

Toepassingsgebied van rekensoftware

Een niet uit het oog te verliezen randvoorwaarde

$$\int_{10/2016}^{\infty} \text{StuBeCo} = \text{SWECO} \text{ } \text{✱}$$


Waarover gaat het niet

- Modelfouten (schematisering) => veiligheidsfactoren ($\mu_{KT} = 1,06$)
- Waarde van de belastingen => rekennota
- Randvoorwaarde problemen (definitie steunpunten) => gebruiker
- Academische software => tijdsbudget
- Fouten in de software => gebruikers

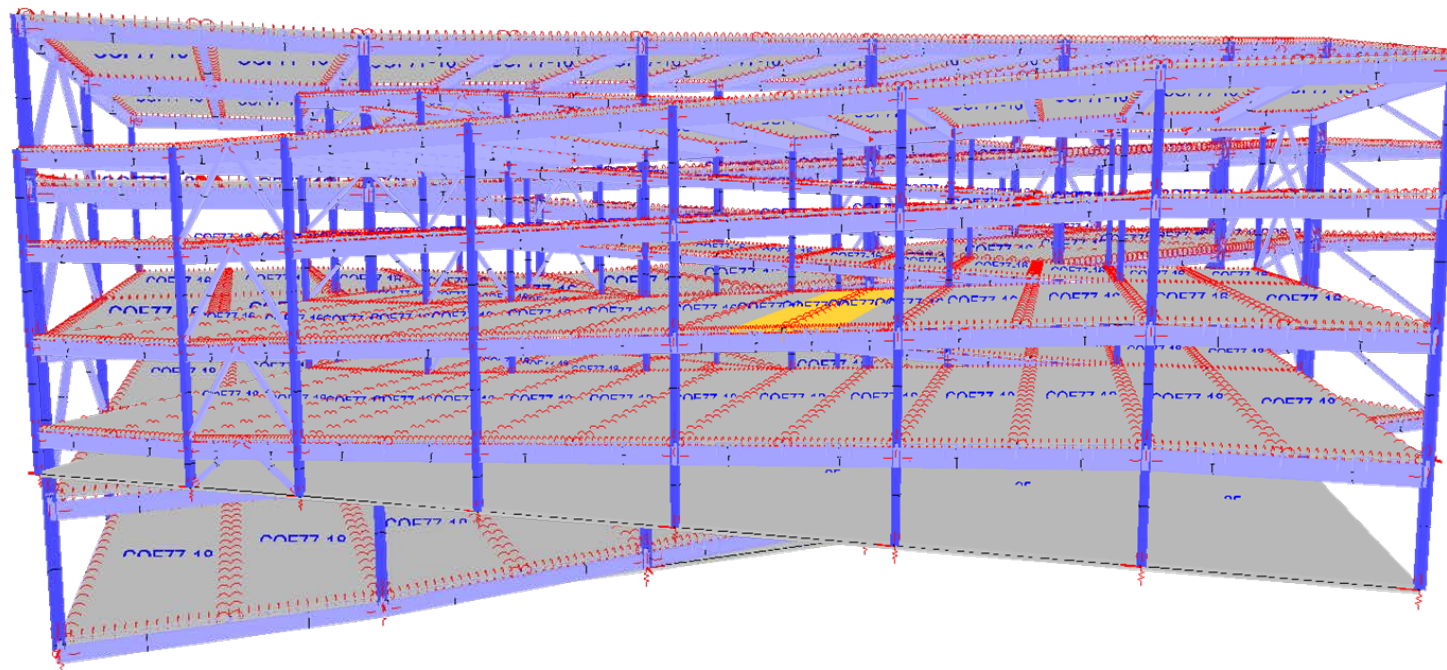
Waarover dan wel

Inherente beperkingen aan eenvoudig te gebruiken software

- Montagetstanden of historiek
- Vereenvoudiging van Euler;
 - Doorbuiging kleiner dan halve profielhoogte/plaatdikte
- Rechtljnige staven met vlakke spanningstoestand
 - Navier, Saint-Venant, Bernouilli, Hooke, Bernouilli-Navier
- 6 vrijheidsgraden;
 - Vervorming t.g.v. welving/scheeftrekken niet opgenomen
- Vermoeiing

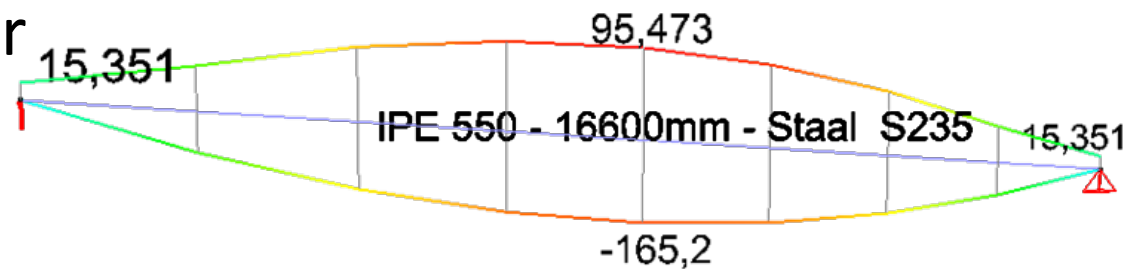
Montagetoestand of historiek

- Ingeleide spanningstoestand t.g.v. montage => tijdsafhankelijke berekening noodzakelijk met verschillende stappen
- Quasi inherent bij staal-beton toepassing => case study, parking

