



Project: **18-195: Brug**
Detailberekening

Gemaakt door: R. Smets

Berekeningnr: 18-195_D001

Datum: 14-05-2019

Revisie: 1

Status: ter controle



Inhoud

Wijzigingen	2
Uitgangspunten	3
Berekening	4
1 Detailberekening brug	4
1.1 Bout verbinding tussen brugdelen	4
1.2 Lasverbinding trog onder dekplaat	4
1.3 Lasverbinding tussen leuning en dek deel (inc schotten)	5
1.4 Lasverbinding trog tegen lijfplaat (leuning)	5
1.5 Lasverbinding trog onder dekplaat tegen zijplaat	5
1.6 Lasverbinding deling dekplaat.....	5
2 Uitvoer IDEA	6

Wijzigingen

Revisie 0 (04-04-2019)

- Ter controle

2 Revisie 1 (14-05-2019)

- Ter controle
 - o Hoofdstuk 1.5 en 1.6 toegevoegd



Uitgangspunten

Documenten

- Wagemaker
 - o Berekening brug: W18067_RAP002_v1.0: d.d. 11 maart 2019
 - o Tekening brug: W18067-DO-TEK-001-v2.0: d.d. 6 februari 2019

Normen (eurocode)

Algemeen	NEN-EN 1990
Belastingen	NEN-EN 1991
Beton	NEN-EN 1992-1-1
Staal	NEN-EN 1993-1-1 en 1993-1-8

Materialen

Staal	S355
Bouten en draadeinden	8.8; gerolde draad
Ankers	4.6; gerolde draad
lassen	4 mm, tenzij anders vermeld
beton	C30/37



1.3 Lasverbinding tussen leuning en dek deel (inc schotten)

- Belastingen (per trog):
 - o $M_y = 4.7 \text{ kNm}$
 - o $V_y = 3.3 \text{ kN}$
- **Toepassen:**
 - o **Alle lassen minimaal enkele las a=3**
- Controle:
 - o Aangenomen is dat het moment door de flenzen van de verticale trog gaat, maatgevend is de flens van de trog op de dekplaat:
 - $N_t = 4.7 \text{ kNm} / 0.2\text{m} = 23.5 \text{ kN}$
 - $\sigma = \tau = (23.5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{2}) / (2 \cdot 3 \cdot 100) = 55.4 \text{ N/mm}^2$
 - $\sqrt{4 \cdot 55.4^2} = 110.8 \leq 490 / (0.9 \cdot 1.25) = 436 \rightarrow UC = 0.25$

1.4 Lasverbinding trog tegen lijfplaat (leuning)

- Spanningen t.p.v. lasverbinding trog met dekplaat:
 - o $W = I/z = 40.5 \cdot 10^6 / 33 = 1.23 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$
 - o $\sigma_{Ed} = M/w = 4.7 / 1.23 = 3.8 \text{ N/mm}^2$ (door moment, dwarskracht niet maatgevend)
- **Toepassen:**
 - o **Per lijf van de trog een enkele las a=3 aan de lijfplaat toepassen**
- Controle:
 - o Praktisch akkoord (spanningen zijn veel lager als in hoofdstuk 1.2)

1.5 Lasverbinding trog onder dekplaat tegen zijplaat

- Belastingen (per trog):
 - o $M_y = 4.7 \text{ kNm}$
 - o $V_z = 60.9 \text{ kN}$
- **Toepassen:**
 - o **Trog rondom aflassen met a=3**
 - o **Dekplaat:**
 - **Aan onderzijde langs de troggen a=4**
 - **Aan bovenzijde doorgaand Y = 4**
- Controle:
 - o Zie uitvoer IDEA pagina 14.

1.6 Lasverbinding deling dekplaat

- Spanningen in dekplaat (maximaal):
 - o $\sigma_{Ed} = M/w = 152 / 1.71 = 89 \text{ N/mm}^2$ (door moment, dwarskracht niet maatgevend)
- **Toepassen:**
 - o **K-naad 2x a=3 over volledige lengte plaat**
- Controle:
 - o $a \geq \frac{\beta_w \cdot \gamma_{m2} \cdot t}{n \cdot f_u} \sqrt{2 \cdot \sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$
 - o $a \geq \frac{0.9 \cdot 1.25 \cdot 12}{2 \cdot 490} \sqrt{2 \cdot 89^2 + 3 \cdot 0^2} = 1.7 \text{ mm} \leq 3 \text{ mm}$

