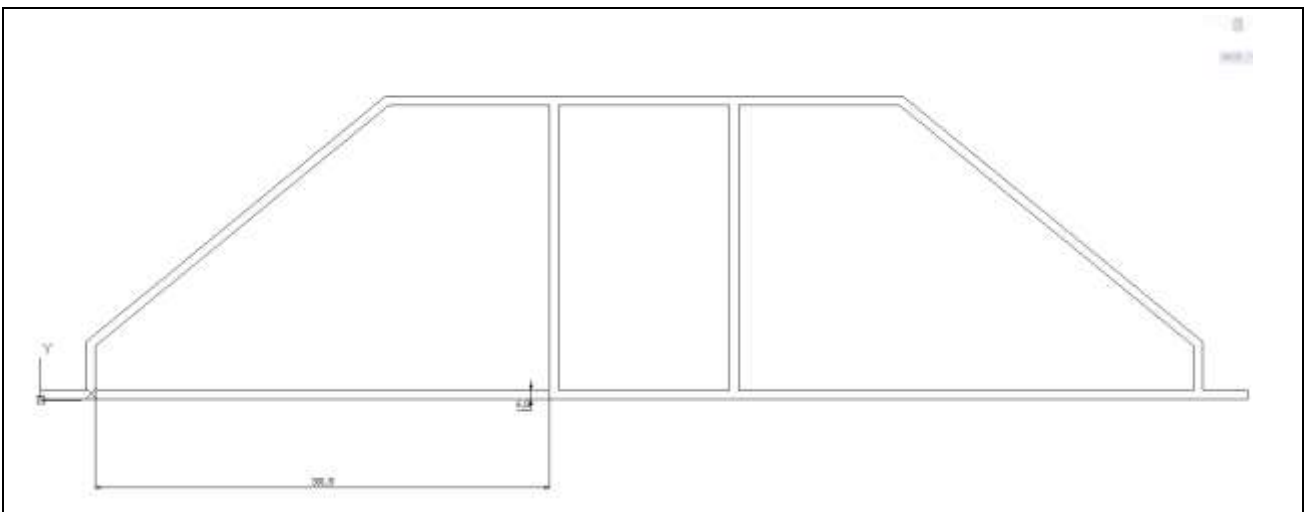
## 1 Beregning af TK4 tværsnit

Ved negative momenter, tryk i underflangen, skal Railbeamen regnes for TK4:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0.81$$

$$c/t = 301.5/6 = 50.3 > 42 \cdot e = 34$$

De lodrette plader er i TK3:  $c/t = 200/6 = 33.3 < 124 \cdot e = 100$



Figur 1: Railbeam geometri. Underflange TK4 for negativt moment

Ifølge EN1993-1-5 udregnes det effektive areal af den trykpåvirkede bundflange som følger:

$$\lambda = \frac{\frac{b}{t}}{28.4 + \varepsilon \cdot \sqrt{k_{\sigma}}} = \frac{\frac{301.5}{6}}{28.4 + 0.81 \cdot 2} = 1.09$$

$$\rho = \frac{\lambda - 0.55 \cdot 3}{\lambda^2} = 0.78$$

$$b_{eff} = \rho \cdot b = 0.78 \cdot 301.5 = 235 \text{ mm}$$

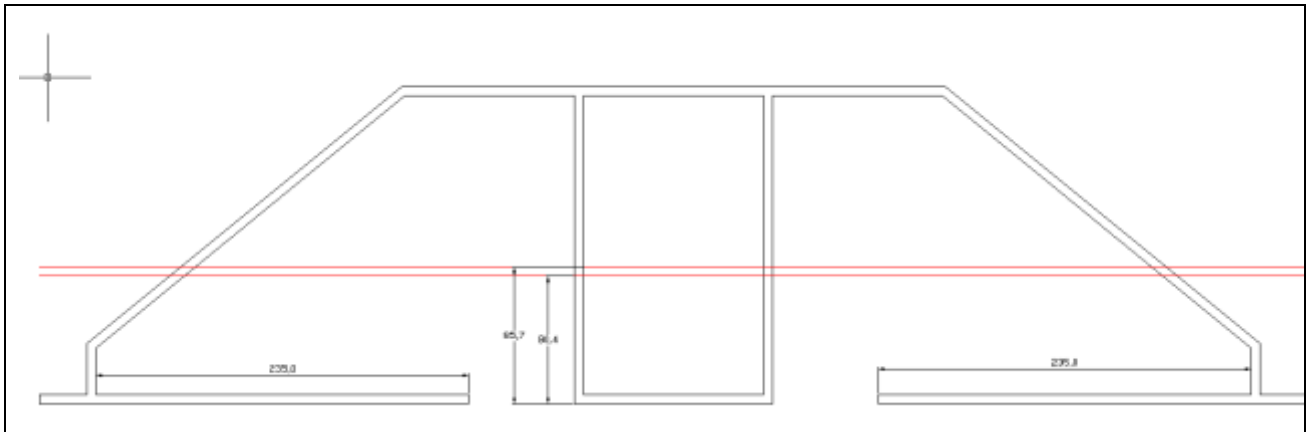
Med det effektive tværsnit findes det effektive modstandsmoments til:

$$w_{eff} = \frac{70.86 \cdot 6}{200 - 85.7} = 620 \cdot 3 \text{ mm}^3$$

Momentbæreevne af det effektive tværsnit er:

$$M_{Rd} = w_{eff} \cdot \frac{355}{1.1} = 200.0 \text{ kNm}$$

Det vil sige OK! I hovedrapport er på den sikre side brugt en karakteristisk flydespænding på 345 MPa for 6 mm pladerne



Figur 2: Effektive tværsnit med elastiske aske flyttet i lodret retning.

## 2 Optagelse af vandrette laster

De vandrette laster virkende på Railbeamen vil generelt have en reducerende effekt på den lodrette bæreevne af systemet. Det er tilladeligt at fordele de vandrette laster på de fire bogies så længe ligevægten er tilfredsstillet og brudbetingelserne ikke er overskredet (nedre-værdibetragtning).

I hovedrapporten blev det eftervist at en Railbeam udlagt på en 25 mm stålplade kan optage en lodret regningsmæssig last på 1235 kN over en effektiv længde på 2.6m. Ligeledes blev det eftervist at såfremt Railbeamsystemet kan optage denne last over en længde på 2.6m så kan samlingen mellem de enkelte Railbeams optage og overføre de forekommende snitkræfter ved brug af en enkelt 25 mm plade.

Udgangspunktet i nærværende undersøgelse er således at sikre den lodrette forekommende last kan overføres til jorden med en effektiv Railbeamlængde på 2.6m. Såfremt dette er muligt er det tidligere blevet verificeret at Railbeamsamlingen hermed også kan overføre de forekommende snitkræfter.

Som nævnt vil de vandrette laster have en reducerende effekt på den lodrette bæreevne og følgende skal således sikres opfyldt

$$\frac{V_{zd} \text{ [kN]}}{1235 \text{ kN} \cdot \text{reduktion}} < 1.0$$

Altså de vertikale laster i alle bogies skal sikres at være mindre end den reducerede lodrette bæreevne for en 2.6 m effektiv længde. Reduktionen af den lodrette bæreevne findes i OptumG2 ved at udføre brudberegninger for forskellige kombinationer af V og H.

Tabel 1: Regningsmæssige lastfaktor og reduktion ved forskellige H/V forhold

H/V	Lastfaktor	reduktion
0	210	1.00
0.025	201	0.95
0.05	193	0.92
0.075	183	0.87
0.1	173	0.82
0.125	163	0.78

