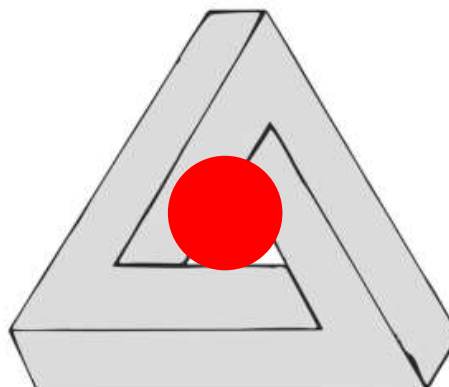


Jong beton in de praktijk

Bas Albers
BAM Infraconsult



Stufib



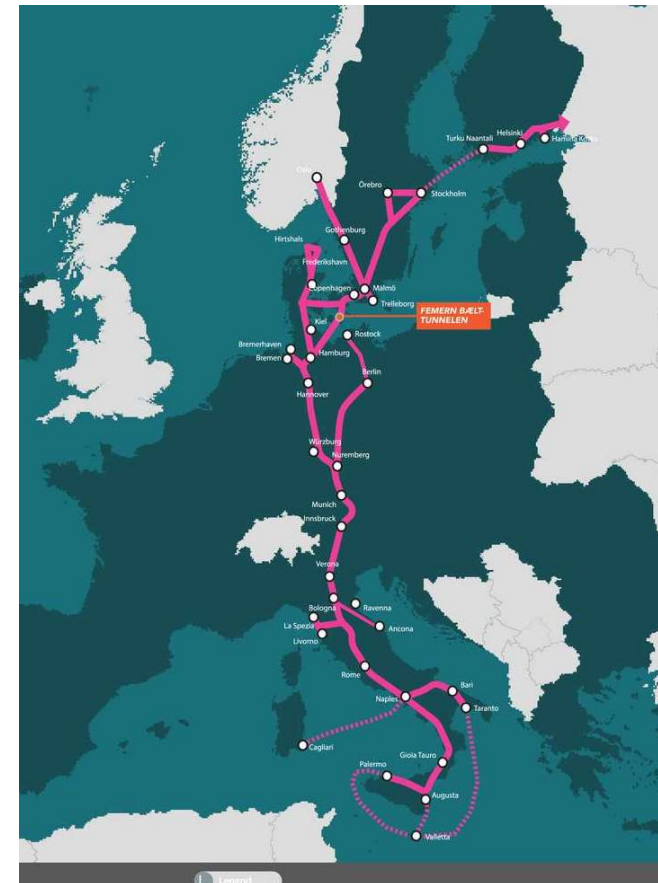
Wie ben ik

- Civiel ontwerpleider
 - BAM Infraconsult
 - Werkzaam sinds 2012
 - TU Delft, MSc Civil Engineering, Structural design
-
- Seaforth container terminal
 - Zeesluis IJmuiden
 - Victory Boogie Woogietunnel
 - Fehmarnbelt Fixed Link



Huidige rol en project

- Fehmarnbelt Fixed Link
- Aannemer: Femern Link Contractors FLC (joint venture of Aarsleff, Max Bögl, BAM, Wayss&Freytag, Vinci, Deme)
- Opdrachtgever: Femern A/S
- 19 km tunnel
- 89 afzinkelementen van 219m
- Toeritten aan de Duitse en Deense zijde
- 40 meter onder de zeespiegel





Huidige rol en project

- Verhardingsbeheersing betonconstructies
- Voorkomen en/of beheersen van scheurvorming tijdens het uitharden
 - Toerit Deense zijde
 - Toerit Duitse zijde
 - Standard afzinkelementen
 - Speciale afzinkelementen
 - Kunstwerken aansluitende wegen en sporen



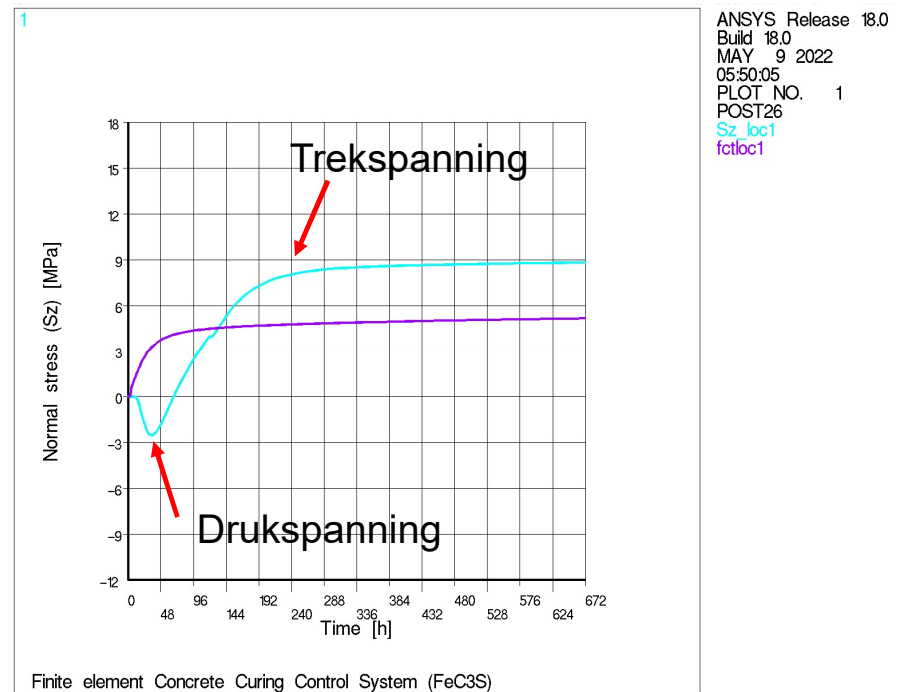
Verhardingsbeheersing

- Waarom is verhardingsbeheersing vereist?