2 Uitvoer IDEA

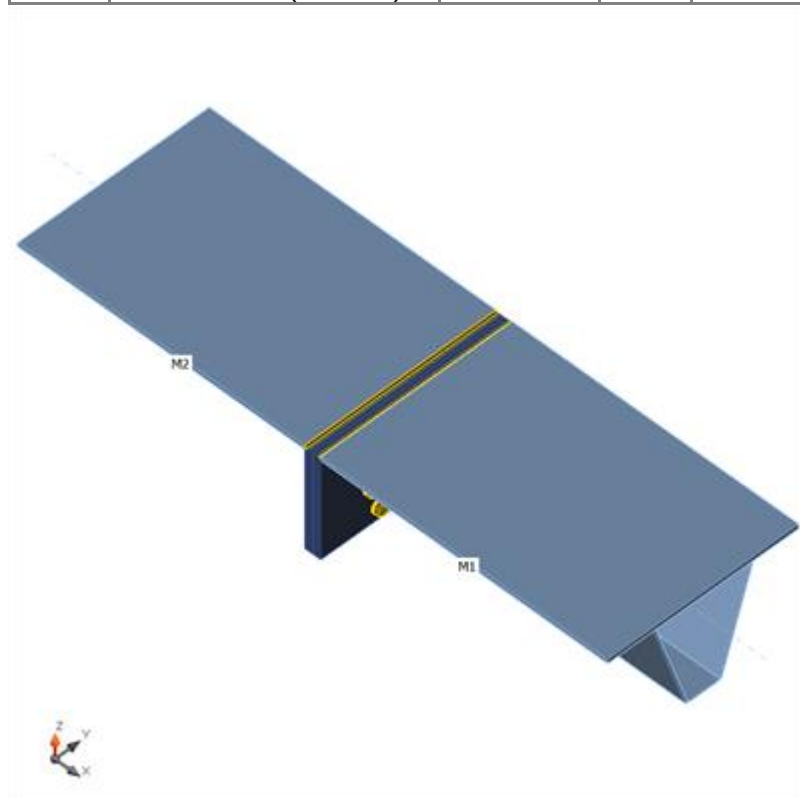
Projectonderdeel Boutverbinding tussen brugdelen

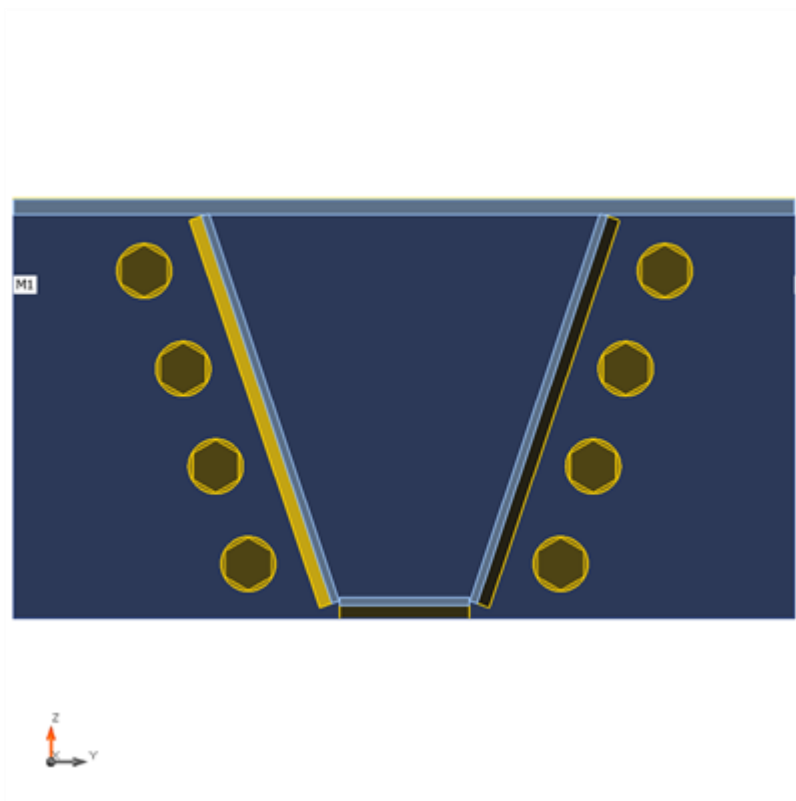
Berekening

Naam Boutverbinding tussen brugdelen
 Omschrijving
 Berekening Spanning, rek/ lasten in evenwicht

Liggers en kolommen

Naam	Doorsnede	β - Richting [°]	γ - Rol [°]	α - Rotatie [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Krachten in
M1	1 - BoxDelta312x(100/600)	0,0	0,0	180,0	0	0	0	Knoop
M2	1 - BoxDelta312x(100/600)	180,0	0,0	180,0	0	0	0	Knoop





7

Doorsneden

Naam	Materiaal
1 - BoxDelta312x(100/600)	S 355

Bouten

Naam	Boutsamenstelling	Diameter [mm]	fu [MPa]	Bruto oppervlak [mm ²]
M24 8.8	M24 8.8	24	800,0	452

Lasteffecten (Krachten in evenwicht)

Naam	Staaf	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M1	0,0	0,0	0,0	0,0	152,0	0,0
	M2	0,0	0,0	0,0	0,0	152,0	0,0



Controle

Opsomming

Naam	Waarde	Status
Berekening	100,0%	Oké
Platen	0,1 < 5%	Oké
Bouten	86,4 < 100%	Oké
Lassen	98,2 < 100%	Oké
Knik	Niet berekend	