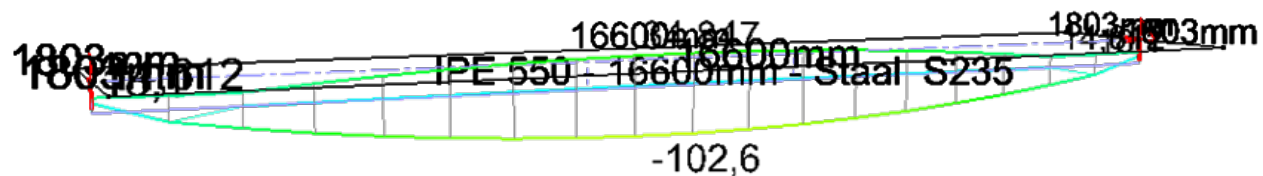


Montage-toestand of historiek

- Afstortfase vloer



- Zonder rekening te houden met ingeleide spanningen

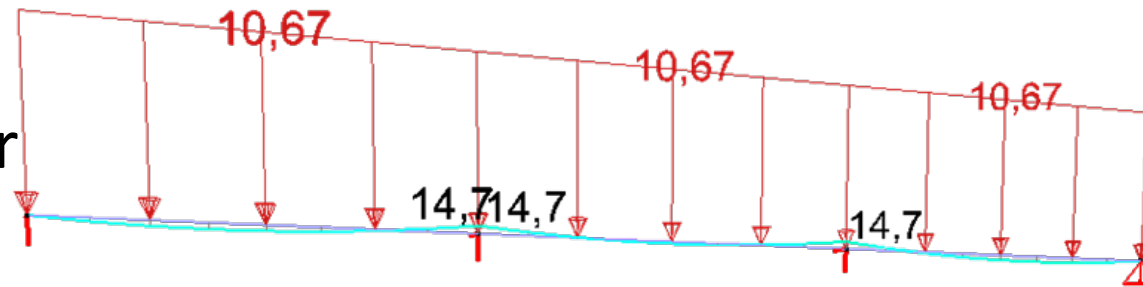


- Met gebruikslast en zonder ingeleide spanningen

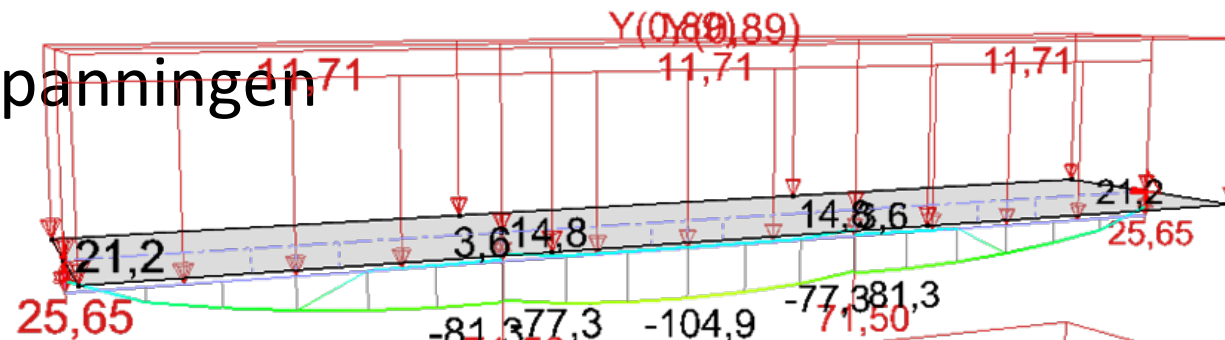


Montage-toestand of historiek

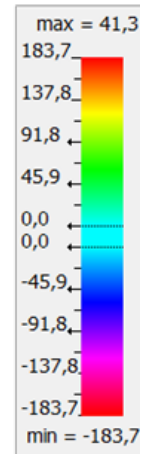
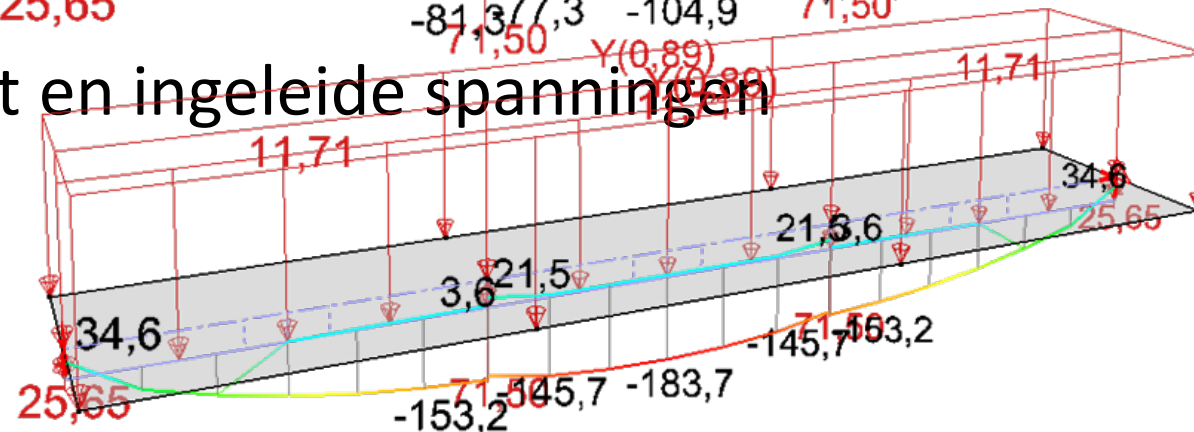
- Afstortfase vloer