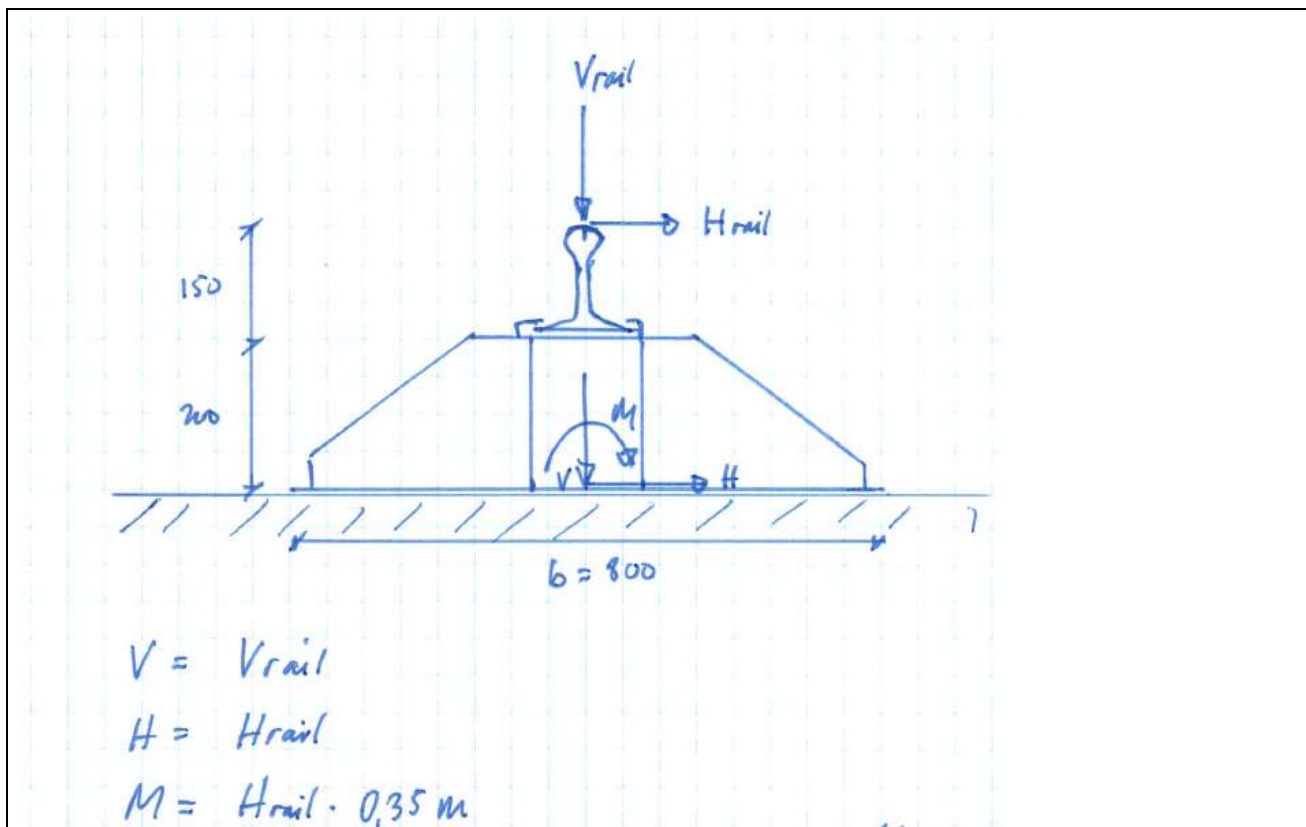
I tabellen foroven ses effekten af den vandrette last på den lodrette bæreevne. For et H/V-forhold på eksempelvis 0.1 reduceres den lodrette bæreevne med 18%.

For  $H = 0$  og for en effektiv Railbeamlængde på 2.6 m er den regningsmæssige bæreevne:

$$R_{d,H/V=0} = 2 * 210 \text{ kN/m} * (1 + 0.2 * 1.7 / 2.6) * 2.6 = 1235 \text{ kN}$$

For et H/V forhold på eksempelvis 0.1 er den lodrette bæreevne således:

$$R_{d,H/V=0.1} = 0.82 * R_{d,H/V=0} = 1023 \text{ kN.}$$



Figur 3: Angrebepunkt for vandret og lodret bogielast.

Det antages at den vandrette last overføres i toppen af skinnen og henføres herefter til fundamentundersiden i form af en horisontal og vertikal kraft samt et moment. For at den horisontale kraft kan optages i jorden skal den først overføres fra Railbeamen til pladen via friktion. En regningsmæssig friktionskoefficient på ca. 0.14 er tilstrækkelig til at overføre de horisontale kræfter fra Railbeamen til stålfunden.