Platen

Naam	Dikte [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]	Status
M1-tfl 1	6,0	LE1	293,2	0,0	Oké
M1-bfl 1	12,0	LE1	106,9	0,0	Oké
M1-w 1	6,0	LE1	306,0	0,0	Oké
M1-w 2	6,0	LE1	305,3	0,0	Oké
M2-tfl 1	6,0	LE1	300,9	0,0	Oké
M2-bfl 1	12,0	LE1	107,2	0,0	Oké
M2-w 1	6,0	LE1	318,5	0,0	Oké
M2-w 2	6,0	LE1	319,4	0,0	Oké
Plaatopplaat1a	25,0	LE1	355,1	0,1	Oké
Plaatopplaat1b	25,0	LE1	355,1	0,1	Oké

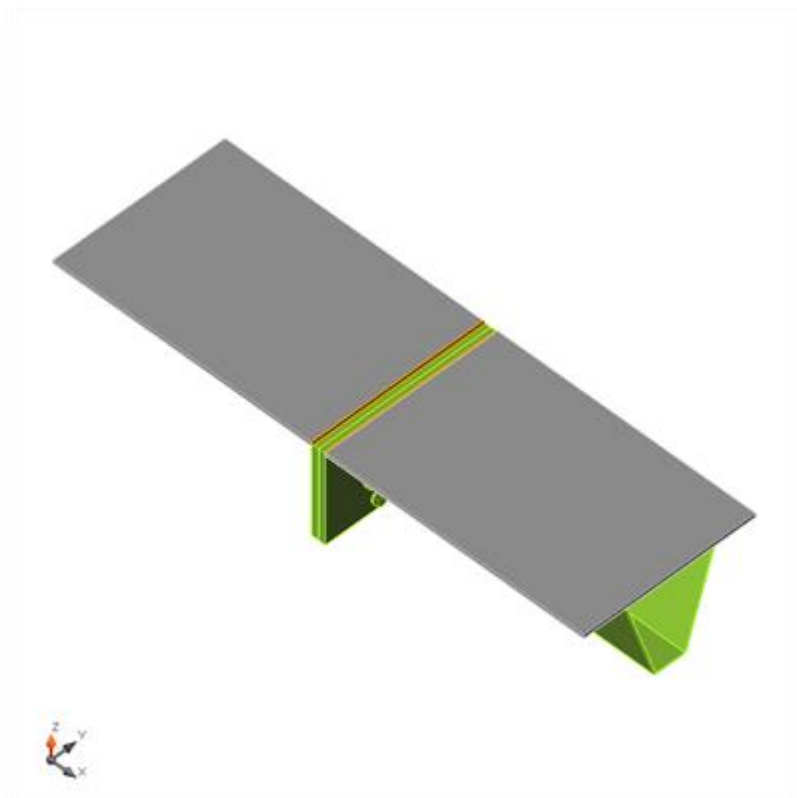
8

Ontwerpgegevens

Materiaal	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [1e-4]
S 355	355,0	500,0

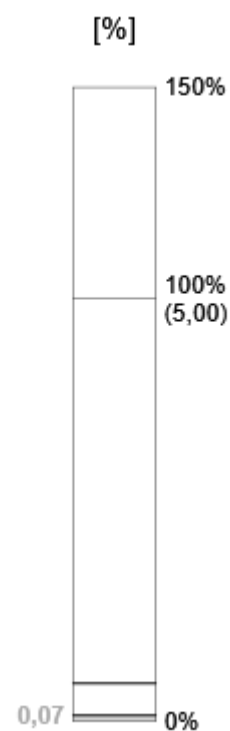
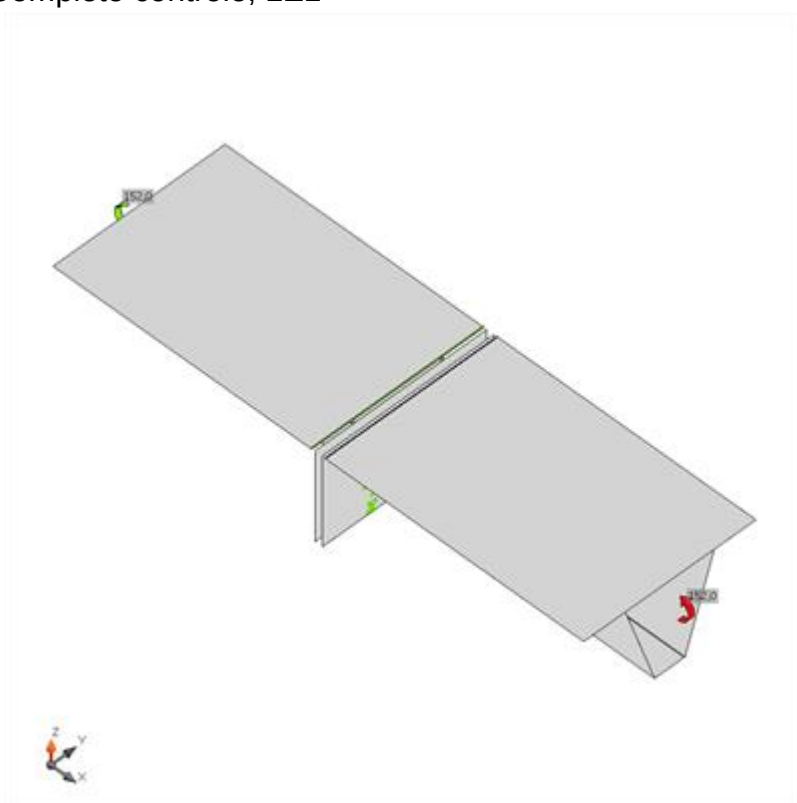
Verklaring symbool