- Met ingeleide spanningen

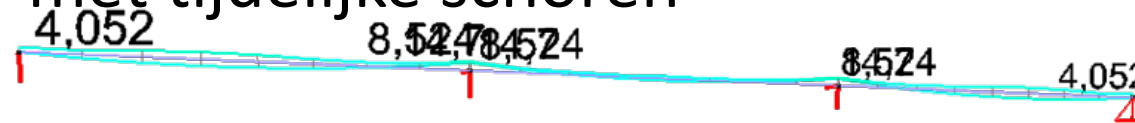


- Met gebruikslast en ingeleide spanningen

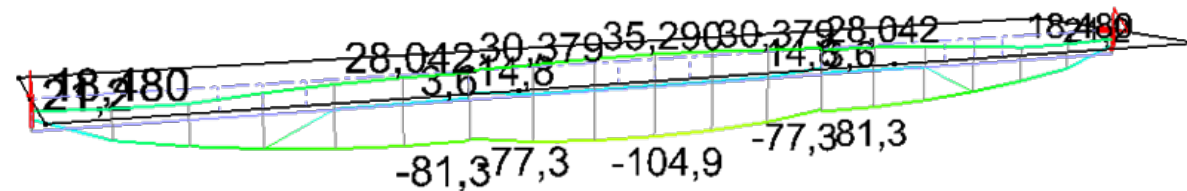


Montagetoeestand of historiek

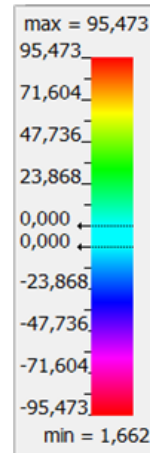
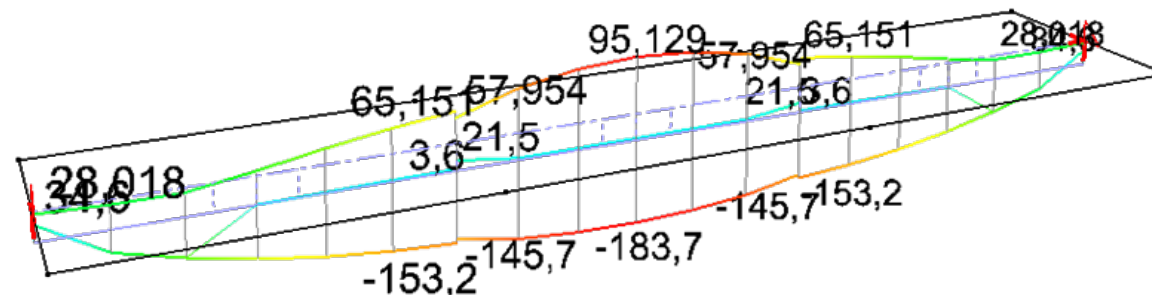
- Afstortfase vloer met tijdelijke schoren



- Met ingeleide spanningen en tijdelijke schoren



- Met gebruikslast, ingeleide spanningen en tijdelijke schoren



Waarover dan wel

Inherente beperkingen aan eenvoudig te gebruiken software

- Montagetoestanden of historiek
- Vereenvoudiging van Euler;
 - Doorbuiging kleiner dan halve profielhoogte/plaatdikte
- Rechthoekige staven met vlakke spanningstoestand
 - Navier, Saint-Venant, Bernoulli, Hooke, Bernoulli-Navier
- 6 vrijheidsgraden;
 - Vervorming t.g.v. welving/scheeftrekken niet opgenomen
- Vermoeiing

Vereenvoudiging van Euler

- Differentiaalvergelijking van de elastische lijn

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_y}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{d^2 v}{dx^2}}{\left(1 + \left(\frac{dv}{dx}\right)^2\right)^{3/2}} \text{ met } \frac{d^2 M_y}{dx^2} = p_z$$

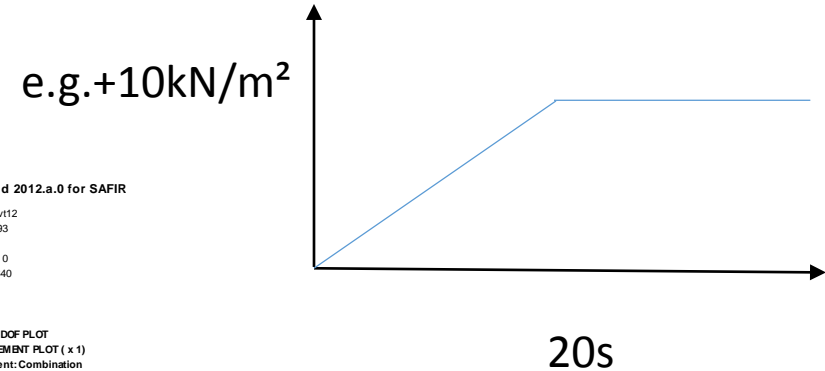
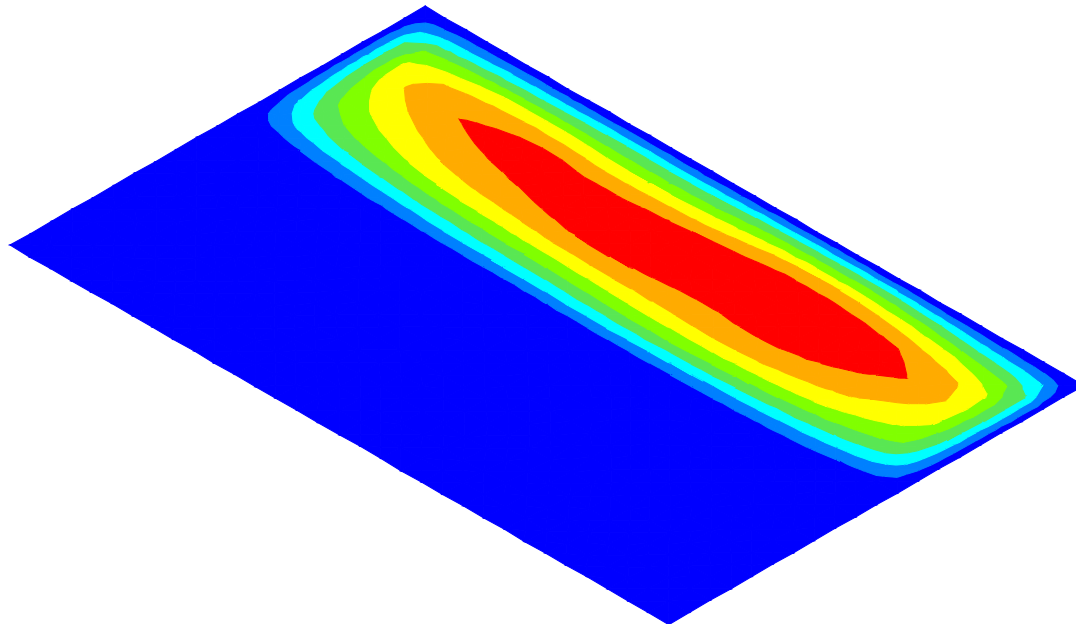
- Vereenvoudiging indien $v \ll L$ ($v < h/2$ tot maximaal h)

