

AFSCHUIFCAPACITEIT VAN ANKERS MET MORTELGEVULDE STELRUIMTE

Diana Ontwikkelingsvereniging

ADS - ERTNER

All Design Solutions



DIANA FEA

Introductie

ADS - ERTNER
All Design Solutions



- Arco de Gelder, 34 jaar
- hoofd tekenkamer/constructeur/adviseur bij ADS-Ertner BV in Capelle aan den IJssel
- 18 jaar werkzaam
- tekenaar → detailconstructeur → projectleider/constructeur → adviseur
- MTS WTB → MBO+ BmS → HBO+ staal/beton BmS/Bv → MSc Bv/Bms

Engineering en advies

- Staal en apparatenbouw
- Electro en werktuigbouwkundige installaties
- Projectdetachering
- Werkzaam 40-45 mensen

ADS - ERTNER
All Design Solutions



Staal en apparatenbouw



- UO fase - Werkplaatstekeningen en detailberekeningen.
Ontwerpen van bouwkundig staal
Optimalisaties van reeds ontworpen constructies
- Complexe detailberekeningen
- Complete ontwerpen van VO tot UO
Hoofdberekening
Fundatie
Constructietekeningen tot en met productieniveau

Introductie – Utiliteit en hallen

ADS - ERTNER
All Design Solutions



DC Door –
Maasdijk



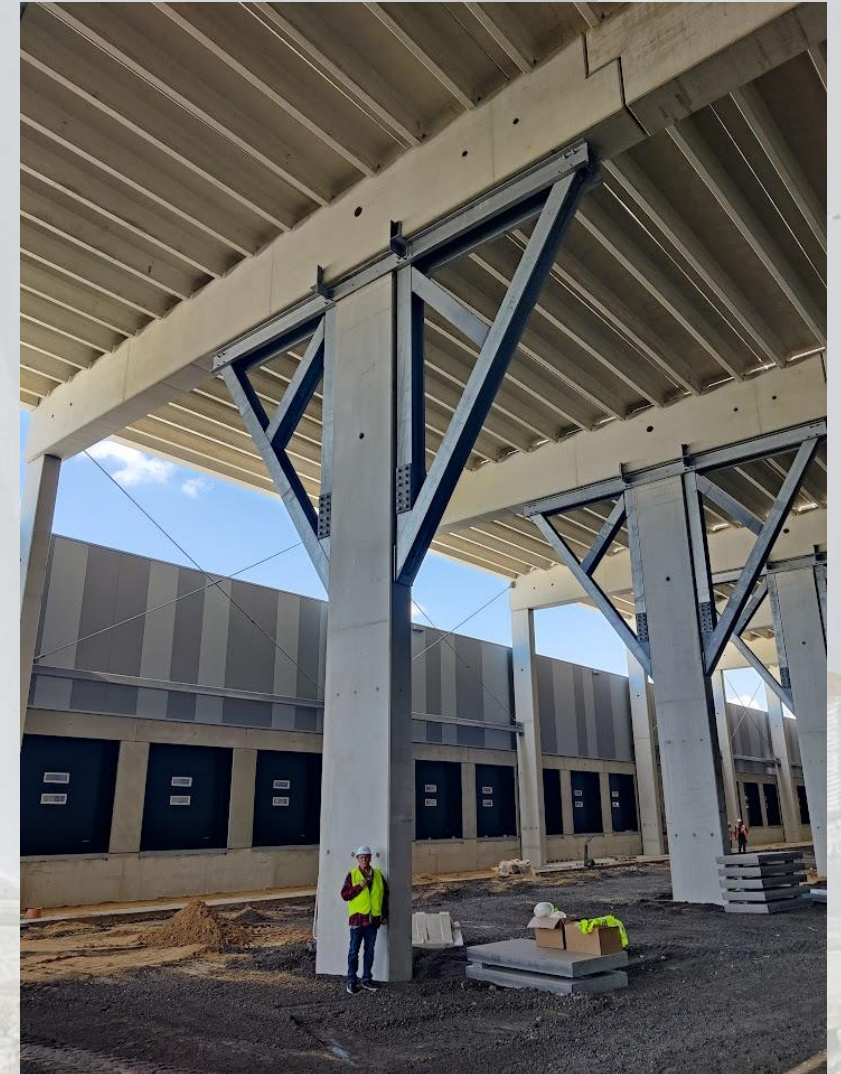