ϵ_{Pl}	Rek
σ_{Ed}	Equivalente spanning
f_y	Vloeisterkte
ϵ_{lim}	Grens van de plastische rek

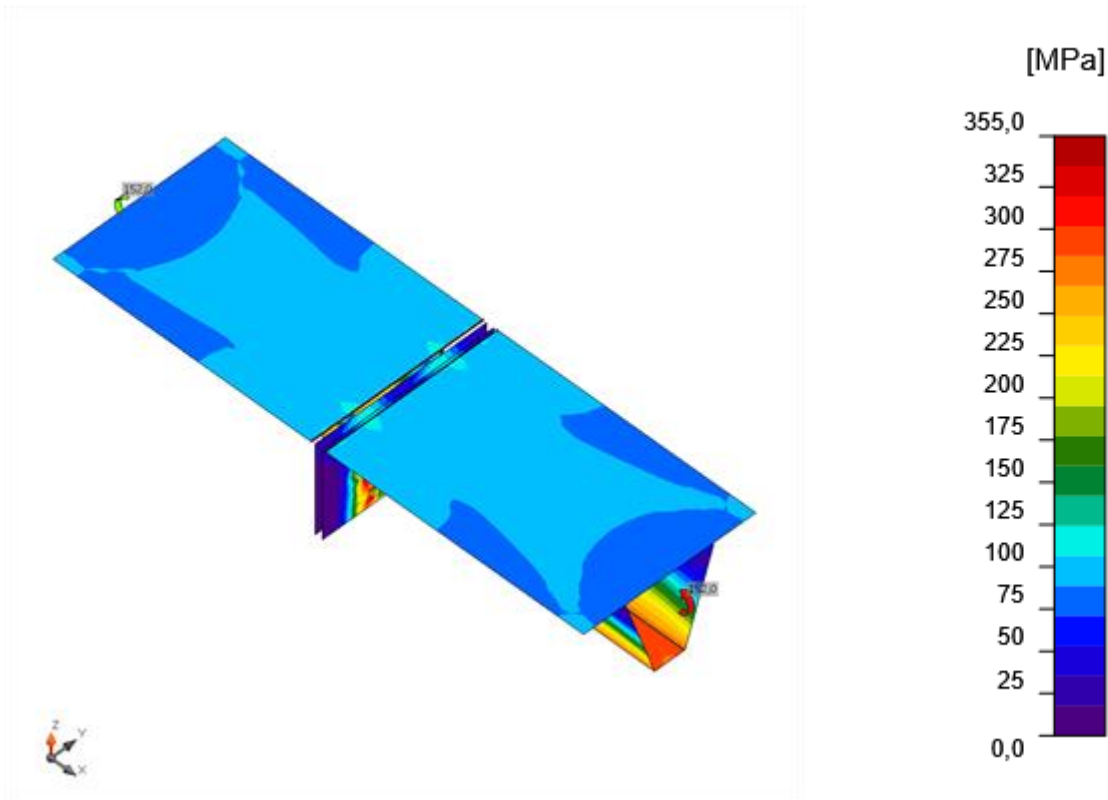


Complete controle, LE1

9



Rekcontrole, LE1



Equivalente spanning, LE1

10

Bouten

	Naam	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	$U_{t,t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t,s}$ [%]	$U_{t,ts}$ [%]	Status
	B1	LE1	17,0	0,1	8,4	376,9	0,1	6,0	Oké
	B2	LE1	17,0	0,1	8,4	376,9	0,1	6,0	Oké
	B3	LE1	100,5	0,1	49,4	588,0	0,1	35,4	Oké
	B4	LE1	100,9	0,1	49,6	588,0	0,1	35,5	Oké
	B5	LE1	164,8	0,1	81,0	588,0	0,1	58,0	Oké
	B6	LE1	164,8	0,1	81,1	588,0	0,1	58,0	Oké
	B7	LE1	175,8	0,2	86,4	587,4	0,2	61,9	Oké
	B8	LE1	175,6	0,3	86,4	527,8	0,2	61,9	Oké

Ontwerpgegevens

Naam	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M24 8.8 - 1	203,3	702,0	135,6

Gedetailleerd resultaat voor B7

Tension resistance check (EN 1993-1-8 Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_t f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 203,3 \text{ kN} \geq F_t = 175,8 \text{ kN}$$

waar:

- $k_2 = 0,90$ – Factor
 $f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$ – Uiterste treksterkte van de bout
 $A_s = 353 \text{ mm}^2$ – Trekspanningsgebied van de bout
 $\gamma_{M2} = 1,25$ – Veiligheidsfactor

Punching resistance check (EN 1993-1-8 Table 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 702,0 \text{ kN} \geq F_t = 175,8 \text{ kN}$$

waar:

- $d_m = 38 \text{ mm}$ – De kleinste gemiddelde breedte van de moer of boutkop
 $t_p = 25 \text{ mm}$ – Dikte
 $f_u = 490,0 \text{ MPa}$ – Uiterste sterkte
 $\gamma_{M2} = 1,25$ – Veiligheidsfactor