$$\frac{d^4 v}{dx^4} = \frac{p_z}{E \cdot I_y}$$

Vereenvoudiging van Euler

- Simulatie werkelijke belastingtest

- 5,04 m as-as
- 0,14 m dikte
- UGT = e.g. + 10kN/m²



Diamond 2012.a.0 for SAFIR

FILE: St_cv112
 NODES: 693
 BEAMS: 0
 TRUSSES: 0
 SHELLS: 640
 SOLIDS: 0

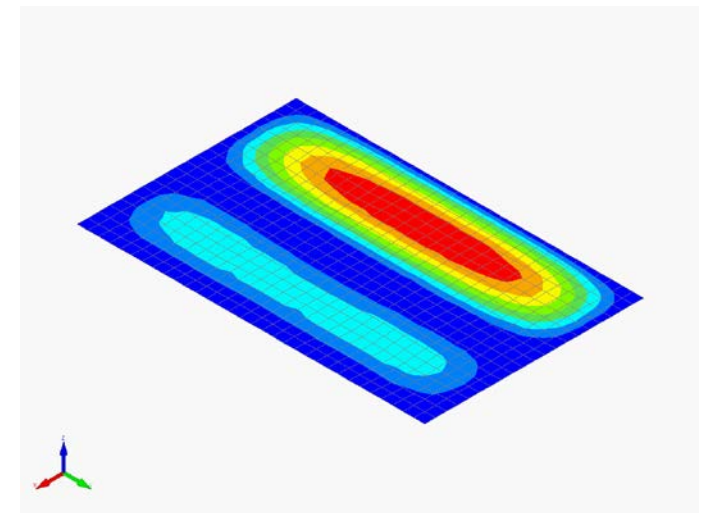
IMPOSED DOF PLOT
 DISPLACEMENT PLOT (x 1)
 Component: Combination

TIME: 19.60049 sec

0.32946
0.28828
0.24710
0.20591
0.16473
0.12355
0.08237
0.04118
0.00000

TIME: 19.60049 sec

0.32946
0.28828
0.24710
0.20591
0.16473
0.12355
0.08237
0.04118
0.00000



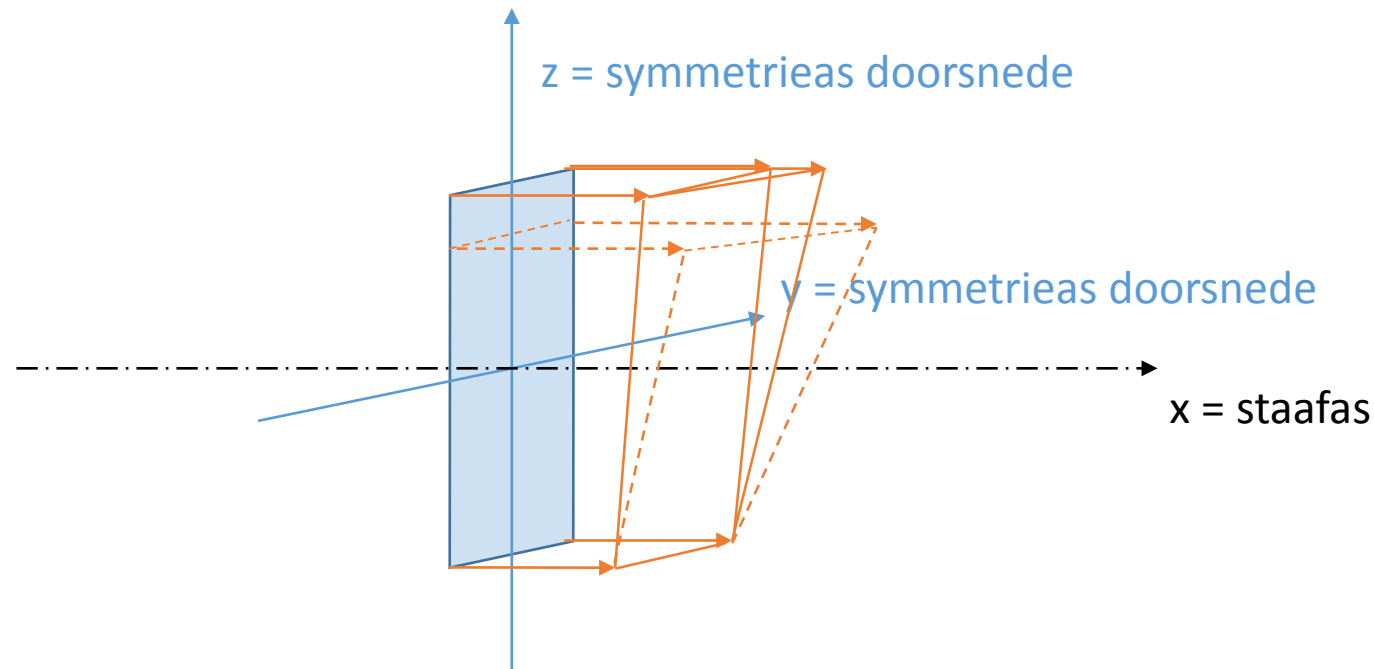
Waarover dan wel

Inherente beperkingen aan eenvoudig te gebruiken software

- Montagetoestanden of historiek
- Vereenvoudiging van Euler;
 - Doorbuiging kleiner dan halve profielhoogte/plaatdikte
- **Rechtlijnige staven met vlakke spanningstoestand**
 - Navier, Saint-Venant, Bernouilli, Hooke, Bernouilli-Navier
- 6 vrijheidsgraden;
 - Vervorming t.g.v. welving/scheeftrekken niet opgenomen
- Vermoeiing