$$\sigma_{ct} < 0,7 * f_{ctm}$$



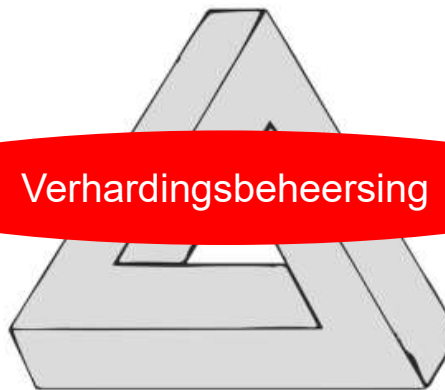
kans op scheurvorming gering



Betondriehoek



- Ontwerp
 - Geometrie
 - Belastingen
 - Sterkteklasse beton
 - Milieuklasse

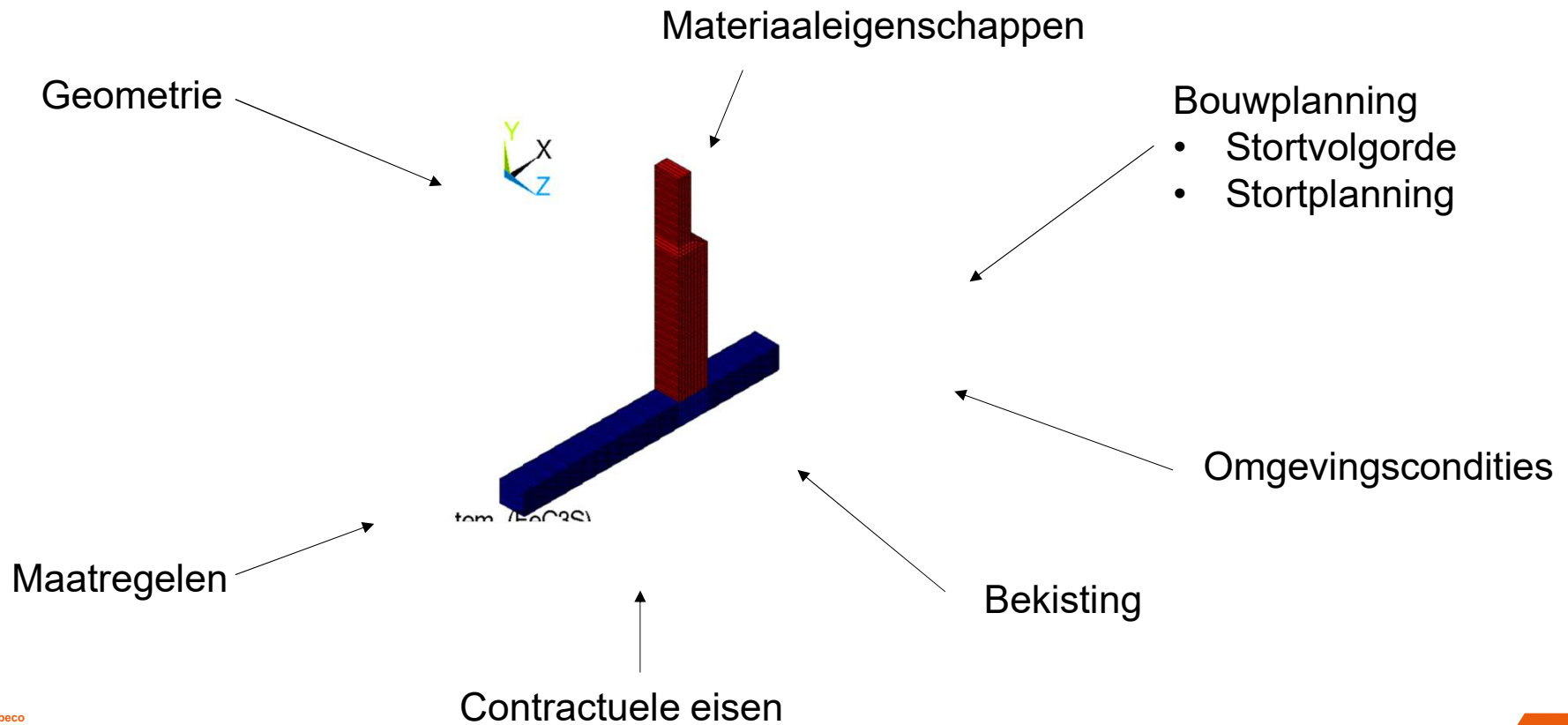


Verhardingsbeheersing

- Betontechnologie
 - Betoneigenschappen
 - Warmteontwikkeling
 - Treksterkte
 - E-modulus
 - Relaxatie
 - Autogene krimp
 - Temperatuur van de betonmix