Shear resistance check (EN 1993-1-8 Table 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_v f_u A}{\gamma_{M2}} = 135,6 \text{ kN} \geq V = 0,2 \text{ kN}$$

waar:

- $\beta_p = 1,00$ – Reductiefactor
 $\alpha_v = 0,60$ – Reductiefactor
 $f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$ – Uiterste treksterkte van de bout
 $A = 353 \text{ mm}^2$ – Trekspanningsgebied van de bout
 $\gamma_{M2} = 1,25$ – Veiligheidsfactor

Bearing resistance check (EN 1993-1-8 Table 3.4)

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 587,4 \text{ kN} \geq V = 0,2 \text{ kN}$$

waar:

- $k_1 = 2,50$ – Factor voor de randafstand en de bout hoh-afstand haak op de richting van de lastoverdracht - EN 1993-1-8 - Tabel 3.4
 $\alpha_b = 1,00$ – Factor
 $f_u = 490,0 \text{ MPa}$ – Uiterste sterkte
 $d = 24 \text{ mm}$ – Nominale diameter van het verbindingsmiddel
 $t = 25 \text{ mm}$ – Dikte
 $\gamma_{M2} = 1,25$ – Veiligheidsfactor

Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 Table 3.4)

$$U_{ts} = \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{1,4 F_{v,Rd}} = 61,9 \%$$

Utilization in tension

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 86,4 \%$$

Utilization in shear

$$U_{ts} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})} = 0,2 \%$$

Verklaring symbool

$F_{t,Rd}$	Trekweerstand EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Trekkracht
$B_{p,Rd}$	Ponsweerstand
V	Resultante van de afschuifkrachten V_y , V_z in de bout.
$F_{v,Rd}$	Afschuifweerstand per afschuifvlak EN_1993-1-8 tabel 3.4
$F_{b,Rd}$	Stuikweerstand EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	U.C.-waarde onder trek
U_s	U.C.-waarde onder afschuiving
U_{ts}	U.C.-waarde onder trek en afschuiving volgens EN 1993-1-8 tabel 3.4

Lassen (Plastische herverdeling)

Onderdeel	Rand	Keel [mm]	Lengte [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{PI} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	U_t [%]	U_{tc} [%]	Status
Plaatopplaat1a	M1-w 1	▲7,0	314	LE1	426,9	0,0	320,7	25,8	160,6	98,0	60,3	Oké
Plaatopplaat1a	M1-w 2	▲7,0	314	LE1	427,0	0,1	307,7	-30,5	-168,2	98,0	60,2	Oké
Plaatopplaat1b	M2-w 1	▲7,0	314	LE1	427,5	0,4	288,0	29,4	180,1	98,2	60,5	Oké
Plaatopplaat1b	M2-w 2	▲7,0	314	LE1	427,5	0,4	296,3	-21,9	-176,6	98,2	60,8	Oké
Plaatopplaat1a	M1-tfl 1	▲7,0	100	LE1	427,4	0,3	48,7	230,4	83,7	98,1	71,8	Oké
Plaatopplaat1b	M2-tfl 1	▲7,0	100	LE1	427,3	0,3	1,5	-245,7	22,3	98,1	68,7	Oké
Plaatopplaat1a	M1-bfl 1	▲4,0	600	LE1	427,4	0,3	-211,6	-0,9	-214,4	98,1	98,1	Oké
Plaatopplaat1b	M2-bfl 1	▲4,0	600	LE1	427,4	0,3	-212,0	1,3	-214,2	98,1	98,1	Oké

Ontwerpgegevens

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Verklaring symbool

ϵ_{PI}	Rek
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalentente spanning
$\sigma_{w,Rd}$	Grenswaarde equivalentente spanning
$\sigma_{\perp}$	Loodrechte spanning
$\tau_{\parallel}$	Afschuifspanning parallel aan de las-as
$\tau_{\perp}$	Afschuifspanning loodrecht op de las-as
0.9σ	Weerstand tegen loodrechte spanning - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Correlatiefactor EN 1993-1-8 tab. 4.1
U_t	Uitnutting
U_{tc}	U.C. waarde van de lasweerstand



Gedetailleerd resultaat voor Plaatopplaat1b M2-w 1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435,6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 427,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 352,8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 288,0 \text{ MPa}$$

waar:

$$f_u = 490,0 \text{ MPa} \quad \text{– Uiterste sterkte}$$

$$\beta_w = 0,90 \quad \text{– appropriate correlation factor taken from Table 4.1}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \text{– Veiligheidsfactor}$$

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 98,2 \%$$

Knik

Knikberekening is niet uitgevoerd.