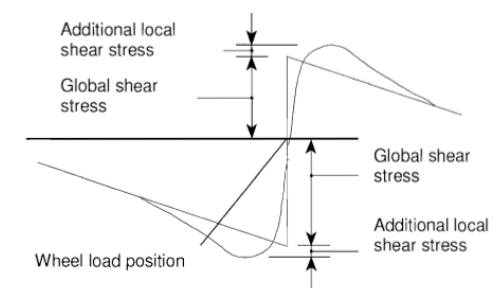
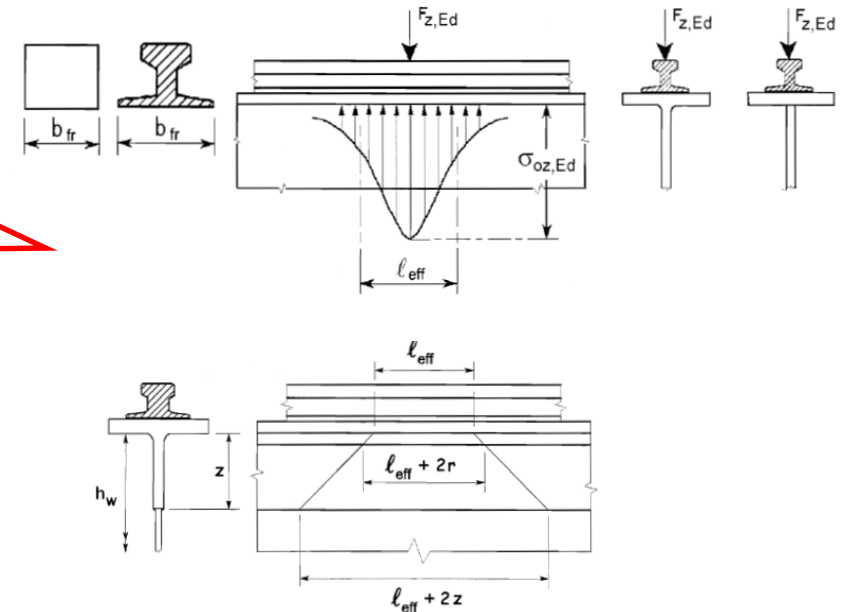
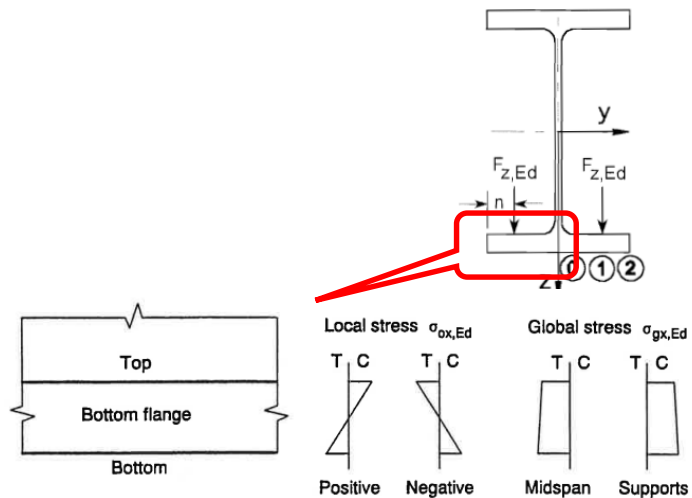
Staven met vlakke spanningstoestand

- Normalkracht en buigmoment met hoofdspansingen loodrecht op het doorsnedevlak van de staaf



Staven met vlakke spanningstoestand

- Voorbeeld monorail en/of kraanbaan



- NBN EN 1996-3 (2011)
- Samenstel van spanningen

Staven met vlakke spanningstoestand

- Voorbeeld kraanbaan 2x10 ton met rail 50x30 mm² (niet structureel)
 - HEA240 kraanbaanligger ($t_f = 12$ mm & $t_w = 7,5$ mm) met spoor 50x30 mm²
 - $I_{rf} = I_r + I_{f,eff} = 16272 + 112500 = 128772$ mm⁴
 - $I_{f,eff} = 113 \cdot 12^3 / 12 = 16272$ mm⁴
 - $b_{eff} = b_{fr} + d_r = 50 + 63 = 113$ mm
 - $b_{fr} = 50$ mm
 - $d_r = 30 + 12 + 21 = 63$ mm
 - $I_r = 50 \cdot 30^3 / 12 = 112500$ mm⁴
 - $L_{eff} = 3,25 [I_{rf} / t_w]^{\frac{1}{3}} = 84$ mm
- => Net onder flens drukspanning = $72500 / (7,5 \cdot 84) = 115$ N/mm² !

Waarover dan wel

Inherente beperkingen aan eenvoudig te gebruiken software

- Montagetstanden of historiek
- Vereenvoudiging van Euler;
 - Doorbuiging kleiner dan halve profielhoogte/plaatdikte
- Rechtljnige staven met vlakke spanningstoestand
 - Navier, Saint-Venant, Bernouilli, Hooke, Bernouilli-Navier
- 6 vrijheidsgraden;
 - Vervorming t.g.v. welving/scheeftrekken niet opgenomen
- Vermoeiing