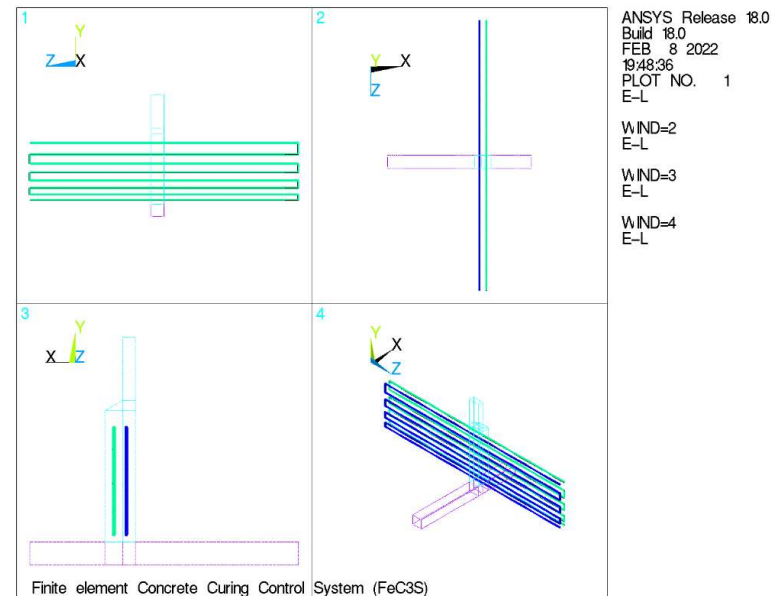
- Uitvoering
 - Bouwplanning
 - Luchttemperatuur
 - Windsnelheid
 - Bekisting
 - Stortsnelheid
 - Vijzelontwerp

Verhardingsbeheersing



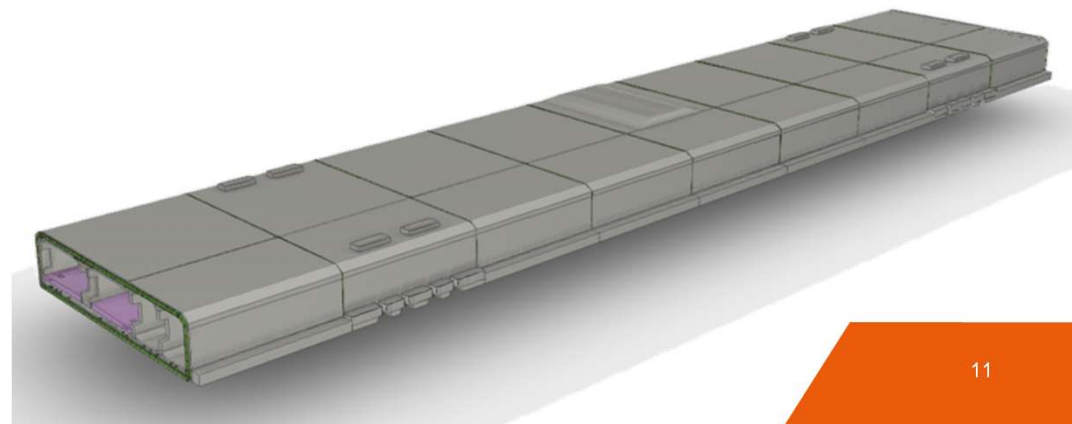
Verhardingsbeheersing

- Wat te doen als $\sigma_{ct} > 0,7 * f_{ctm}$?
 - Beton samenstelling
 - Koeling
 - Isolatie
 - Tijd tussen de storten
 - Temperatuur van de betonmix
 - Ontkistingstijd



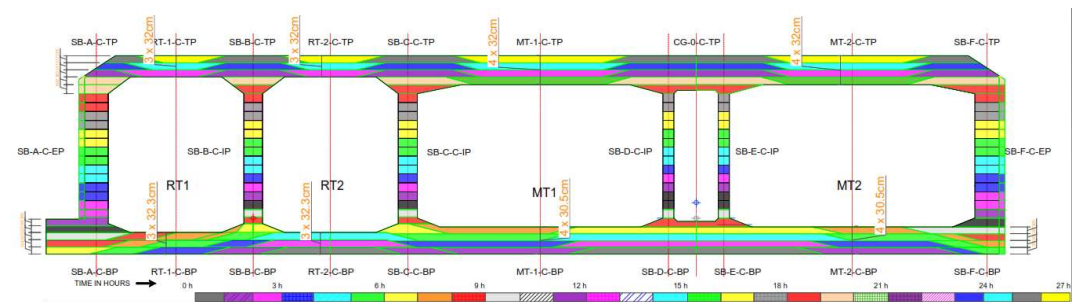
Verhardingsbeheersing afzinkelementen

- Fabrieksmatige productie van de standaard elementen
- Daardoor bijzondere omstandigheden
 - Storten in gecontroleerde omstandigheden
 - Hoge productiesnelheid
 - Segment in één keer storten (in 27 uur)



Verhardingsbeheersing afzinkelementen

- Verhinderling tussen verhard en verhardend beton wordt voorkomen
- Maar wel:
 - Interne verhinderling door dikteverschillen
 - Interne verhinderling door temperatuurverschillen kern en dekking
 - Interne verhinderling door de lange stortduur
- Stortfasering gemodelleerd