Louis Ruys - Zwijndrecht

Introductie – Staal tussen beton

ADS - ERTNER
All Design Solutions



Euroscope Amsterdam



Introductie - Apparatenbouw

ADS - ERTNER
All Design Solutions



Transportbanden

Introductie - Kunstwerken

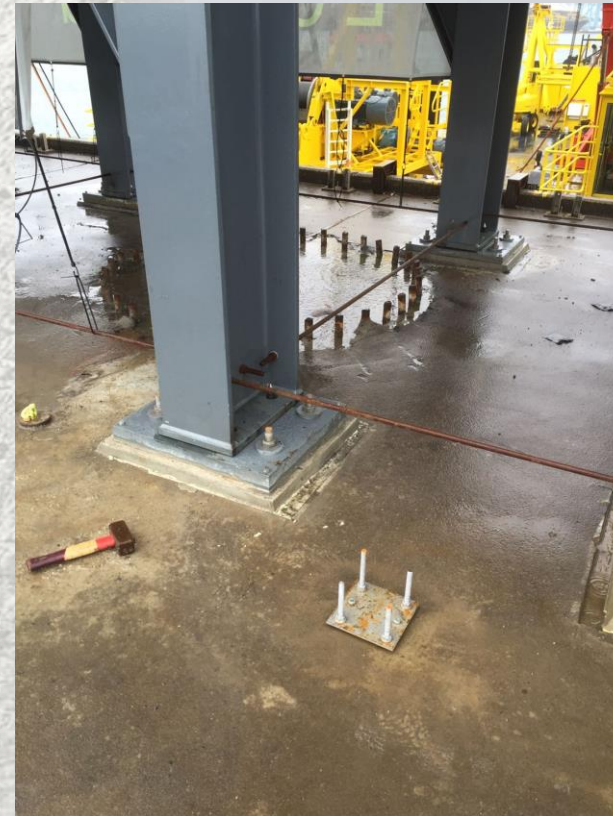
ADS - ERTNER
All Design Solutions



Willo Aura – stations trappen Utrecht

Introductie - Industrie

ADS - ERTNER
All Design Solutions



Laadarm-skid - Industrie

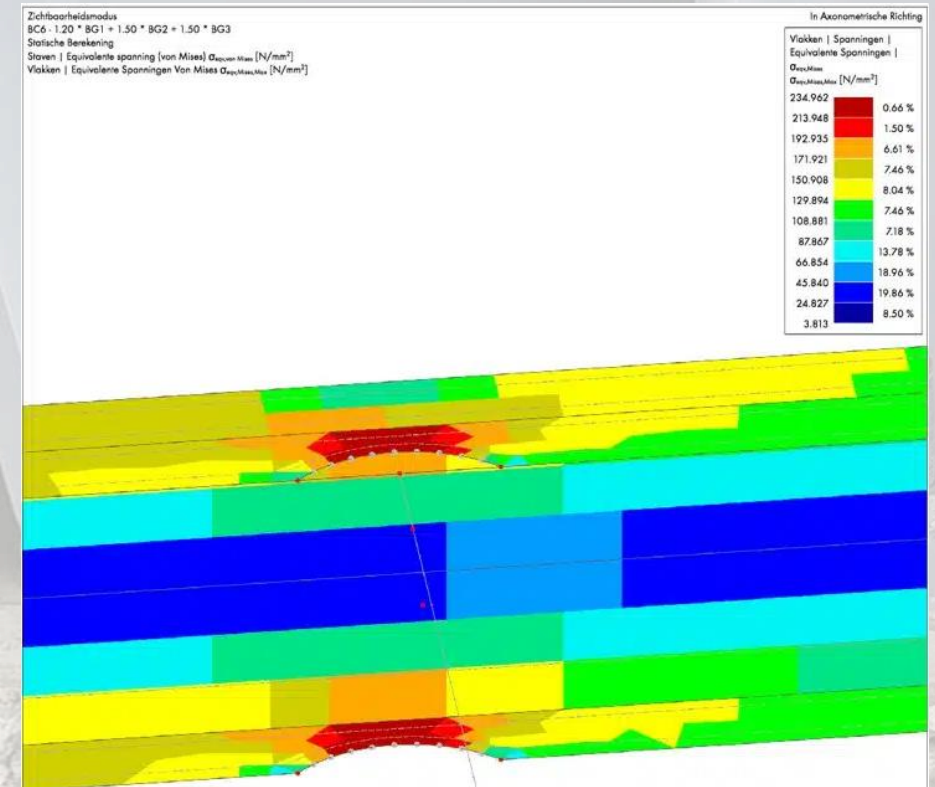
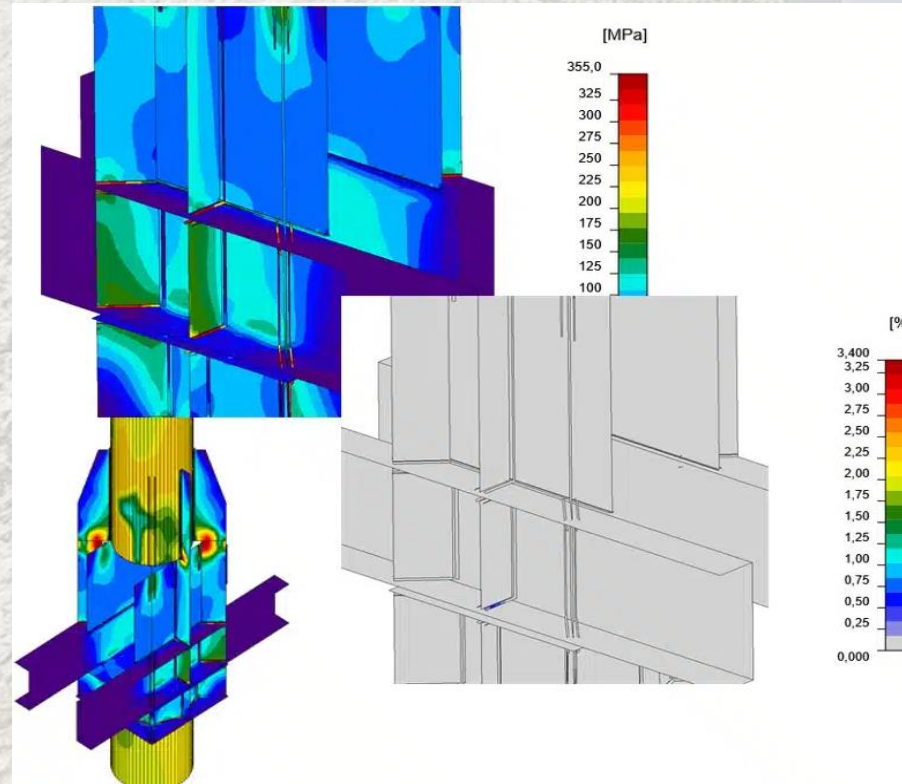
Introductie