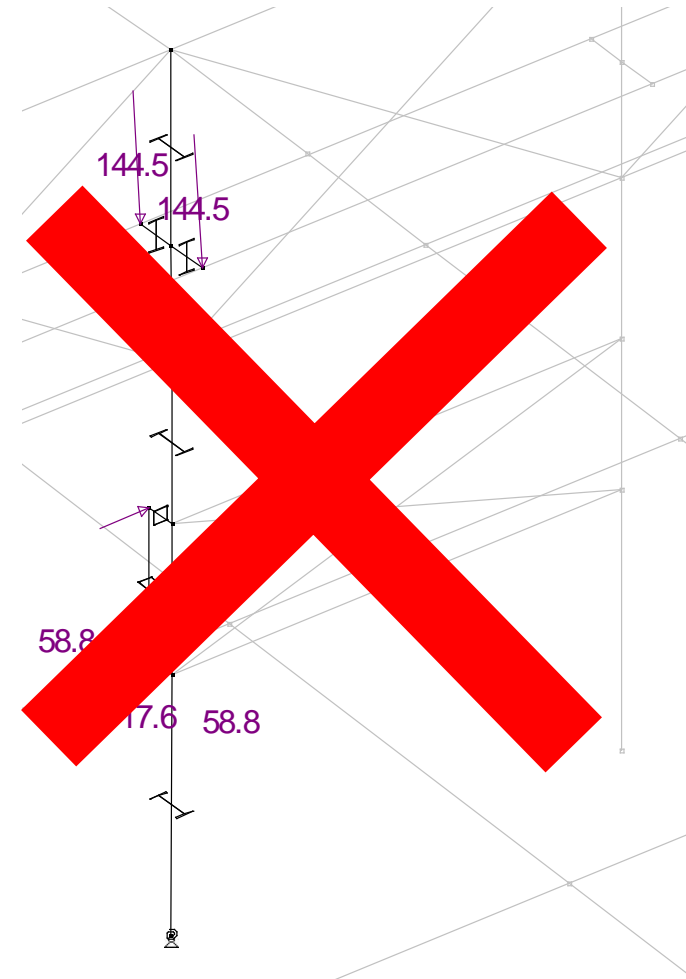
6 vrijheidsgraden

- Zwenkarmen op 1 flens bevestigd
- $d_v = 150 \text{ mm}$



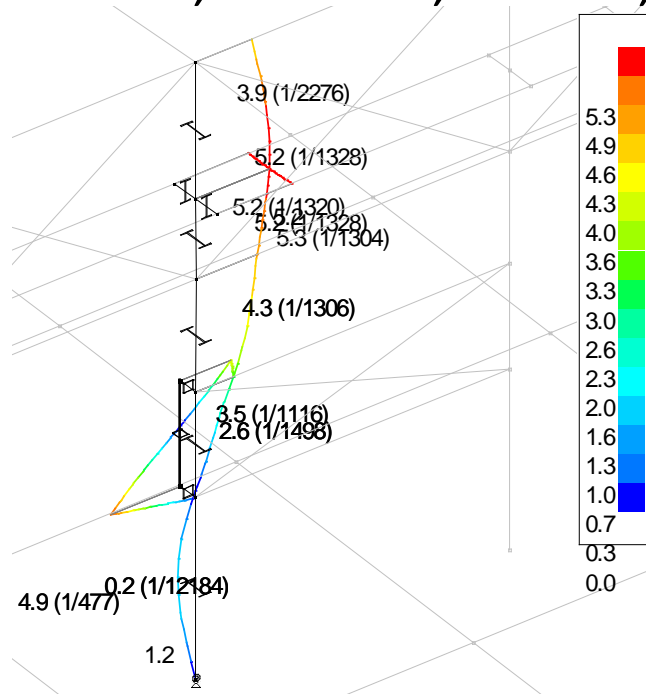
6 vrijheidsgraden

- 3 verplaatsingen
- 3 rotaties
- Naast gewone of St-Venanttorsie ook nog welving => 7^e VG nodig
- OF schijvenmodel in combinatie met spanningen uit globaal model of met imperfectie en maatgevende combinatie
- $L/250 = 28 \text{ mm} \Rightarrow (L+H)/250 = 52,4 \text{ mm}$

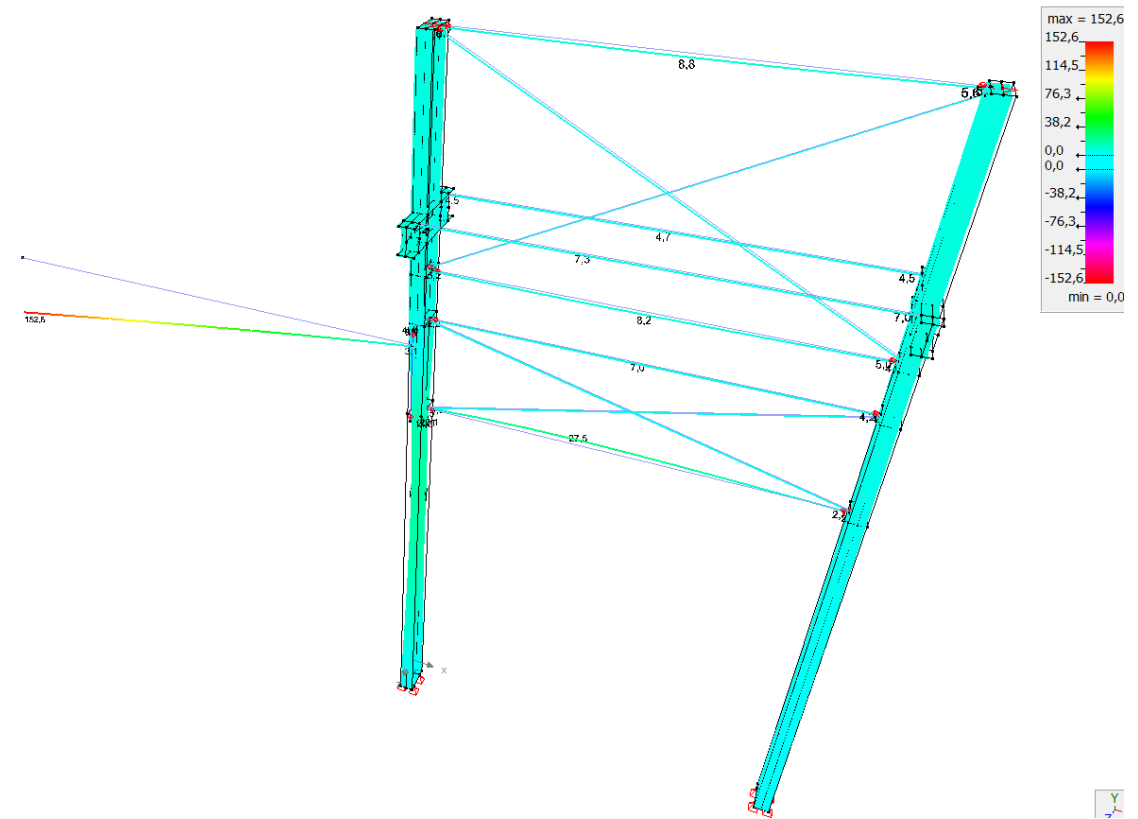


6 vrijheidsgraden

- Staaf model
 - $8,4/1600 \times 7000 = 36,8$ mm
 - Zwenkarm zelf = 28 mm
 - Som $64,8$ mm $\times 1,35 = 87,5$ mm

