Bezwijkanalyse kokerbrug met 3D schalenmodel (2)

Project in opdracht van RWS

Chantal Frissen
TNO DIANA B.V.

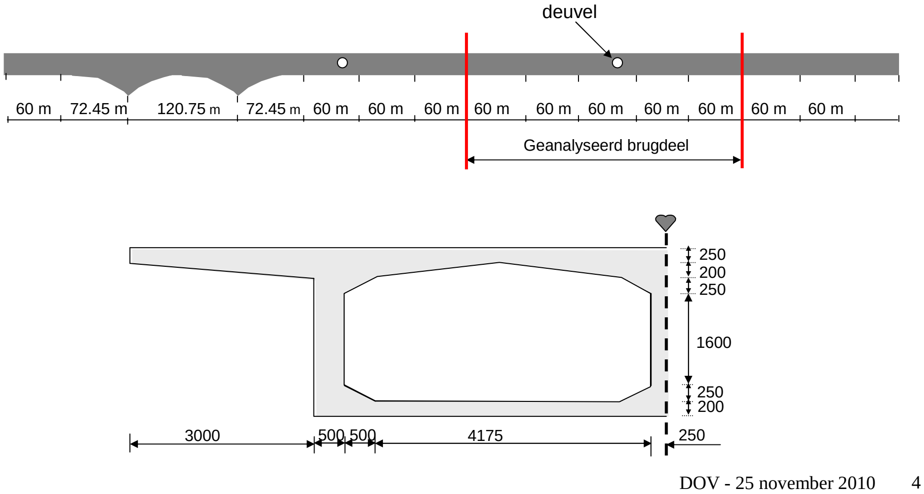
Inhoud presentatie

- Introductie
- Geometrie
- Elementenverdeling
- Materiaal eigenschappen
- Resultaten
- Conclusies

Waarom nieuwe analyse schalenmodel?

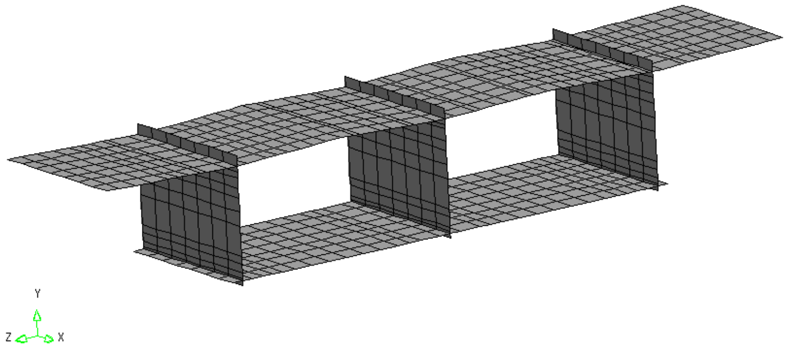
- Uit recent onderzoek met 3D volume model (afstudeerwerk Niels Kostense) bleek dat het gedrag van de oplegblokken grote invloed heeft op de resultaten.
- Na de analyse met het schalenmodel in 2008 zijn materiaalmonsters uit de brug beproefd in het laboratorium.