Projectonderdeel Lasverbinding trog onder dekplaat tegen zijplaat

Berekening

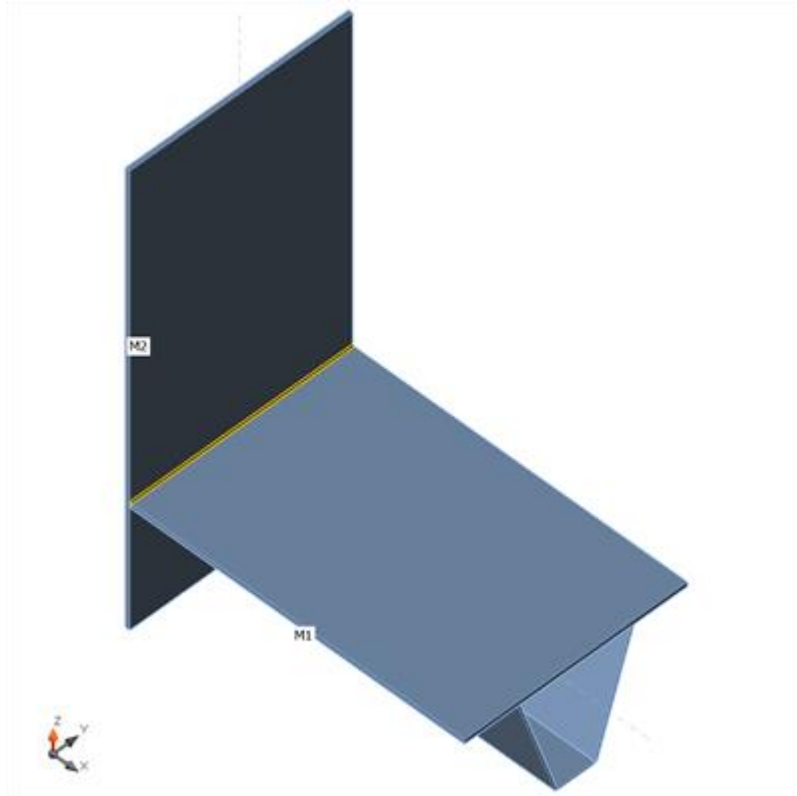
Naam Lasverbinding trog onder dekplaat tegen zijplaat

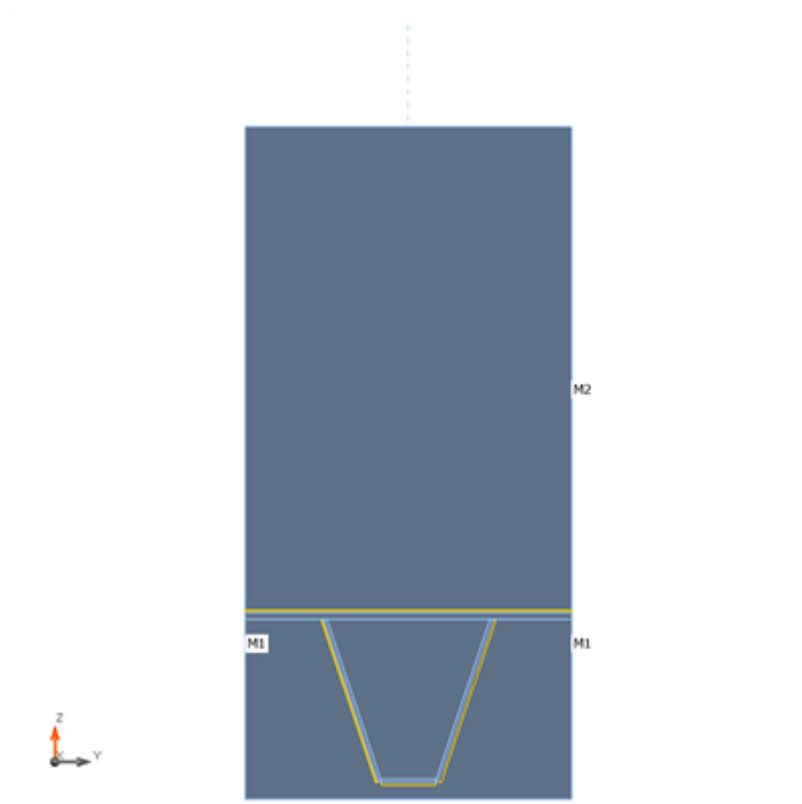
Omschrijving

Berekening Spanning, rek/ lasten in evenwicht

Liggers en kolommen

Naam	Doorsnede	β - Richting [°]	γ - Rol [°]	α - Rotatie [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Krachten in
M1	1 - BoxDelta312x(100/600)	0,0	0,0	180,0	0	0	0	Knoop
M2	2 - Plaat 12, 600	0,0	-90,0	0,0	0	0	0	Knoop





15

Doorsneden

Naam	Materiaal
1 - BoxDelta312x(100/600)	S 355
2 - Plaat 12, 600	S 355

Lasteffecten (Krachten in evenwicht)

Naam	Staaf	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M1	0,0	0,0	60,9	0,0	4,7	0,0
	M2	60,9	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0

Controle

Opsomming

Naam	Waarde	Status
Berekening	100,0%	Oké
Platen	0,0 < 5%	Oké
Lassen	98,1 < 100%	Oké
Knik	Niet berekend	