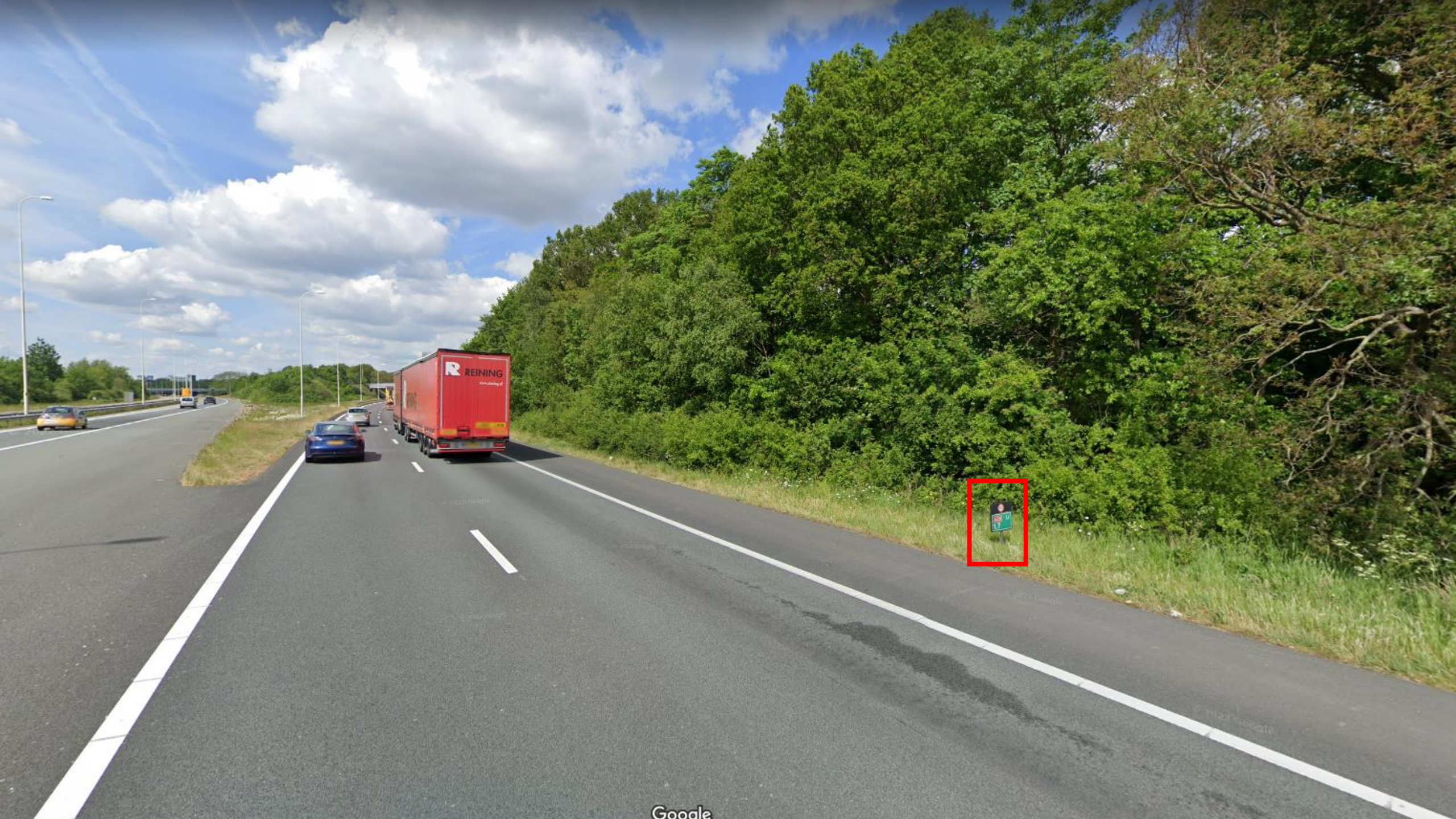
ADS - ERTNER
All Design Solutions



- ▶ Geen EEM specialist
- ▶ Geen professioneel gebruiker van Diana
- ▶ Tijdens afstuderen support van Nlyse Consultants
- ▶ IDEA
- ▶ Rfem6

Nlyse











bij nat wegdek
↑ 600 m ↑



In alle andere
gevallen



200 m

uitgezonderd



06-19 h

1^e t/m 15^e
van de maand

Afhankelijk van
scherpte van de bocht

Huidige situatie

Ten opzichte van bout M20 8.8 40 mm stelruimte

	NEN-EN 1993-1-8	NEN-EN 1992-4	ACI-318-19
Geen stelruimte			
Stelruimte gevuld		 veel voorwaarden	
Stelruimte ongevuld			