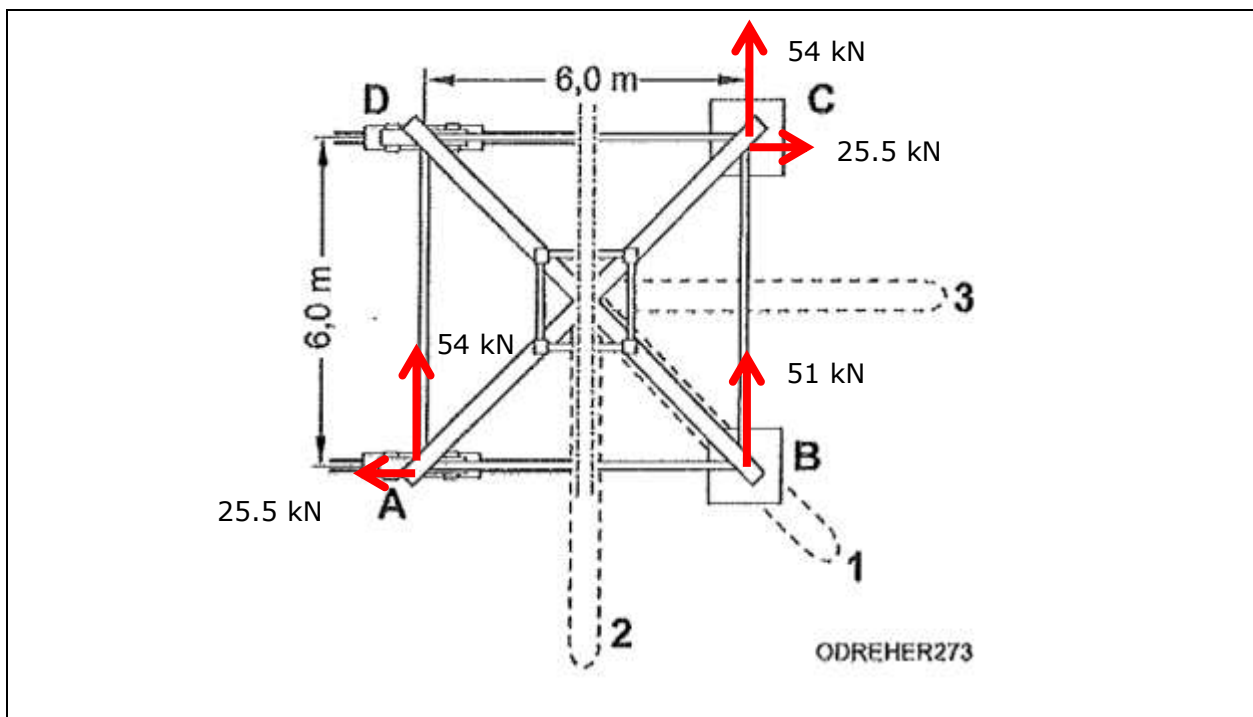
I efterfølgende tabel er resultatet af undersøgelsen opsummeret. Som det fremgår af tabellen er udnyttelsen for begge tilfælde: kran i og uden for brug, for alle bogies under 1.0. For tilfældet med "kran uden for brug" stiger den vandrette kraft fra 71 kN til 159 kN samtidigt med at den totale vertikale last falder. Som det fremgår af tabellen er Stilling 1 den kritiske konfiguration. De vandrette laster kan netop optages uden at overskride udnyttelsen. Den vandrette last optages i bogie A, B og C med lastretning vinkelret på skinneretningen, og der er således ikke momentlignevægt omkring kranens lodrette akse. For at etablere momentlignevægt må et ekstra kraftpar påføres parallelt med skinneretningen, og med en

størrelse på 25.5kN på hver skinne. Herved fås en resulterende vandret last på  $\sqrt{54^2 + 25.5^2} = 60.0 \text{ kN}$ . Som det ses er forholdet mellem horisontale og vertikale laster alle steder mindre end 0.14.

**Tabel 2: Udnyttelse for kran i brug (øverste tabel) og kran udenfor brug (nederst tabel)**

	Vertikal last: V			Horisontal last: H			H/V			reduktionsfaktor			Lodret bæreevne			Udnyttelse		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	-	-	-	-	-	-	kN	kN	kN	-	-	-
A	473	727	160	35.5	23.0	17.8	0.08	0.03	0.11	0.87	0.95	0.80	1074	1173	988	0.57	0.81	0.21
B	<b>926</b>	<b>828</b>	<b>777</b>	<b>0.0</b>	22.0	17.8	0.00	0.03	0.02	1.00	0.95	0.96	1235	1173	1186	0.97	0.92	0.85
C	473	210	777	35.5	13.0	17.8	0.08	0.06	0.02	0.87	0.89	0.96	1074	1099	1186	0.57	0.25	0.85
D	21	110	160	0	13.0	17.8	0.00	0.12	0.11	1.00	0.79	0.80	1235	976	988	0.02	0.15	0.21
				71.0	71.0	71.0												

	Vertikal last: V			Horisontal last: H			H/V			reduktionsfaktor			Lodret bæreevne			Udnyttelse		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	-	-	-	-	-	-	kN	kN	kN	-	-	-
A	431	710	148	60.0	61.0	18.5	0.139	0.086	0.125	0.75	0.85	0.78	926	1050	963	0.60	0.88	0.20
B	<b>853</b>	710	710	<b>51.0</b>	61.0	61.0	0.060	0.086	0.086	0.89	0.85	0.85	1099	1050	1050	1.01	0.88	0.88
C	431	148	710	60.0	18.5	61.0	0.139	0.125	0.086	0.75	0.78	0.85	926	963	1050	0.60	0.20	0.88
D	0	148	148	0	18.5	18.5	0.000	0.125	0.125	1.00	0.78	0.78	1235	963	963	0.00	0.20	0.20
				171.0	159.0	159.0												



**Figur 4: Fordeling af vandrette laster for "kran udenfor brug", stilling 1.**