Geometrie kokerbrug

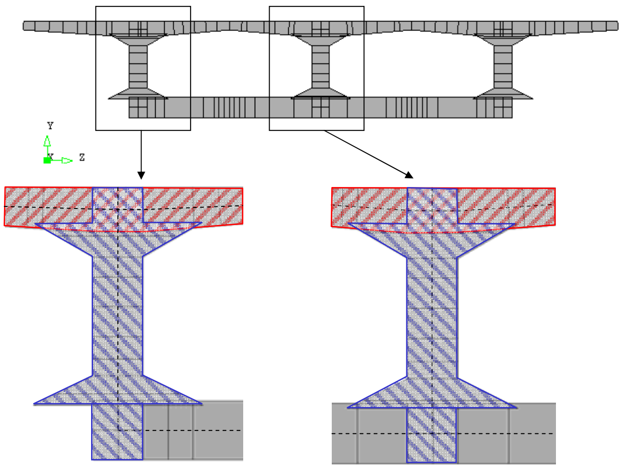


3D Schalenmodel

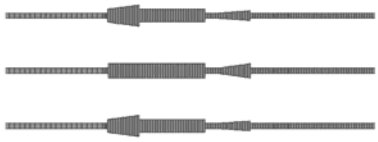
- Bestaand model uit 2008



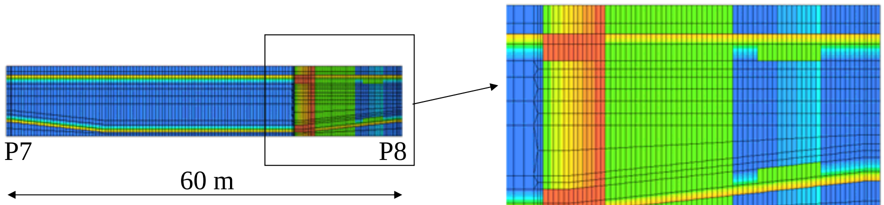
Diktes schaalelementen



Verlopende diktes balken



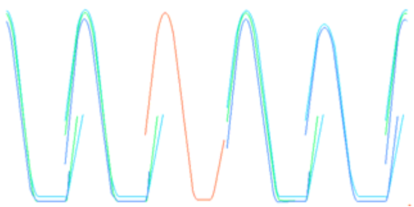
Bovenaanzicht (alleen de 3 ‘balken’)



Zijaanzicht balk

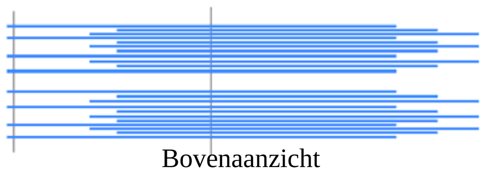
Voorspanning in langsrichting

- 43 kabels in de lijven



Zijaanzicht

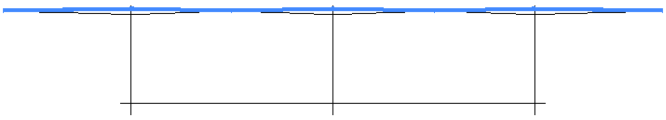
- 22 kabels in bovenflens bij pijler 10



Bovenaanzicht

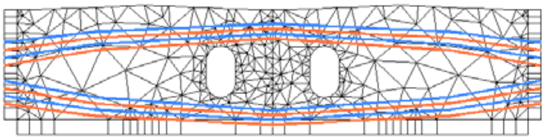
Voorspaning in dwarsrichting

- Bovenflens



Vooraanzicht

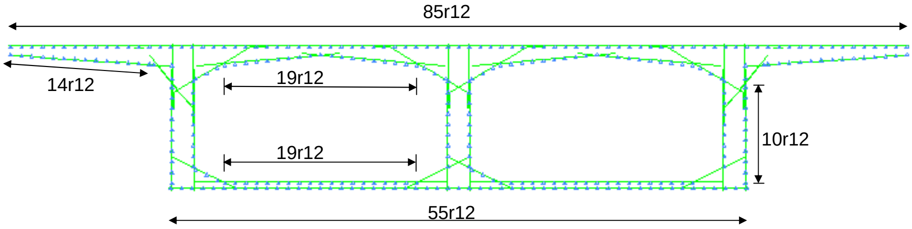
- Pijlers



Vooraanzicht

Betonstaal

- In langs- en dwarsrichting



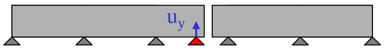
- Begin/eind voorspankabels lijven
- Ter plaatse van deuvel en pijlers

Gefaseerde niet-lineaire analyse

Fasering vanwege bouwwijze kokerbrug

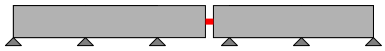
Bouwfase 1:

1. eigen gewicht + voorspanning + uy tijdelijke ondersteuning



Bouwfase 2

1. Eigen gewicht + voorspanning +deuvel
2. + rustende belasting
3. + asfaltbelasting
4. + 5 rijstroken Qmobiele belasting Eurocode
5. + Pmobiel Eurocode
6. + Qmobiel stapsgewijs verhogen tot bezwijken



Niet-lineaire materiaalgedrag

Kokerligger, beton (B55)
Elasticiteitsmodulus: E = 33077 N/mm²
Dwarsconstractie: ν = 0.15
Volumieke massa: $\gamma = 25.0 \cdot 10^{-6}$ N/mm³
(inclusief wapening)
"Total-Strain-Rotated-Crack"- model
Treksterkte: **f_{bm} = 3.18 N/mm²**
(in 2008: f_{bm} = 2.74 N/mm²)
Lineaire softening
Druksterkte: **f'_b = 42.75 N/mm²**
(in 2008: f'_b = 20.0 N/mm²)
Ideaal plastisch

Oplegblokken
Niet-lineaire gedrag: **Alleen druk**
(in 2008: Lineair elastisch)

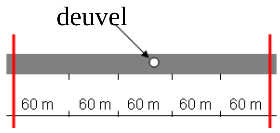
Staal
Elasticiteitsmodulus: E = 200000 N/mm²
Dwarsconstractie: ν = 0.3
Volumieke massa: $\gamma = 76.5 \cdot 10^{-6}$ N/mm³

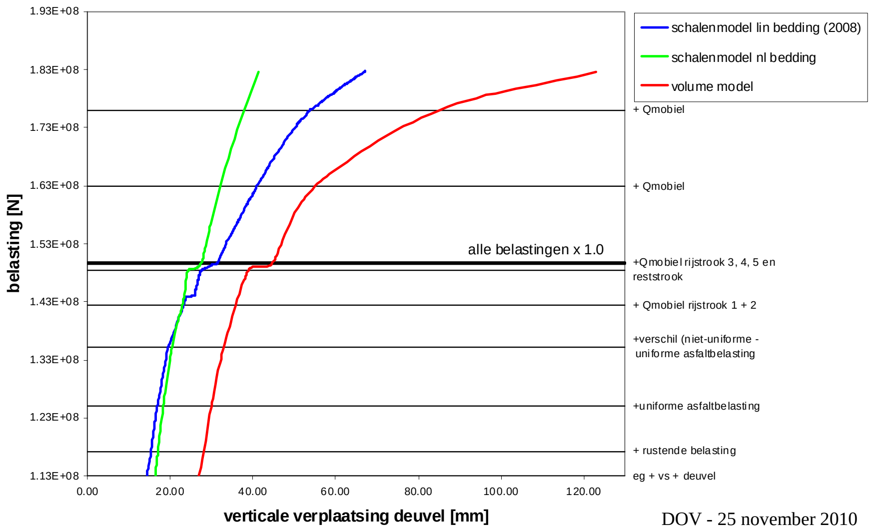
Voorspanstaal (FeP 1860)
Vloeispanning: **f_{pu} = 1367 N/mm²**
(in 2008: f_{pu} = 1674 N/mm²)
Ideaal plastisch volgens Von Mises met 'hardening':
fy1 = 1367 N/mm²
e1 = 0.0
fy2 = 1519 N/mm²
e2 = 0.035

Voorspanstaal (FeP 835/1030)
Vloeispanning: **f_{pu} = 682 N/mm²**
(in 2008: f_{pu} = 758 N/mm²)
Ideaal plastisch volgens Von Mises met 'hardening':

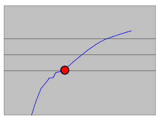
Betonstaal (FeB 500)
Vloeispanning: **fy = 333 N/mm²**
(in 2008: fy = 400 N/mm²)
Ideaal plastisch volgens Von Mises