Huidige situatie

te hard



te zacht



steurnuimte in mm

Huidige situatie

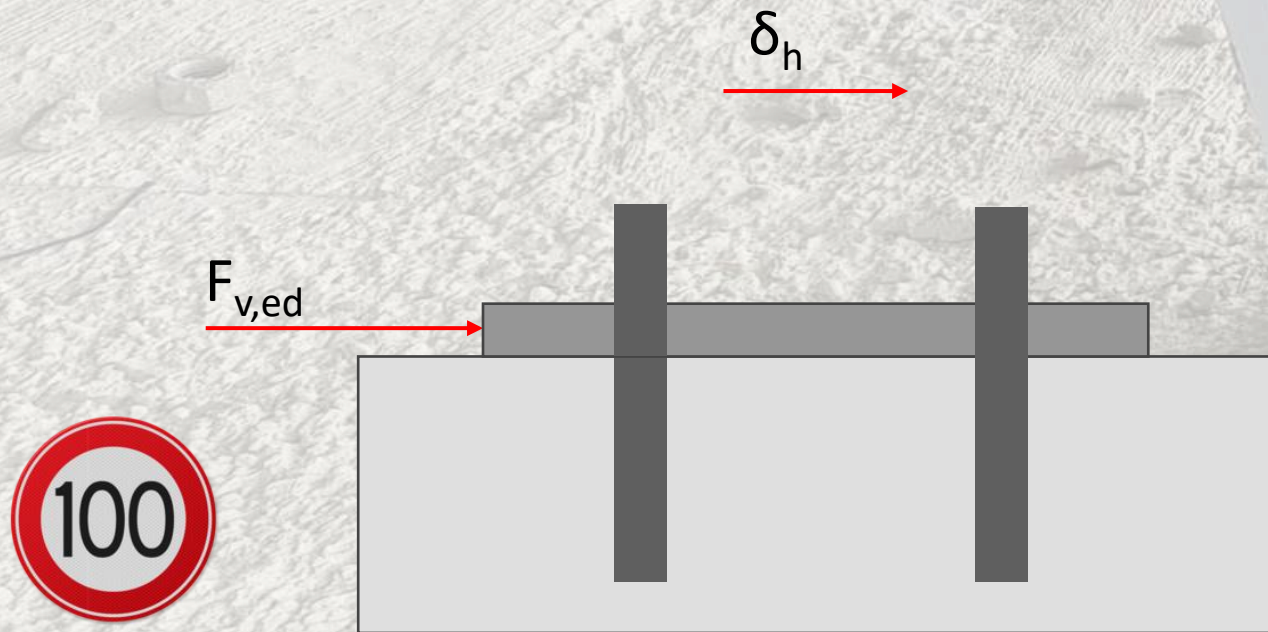
- Huidige situatie:

onduidelijk!



Afschuiving in het kort

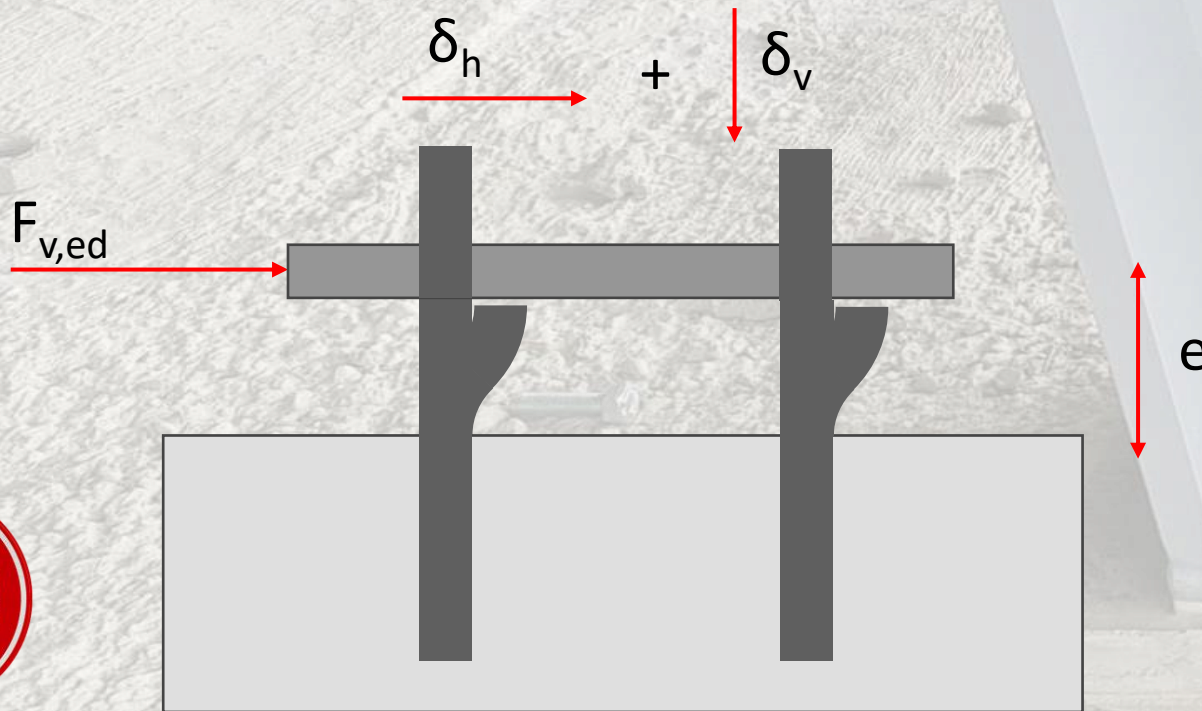
- Een doorsnede die weerstand biedt tegen afschuiving.