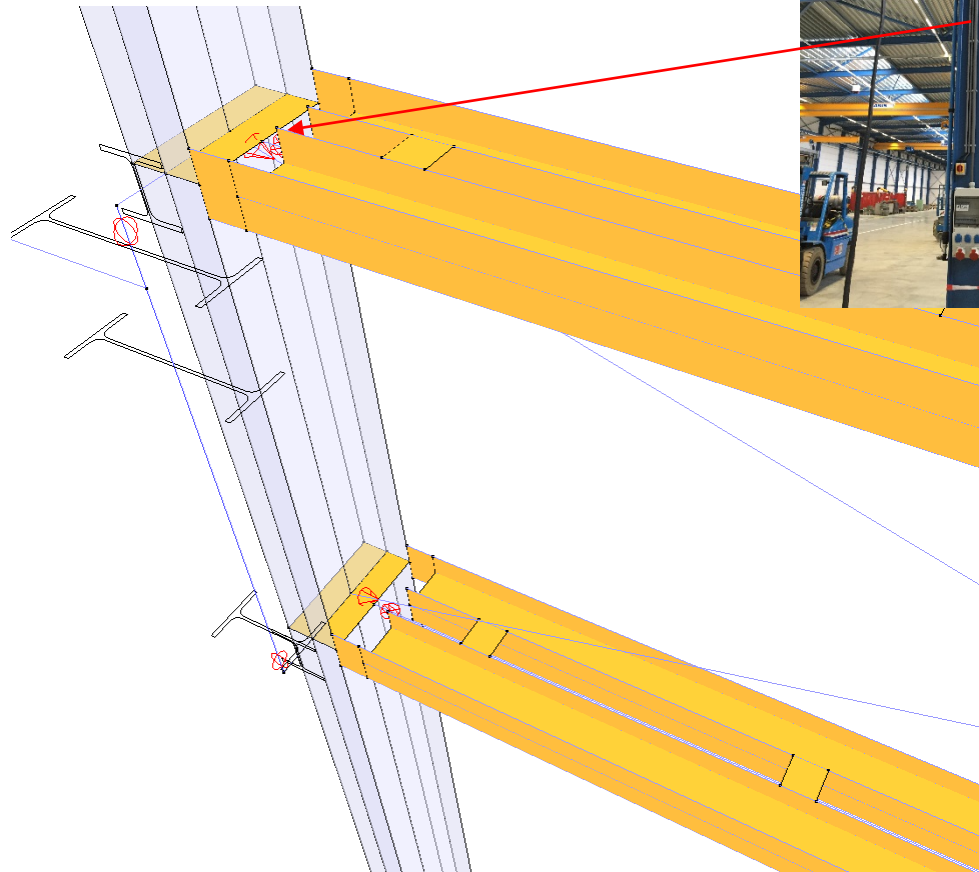


- Schijfmodel
 - Verticaal 149 mm all-in



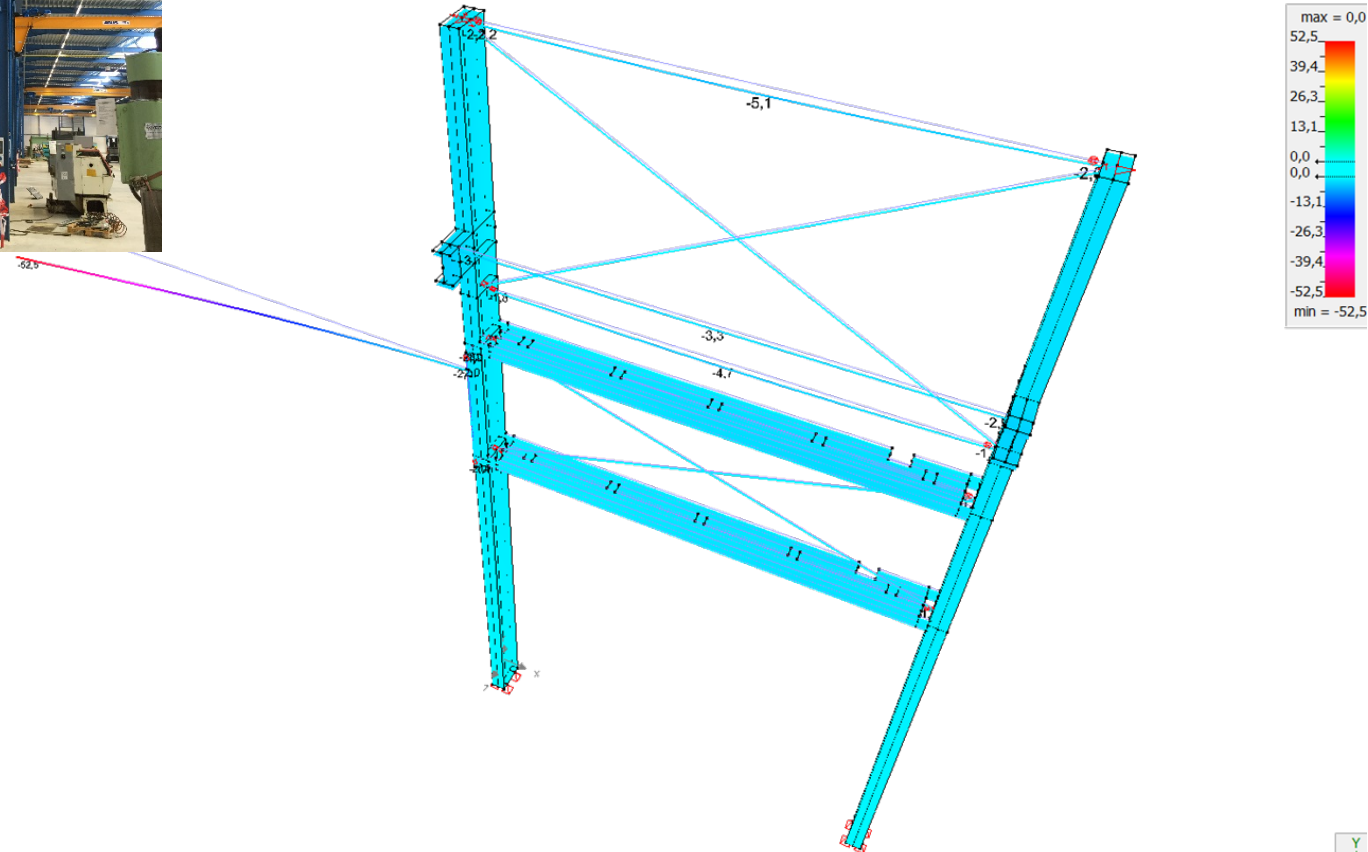
6 vrijheidsgraden

- Praktische uitwerking



Schijfmodel

- Verticaal 52,5 mm all-in



Waarover dan wel

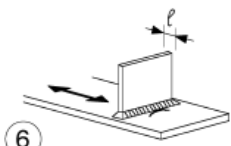
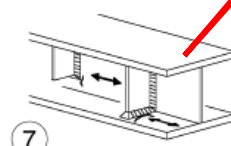
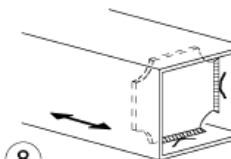
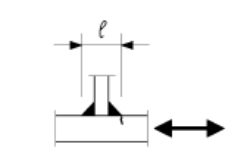
Inherente beperkingen aan eenvoudig te gebruiken software