Last-verplaatsing diagram

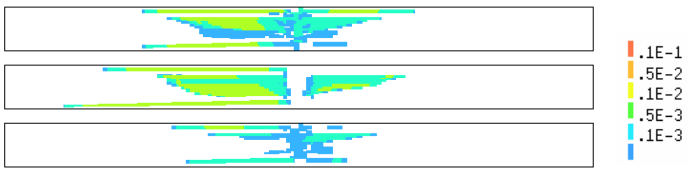




1.0 x alle belastingen



2008

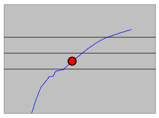


Max scheurrek = 0.462 · 10^{-2}, Scheurwijdte = 1.2 mm

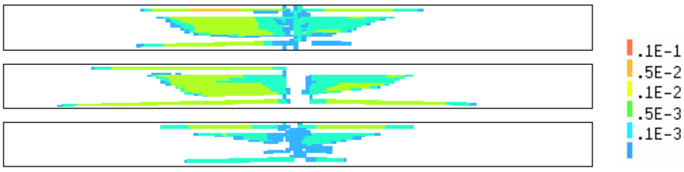
2010

Max scheurrek = 0.297 · 10^{-3}, Scheurwijdte = 0.07 mm

1.5 x Qmobiele belasting



2008

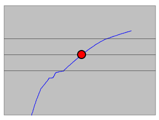


Max scheurrek = $0.593 \cdot 10^{-2}$, Scheurwijdte = 1.5 mm

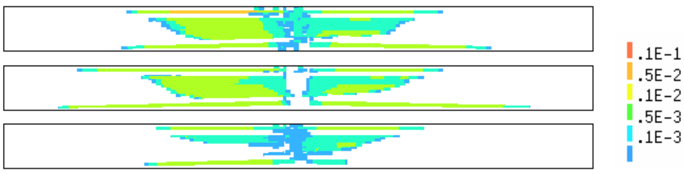
2010

Max scheurrek = $0.413 \cdot 10^{-3}$, Scheurwijdte = 0.10 mm

2.0 x Qmobiele belasting

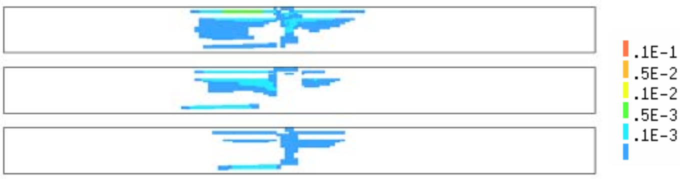


2008



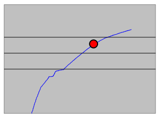
Max scheurrek = $0.748 \cdot 10^{-2}$, Scheurwijdte = 1.9 mm

2010

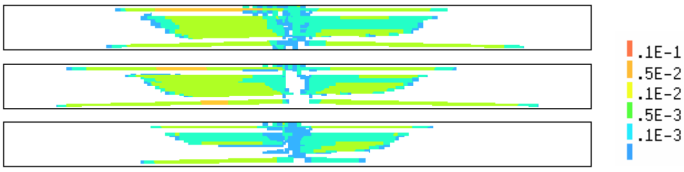


Max scheurrek = $0.643 \cdot 10^{-3}$, Scheurwijdte = 0.16 mm

2.5 x Qmobiele belasting

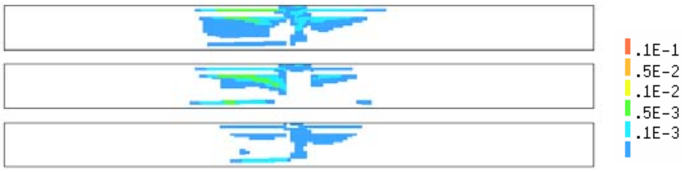


2008



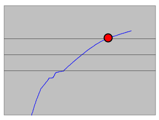
Max scheurrek = 0.955 · 10^{-2}, Scheurwijdte = 2.4 mm