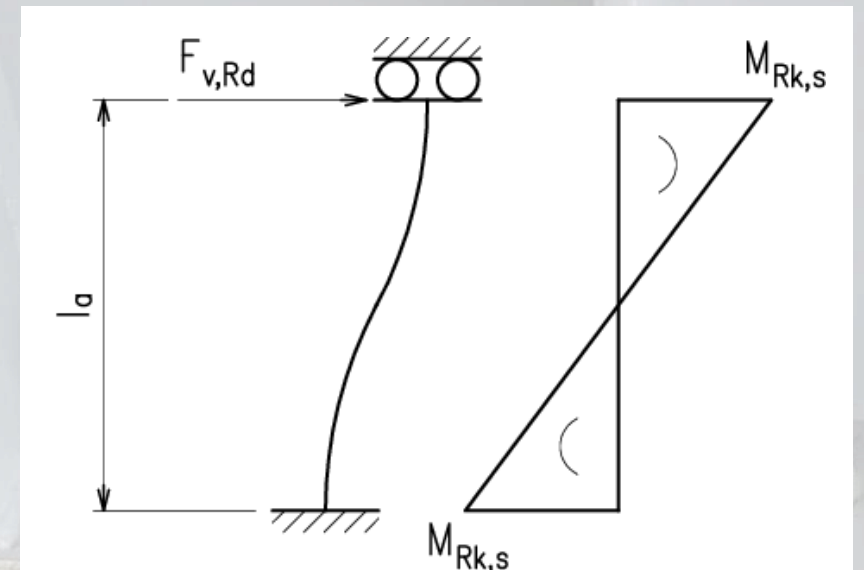
interne belasting: alleen V

Afschuiving in het kort

- Met een tussenafstand ontstaat er een buigend moment.
- $M = F * e$

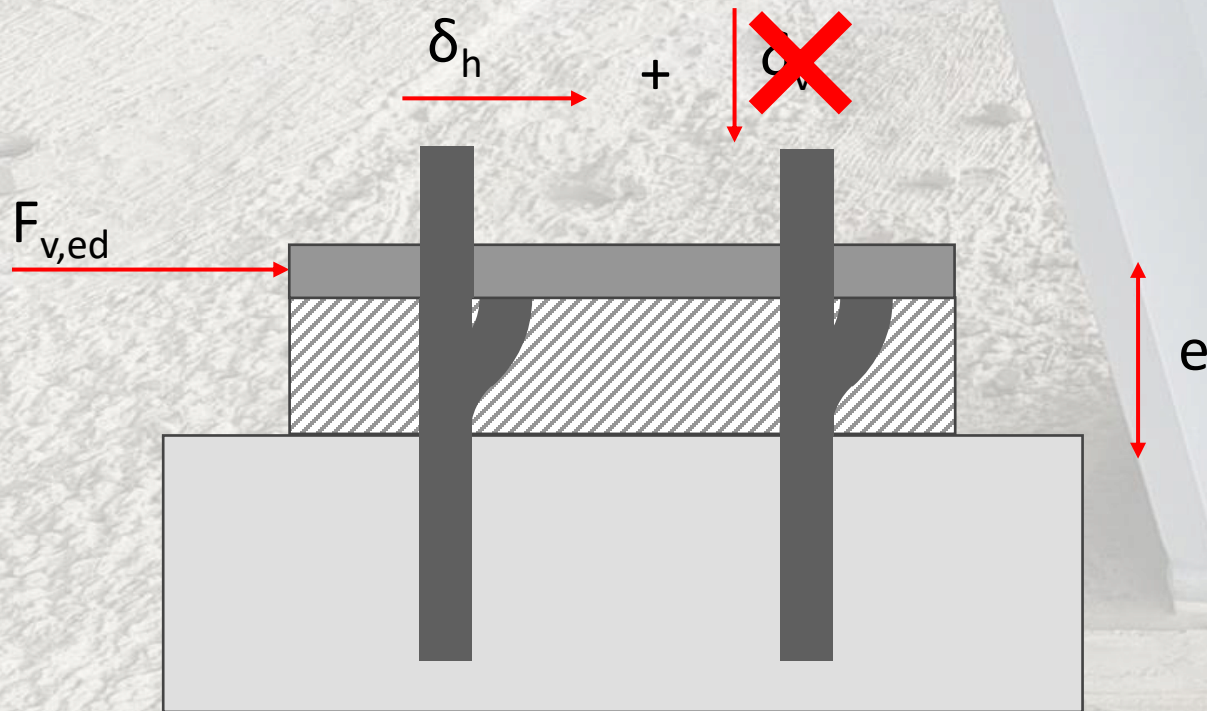