- Montagetstanden of historiek
- Vereenvoudiging van Euler;
 - Doorbuiging kleiner dan halve profielhoogte/plaatdikte
- Rechtljnige staven met vlakke spanningstoestand
 - Navier, Saint-Venant, Bernouilli, Hooke, Bernouilli-Navier
- 6 vrijheidsgraden;
 - Vervorming t.g.v. welving/scheeftrekken niet opgenomen
- Vermoeiing

Vermoeiing

- Verstijvers
- 2x10 ton naderingafstand 5 m
- NBN EN 1993-1-9; SN-curve



Detail category		Constructional detail	Description	Requirements
80	$t \leq 50\text{mm}$	 	<p><u>Transverse attachments:</u></p> <p>6) Welded to plate.</p> <p>7) Vertical stiffeners welded to a beam or plate girder.</p>	<p><u>Details 6) and 7):</u></p> <p>Ends of welds to be carefully ground to remove any undercut that may be present.</p>
71	$50 < t \leq 80\text{mm}$	 	<p>8) Diaphragm of box girders welded to the flange or the web. May not be possible for small hollow sections.</p> <p>The values are also valid for ring stiffeners.</p>	<p>7) $\Delta\sigma$ to be calculated using principal stresses if the stiffener terminates in the web, see left side.</p>

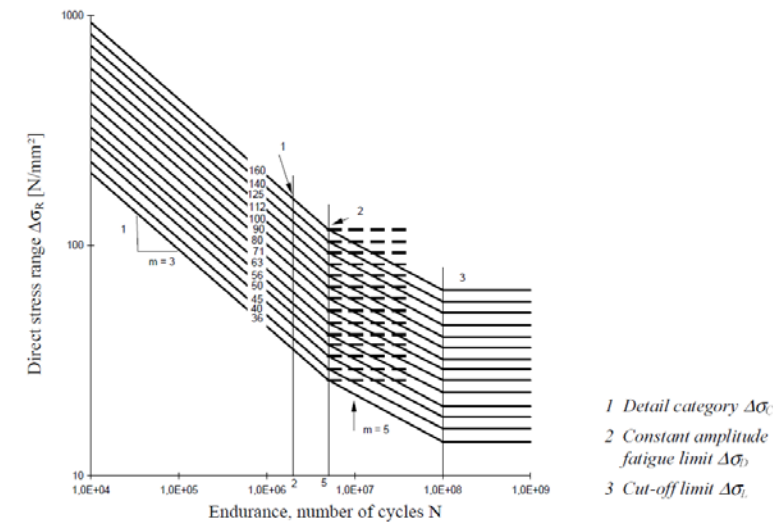


Figure 7.1: Fatigue strength curves for direct stress ranges

Vermoeiing

- $\Delta\sigma_c = 80 \text{ N/mm}^2$

- $\Delta\sigma_c = 142,53 \text{ N/mm}^2$

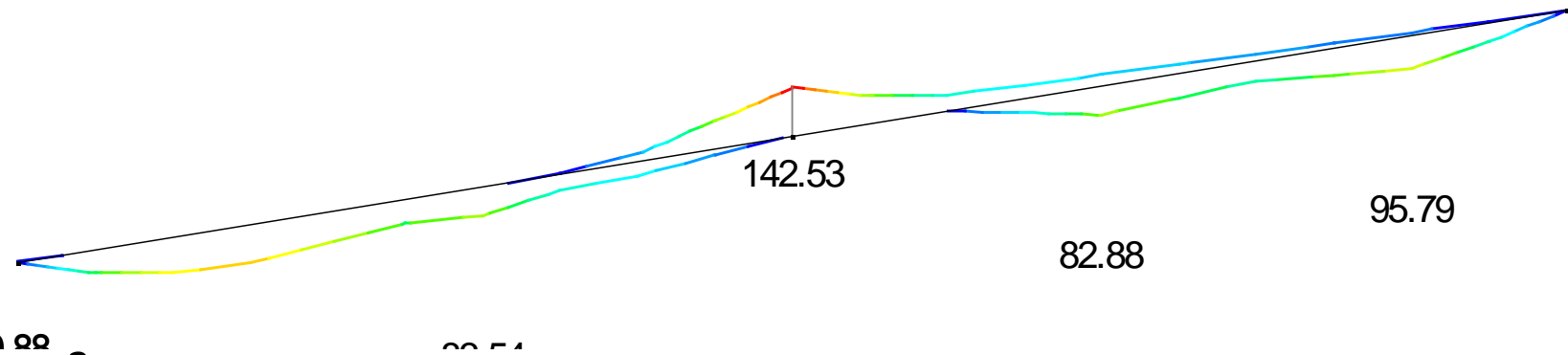
- Bekend aantal bewegingen (vollast) of spanning (elastisch)

- $20 \text{ jaar} \times 220 \text{ dagen} \times 10/\text{dag} = 44000 = 4,4 \cdot 10^4 \Rightarrow \Delta\sigma^m_R < 286 \text{ N/mm}^2$

- Onbekend aantal bewegingen; $\Delta\sigma_D = 0,737 \cdot 80 = 59 \text{ N/mm}^2$

- $\Delta\sigma^m_R = 142,53 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow 3,54 \cdot 10^5 \text{ of max } 161/\text{dag}$

- Opletten met verhoging hefvermogen ($\text{max } 286/143 = \times 2$)



Q&A ?