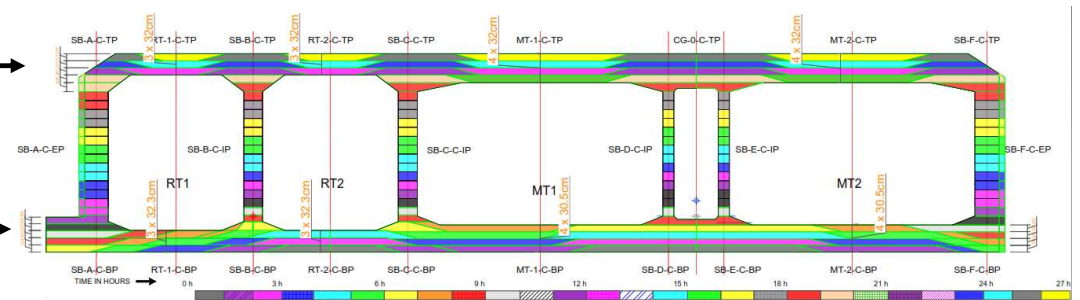
Verhardingsbeheersing afzinkelementen

- Verhinderling tussen verhard en verhardend beton wordt voorkomen
- Maar wel:
 - Interne verhinderling door dikteverschillen
 - Interne verhinderling door temperatuurverschillen kern en dekking
 - Interne verhinderling door de lange stortduur
- Stortfasering gemodelleerd



Nog aan het uitzetten →

Al aan het krimpen →



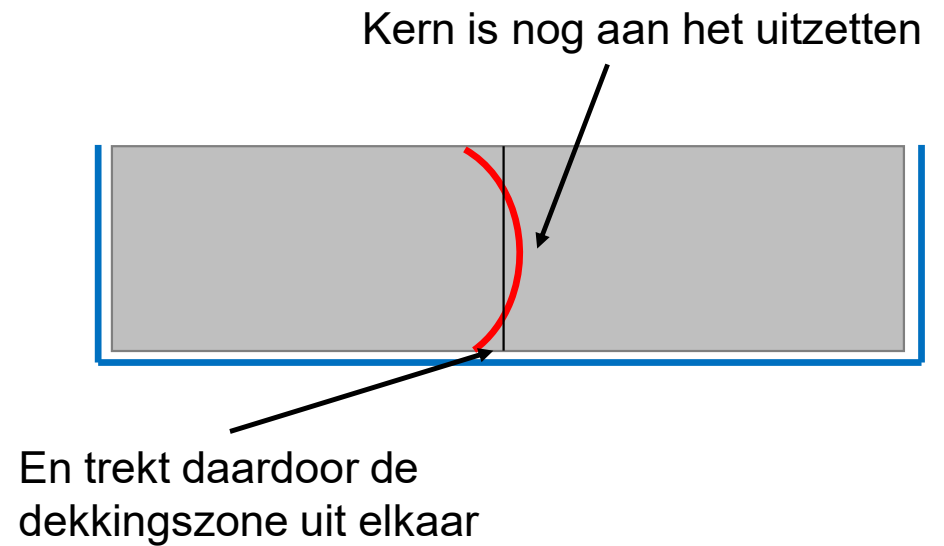
Verhardingsbeheersing afzinkelementen

- Eerste 28 dagen
 - Constructieve belastingen komen later
 - Drukspanningen in de dekkingszone
 - Restspanningen relaxeren
-
- Door de seriematige productie en het verschuiven van de segmenten geldt dat hier niet.