2010

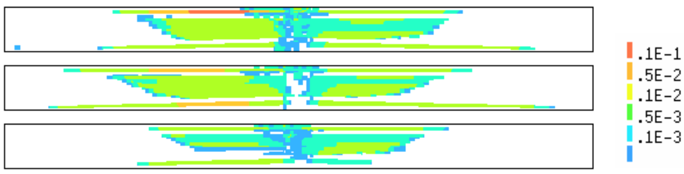


Max scheurrek = 0.952 · 10^{-3}, Scheurwijdte = 0.24 mm

3.0 x Qmobiele belasting

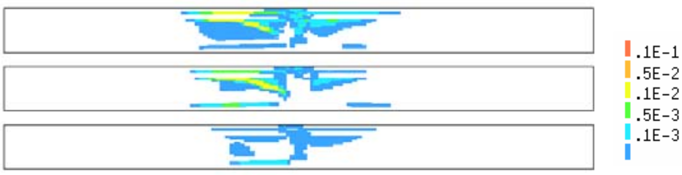


2008

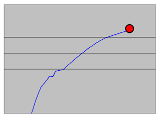


Max scheurrek = 1.160 · 10^{-2}, Scheurwijdte = 2.9 mm

2010

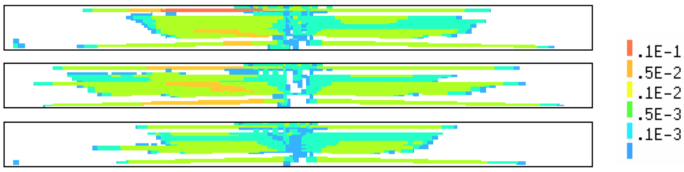


Max scheurrek = 0.480 · 10^{-2}, Scheurwijdte = 1.20 mm



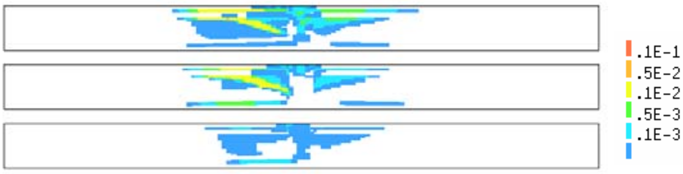
3.5 x Qmobiele belasting

2008



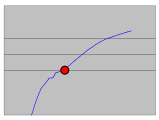
Max scheurrek = 1.580 · 10^{-2}, Scheurwijdte = 4.0 mm

2010

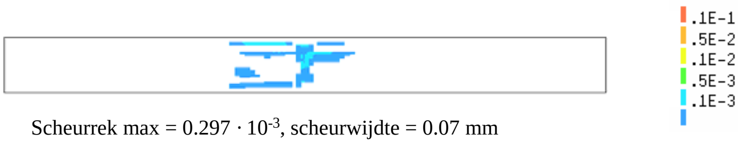


Max scheurrek = 0.505 · 10^{-2}, Scheurwijdte = 1.26 mm

DOV - 25 november 2010 19



1.0 x alle belastingen



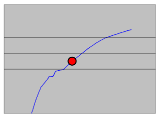
Scheurrek max = 0.297 · 10^{-3}, scheurwijdte = 0.07 mm

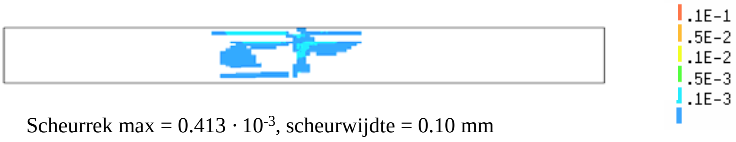
Minimale hoofdrekken (druk) beton min = -0.97‰

Totale rekken ε_{YY} in wapening grid Y, min = -0.07%, max = 0.04%

DOV - 25 november 2010 20

1.5 x Qmobiel



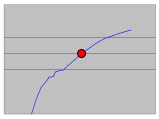


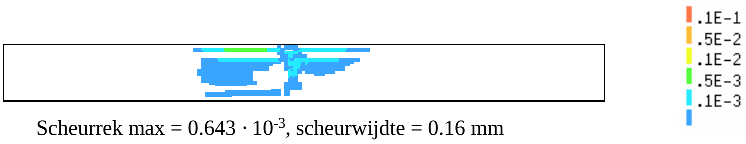
Scheurrek max = $0.413 \cdot 10^{-3}$, scheurwijdte = 0.10 mm