Platen

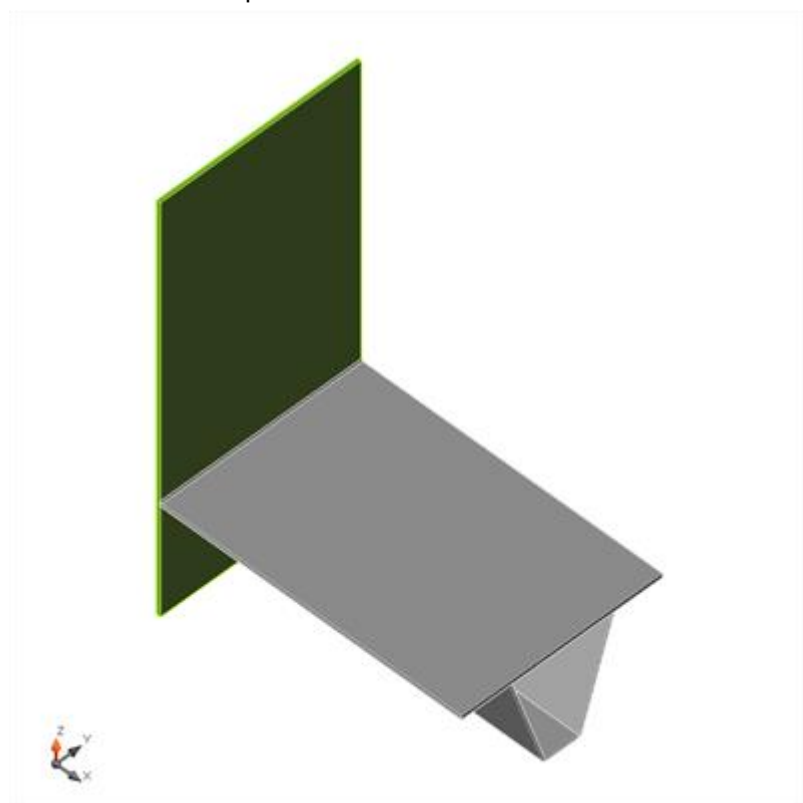
Naam	Dikte [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]	Status
M1-tfl 1	6,0	LE1	116,5	0,0	Oké
M1-bfl 1	12,0	LE1	37,9	0,0	Oké
M1-w 1	6,0	LE1	109,6	0,0	Oké
M1-w 2	6,0	LE1	109,6	0,0	Oké
M2-bfl 1	12,0	LE1	353,1	0,0	Oké

Ontwerpgegevens

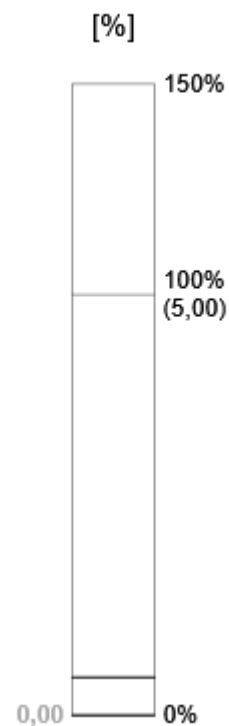
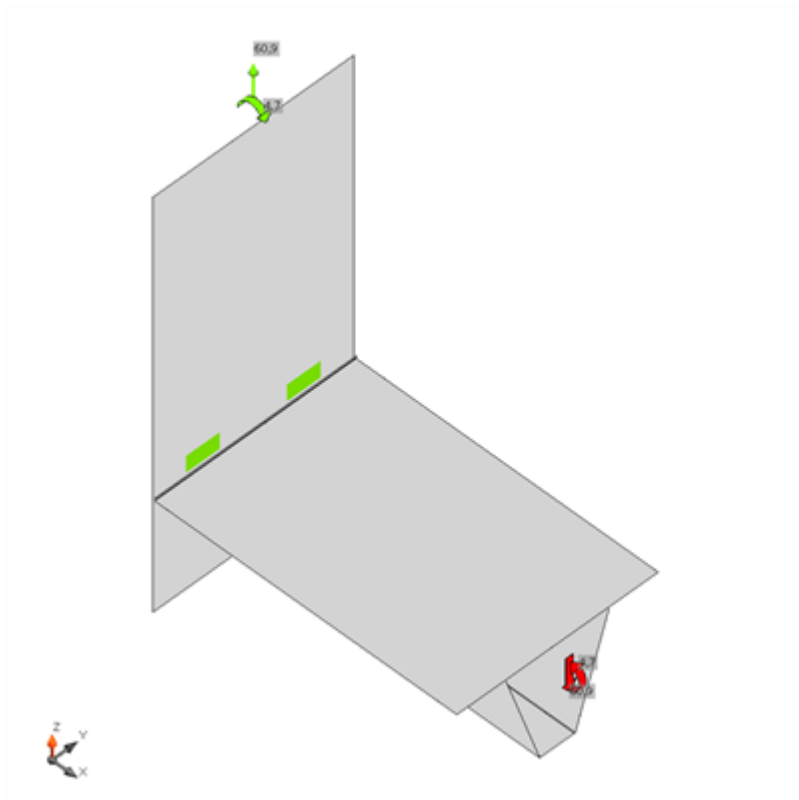
Materiaal	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [1e-4]
S 355	355,0	500,0

Verklaring symbool

ϵ_{Pl}	Rek
σ_{Ed}	Equivalentente spanning
f_y	Vloeisterkte
ϵ_{lim}	Grens van de plastische rek