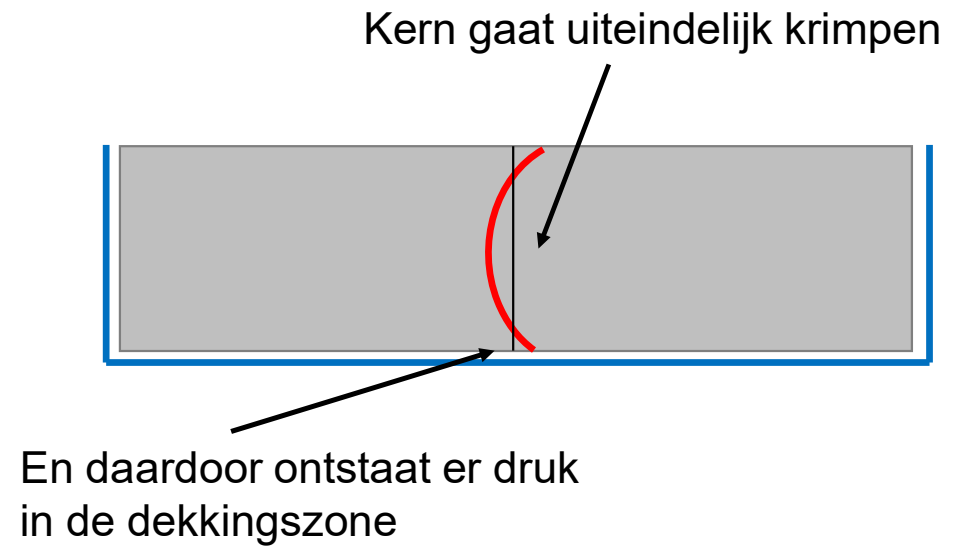
Verharden en belasten

- Spanning door verharden in dekkingszone



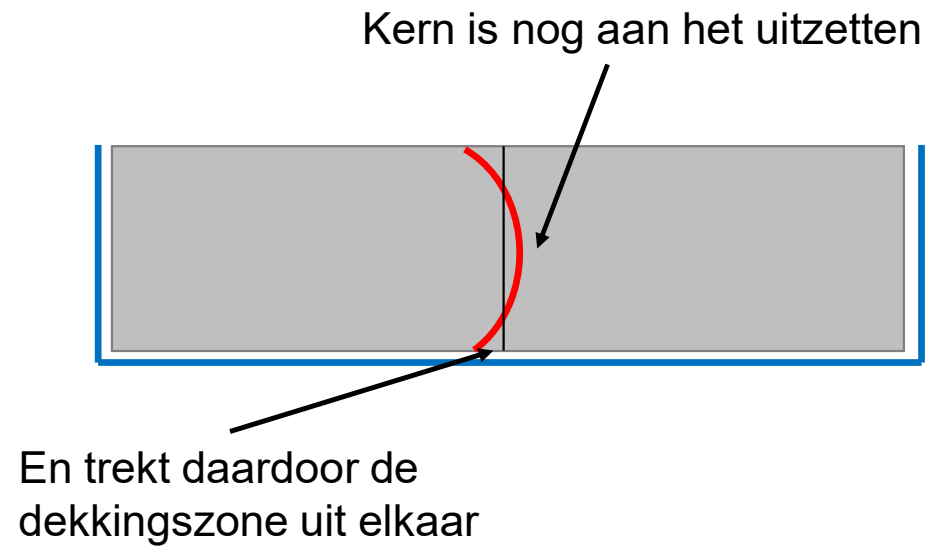
Verharden en belasten

- Spanning door verharden in dekkingszone



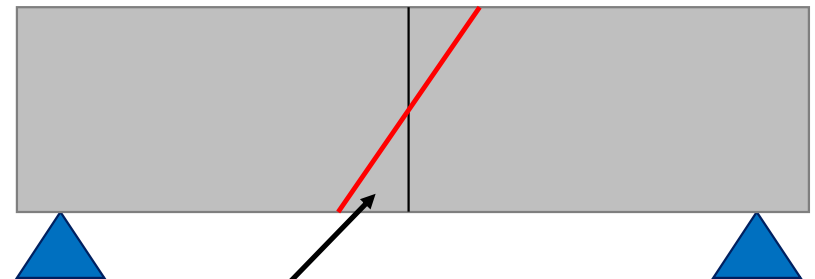
Verharden en belasten

- Spanning door verharden in dekkingszone
 - Vroege ontkisting, dus trekspanningen in de randzone in plaats van drukspanningen



Verharden en belasten

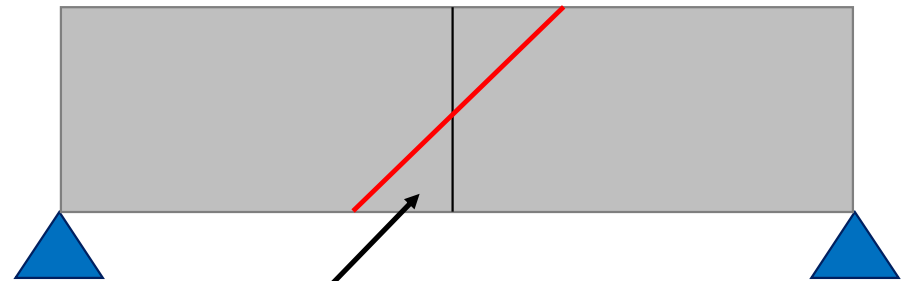
- Spanning door verharden in dekkingszone
 - Vroege ontkisting, dus trekspanningen in de randzone in plaats van drukspanningen
- Spanningen uit belasting
 - Spanningen uit eigen gewicht



Trekspanningen door buigen
onder eigen gewicht

Verharden en belasten

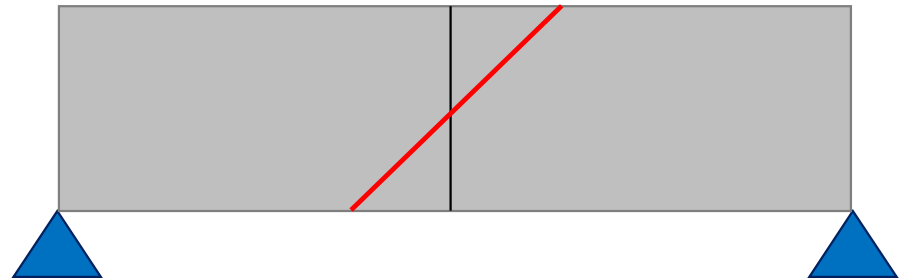
- Spanning door verharden in dekkingszone
 - Vroege ontkisting, dus trekspanningen in de randzone in plaats van drukspanningen
- Spanningen uit belasting
 - Spanningen uit eigen gewicht
 - Spanningen door oplegging op vizzels