Minimale hoofdrekken (druk) beton min = -1.01‰

Totale rekken ε_{YY} in wapening grid Y, min = -0.07%, max = 0.04%

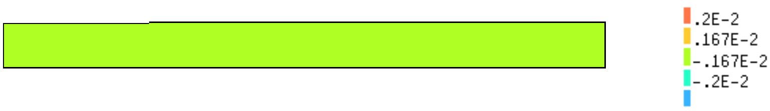
2.0 x Qmobiel





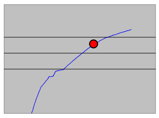
Scheurrek max = $0.643 \cdot 10^{-3}$, scheurwijdte = 0.16 mm

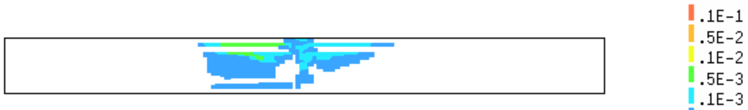
Minimale hoofdrekken (druk) beton min = -1.08‰



Totale rekken ε_{YY} in wapening grid Y, min = -0.08%, max = 0.05%

2.5 x Qmobiel



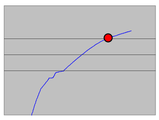


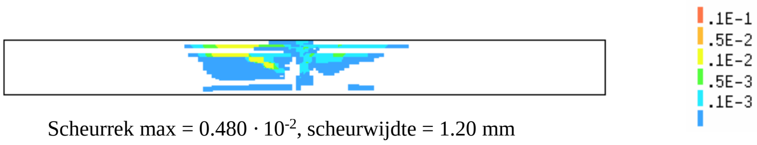
Scheurrek max = 0.952 · 10^{-3}, scheurwijdte = 0.24 mm

Minimale hoofdrekken (druk) beton min = -1.16‰

Totale rekken ε_{YY} in wapening grid Y, min = -0.08%, max = 0.06%

3.0 x Qmobiel



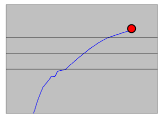


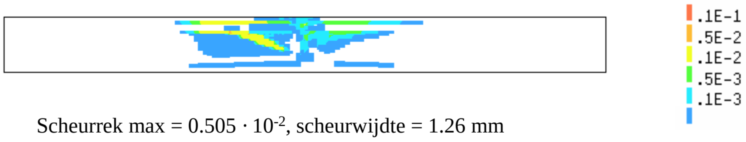
Scheurrek max = 0.480 · 10^{-2}, scheurwijdte = 1.20 mm

Minimale hoofdrekken (druk) beton min = -1.26‰

Totale rekken ε_{YY} in wapening grid Y, min = -0.08%, max = 0.31%

3.5 x Qmobiel





Scheurrek max = 0.505 · 10^{-2}, scheurwijdte = 1.26 mm

Minimale hoofdrekken (druk) beton min = -1.40‰

Totale rekken ε_{YY} in wapening grid Y, min = -0.08%, max = 0.37%

Conclusies

- Door verbeteringen in DIANA en door de hogere trek- en druksterkte duurt de analyse nu ongeveer 6 dagen (in 2008 ongeveer 3 weken)
- De hogere treksterkte zorgt voor een stijver gedrag van de constructie. De maximale verticale verplaatsing wordt gereduceerd met 39%.
- Het niet-lineair gedrag van de oplegblokken heeft bij deze modellering van het schalenmodel weinig effect op de verticale verplaatsingen ter hoogte van de deuvel.
- Er treedt geen plasticiteit op in de voorspankabels
- Het rekenmodel van de constructie kan 3.5 x Qmobiel Eurocode belasting dragen:
  - Max doorbuiging = 44.6 mm
  - scheurwijdte = 1.26 mm,
  - min drukrek. = -1.4‰ in de balken en -3.44% in de onderflens bij de oplegging.
  - max voorspanning = 1110 N/mm^2,