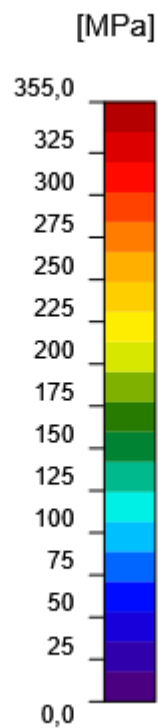
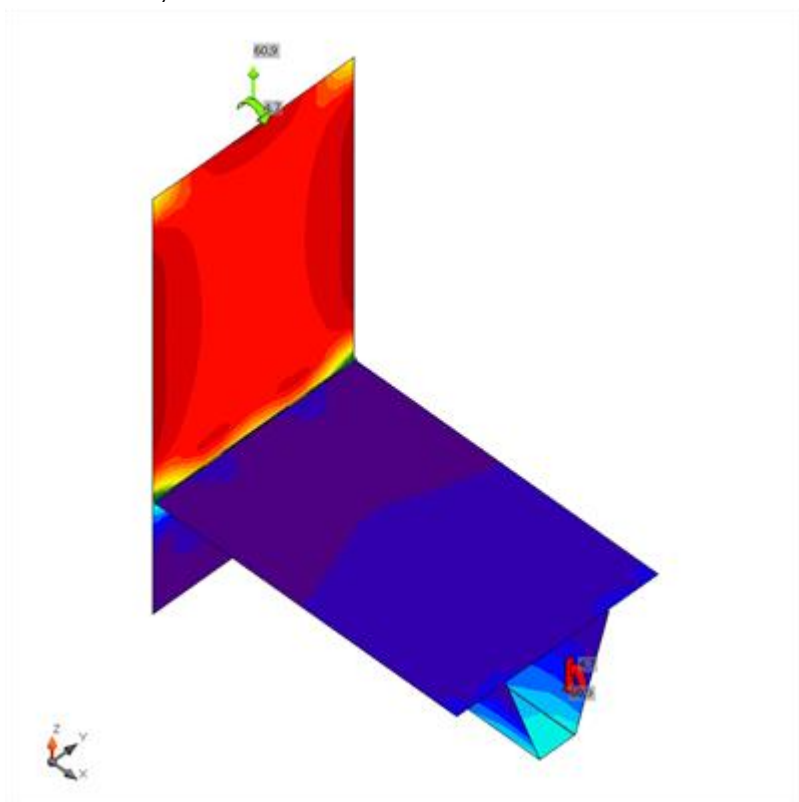


Complete controle, LE1



Rekcontrole, LE1

17



Equivalente spanning, LE1

Lassen (Plastische herverdeling)

Onderdeel	Rand	Keel [mm]	Lengte [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{PI} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
M2-bfl 1	M1-tfl 1	▲3,0	100	LE1	29,5	0,0	4,8	-13,1	10,5	6,8	6,8	Oké
M2-bfl 1	M1-bfl 1	▲3,0	600	LE1	212,4	0,0	-143,8	-29,6	85,3	48,8	25,5	Oké
M2-bfl 1	M1-w 1	▲3,0	314	LE1	427,1	0,1	184,7	-124,7	184,1	98,1	32,3	Oké
M2-bfl 1	M1-w 2	▲3,0	314	LE1	427,1	0,1	184,5	124,6	-184,2	98,1	32,3	Oké

Ontwerpgegevens

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Verklaring symbool

ϵ_{PI}	Rek
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalentente spanning
$\sigma_{w,Rd}$	Grenswaarde equivalentente spanning
$\sigma_{\perp}$	Loodrechte spanning
$\tau_{\parallel}$	Afschuifspanning parallel aan de las-as
$\tau_{\perp}$	Afschuifspanning loodrecht op de las-as
0.9σ	Weerstand tegen loodrechte spanning - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Correlatiefactor EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Uitnutting
Ut _c	U.C. waarde van de lasweerstand

Gedetailleerd resultaat voor M2-bfl 1 M1-w 1

Weld resistance check (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435,6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 427,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 352,8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 184,7 \text{ MPa}$$

waar:

$f_u = 490,0 \text{ MPa}$	– Uiterste sterkte
$\beta_w = 0,90$	– appropriate correlation factor taken from Table 4.1
$\gamma_{M2} = 1,25$	– Veiligheidsfactor

Stress utilization

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 98,1 \%$$

Knik

Knikberekening is niet uitgevoerd.



Norminstelling

Onderdeel	Waarde	Eenheid	Referentie
γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{Inst}	1,20	-	ETAG 001-C: 3.2.1
Verbindingscoëfficiënt β_j	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effectief oppervlak - coëfficiënt van max spanning	0,10	-	
Wrijvingscoëfficiënt - beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Wrijvingscoëfficiënt slipweerstand	0,30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Grenswaarde plastische rek	0,05	-	EN 1993-1-5
Lasspanning beschouwing	Plastische herverdeling		
Detailering	Nee		
Afstand tussen bouten [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Afstand tussen bouten en de rand [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Beton uitbreekweerstand	Ja		ETAG 001-C
Gebruik berekening α_b in de oplegcontrole.	Ja		EN 1993-1-8: tab 3.4
Gescheurd beton	Ja		