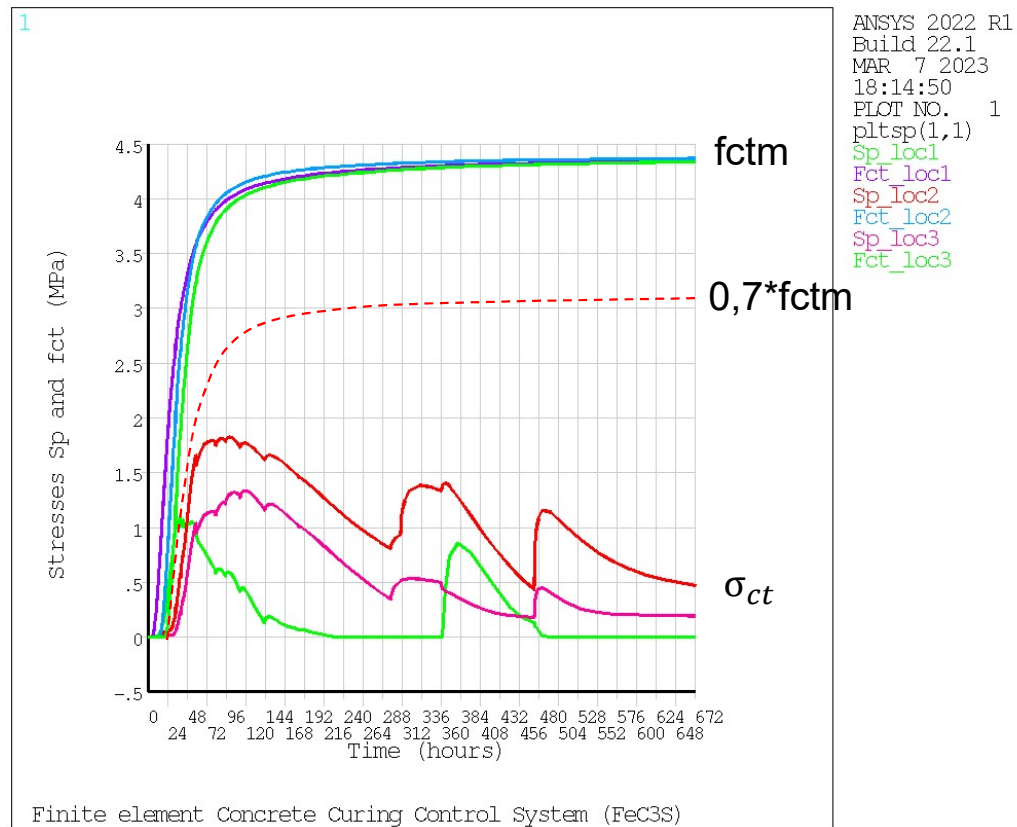
Trekspanningen door
verandering oplegcondities

Verharden en belasten

- Spanning door verharden in dekkingszone
 - Vroege ontkisting, dus trekspanningen in de randzone in plaats van drukspanningen
- Spanningen uit belasting
 - Spanningen uit eigen gewicht
 - Spanningen door oplegging op vizzels
 - Spanningen door het verschuiven tijdens uitharden
- Spanningen door verharden en spanningen door belasting combineren

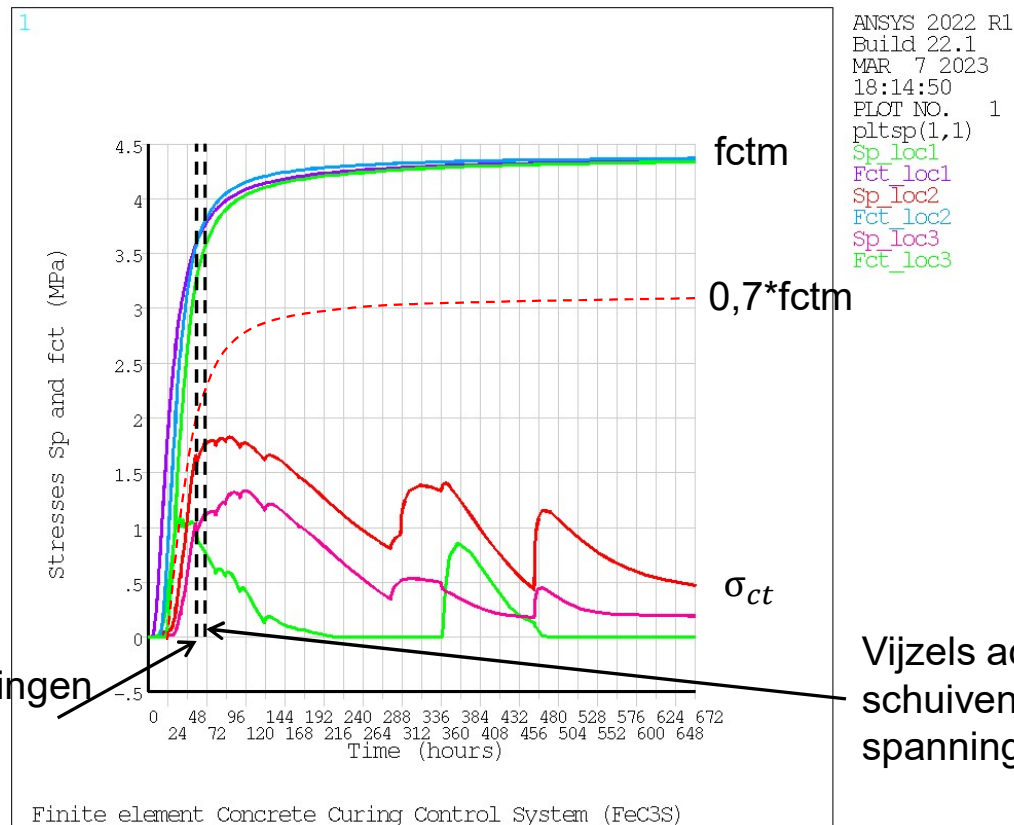


Verharden en belasten



Verharden en belasten

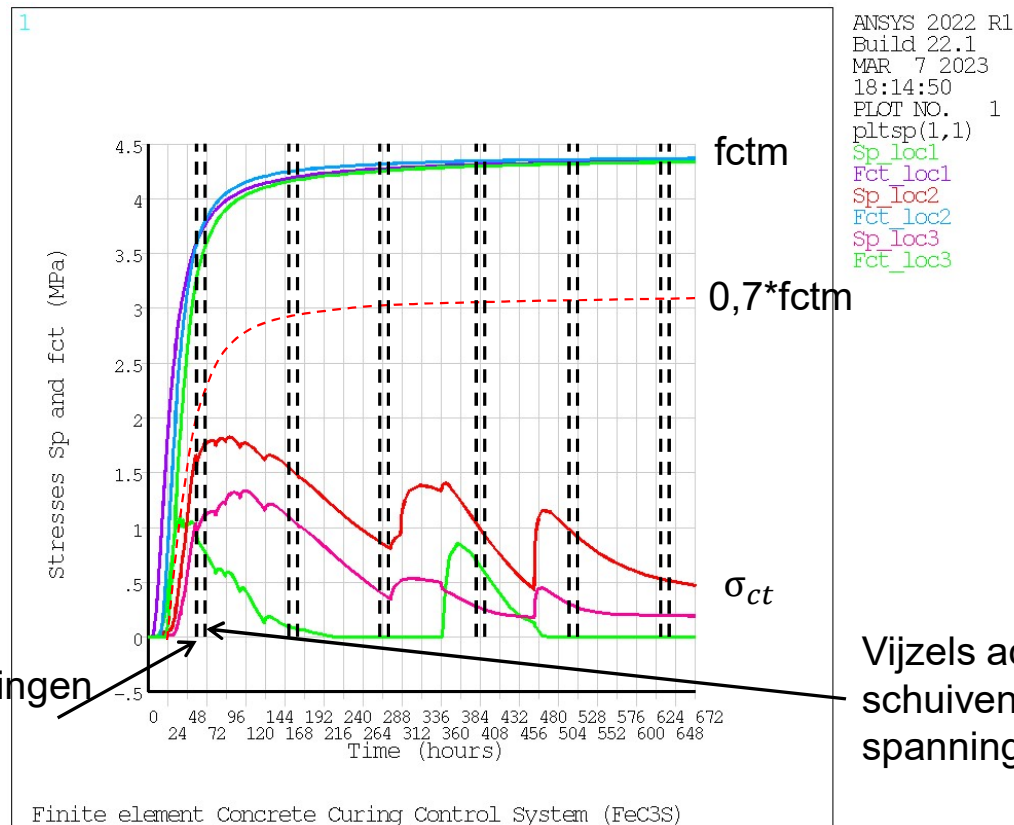
Ontkisten – spanningen
uit eigen gewicht



Vijzels activeren en
schuiven – aanvullende
spanningen

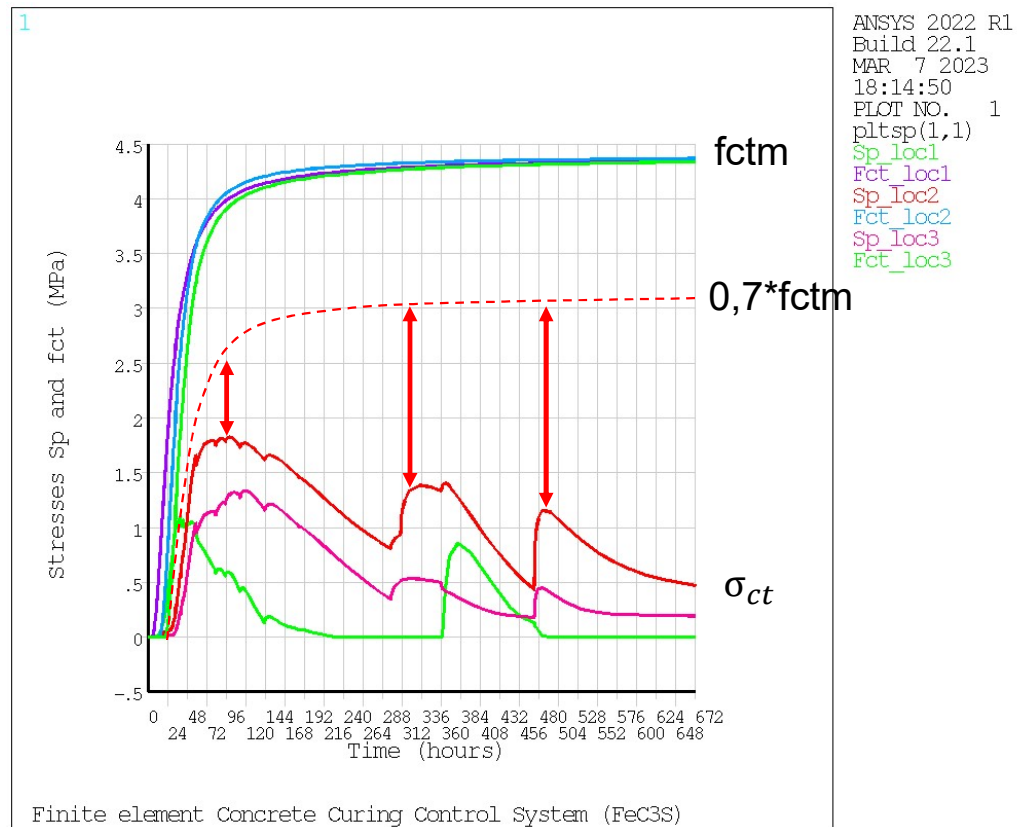
Verharden en belasten

Ontkisten – spanningen
uit eigen gewicht

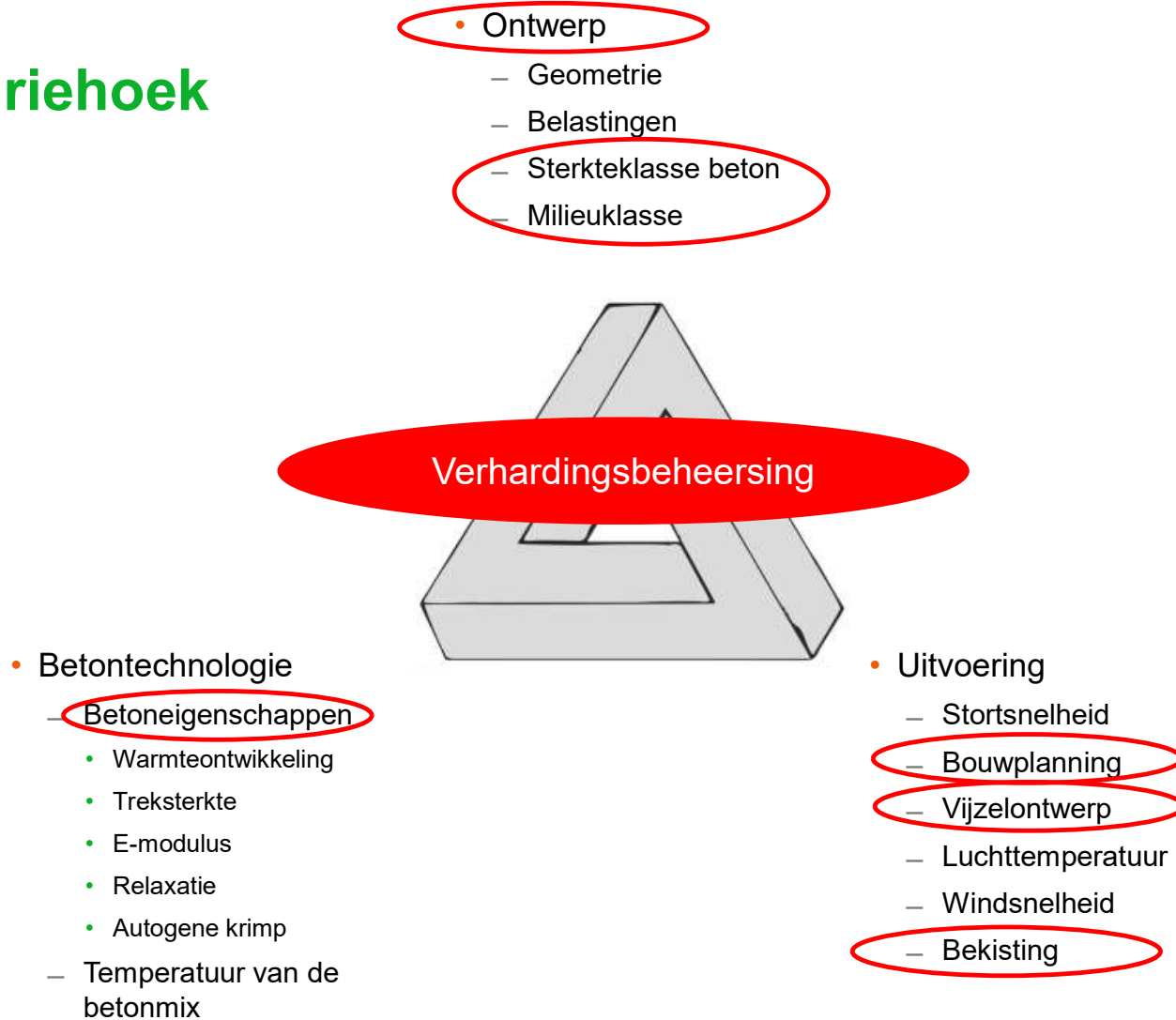


Vijzels activeren en
schuiven – aanvullende
spanningen

Verharden en belasten



Betondriehoek



Materiaaltechnologieteam



Bas Albers



Jeannette van den Bos



Marique Ruijs



Dautse Heimovaara



Fleur Kooijman