interne belasting: $V + M$



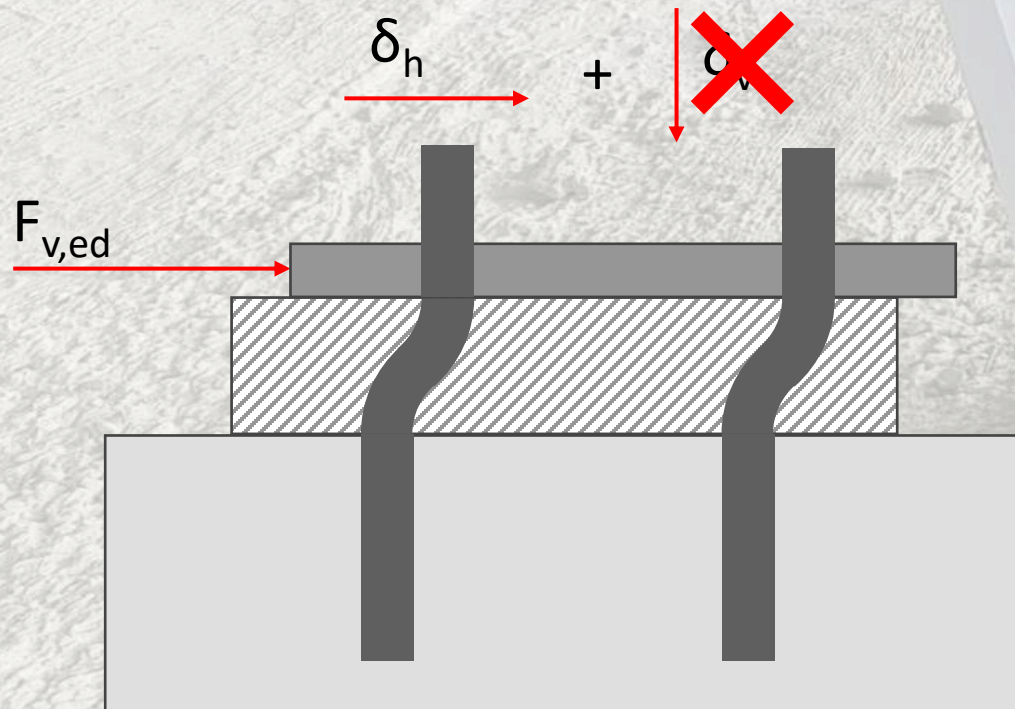
Afschuiving in het kort

- Wat gebeurt er als de tussenruimte is gevuld.
- Hypothese van onderzoekers is dat δ_v verhinderd wordt.



Afschuiving in het kort

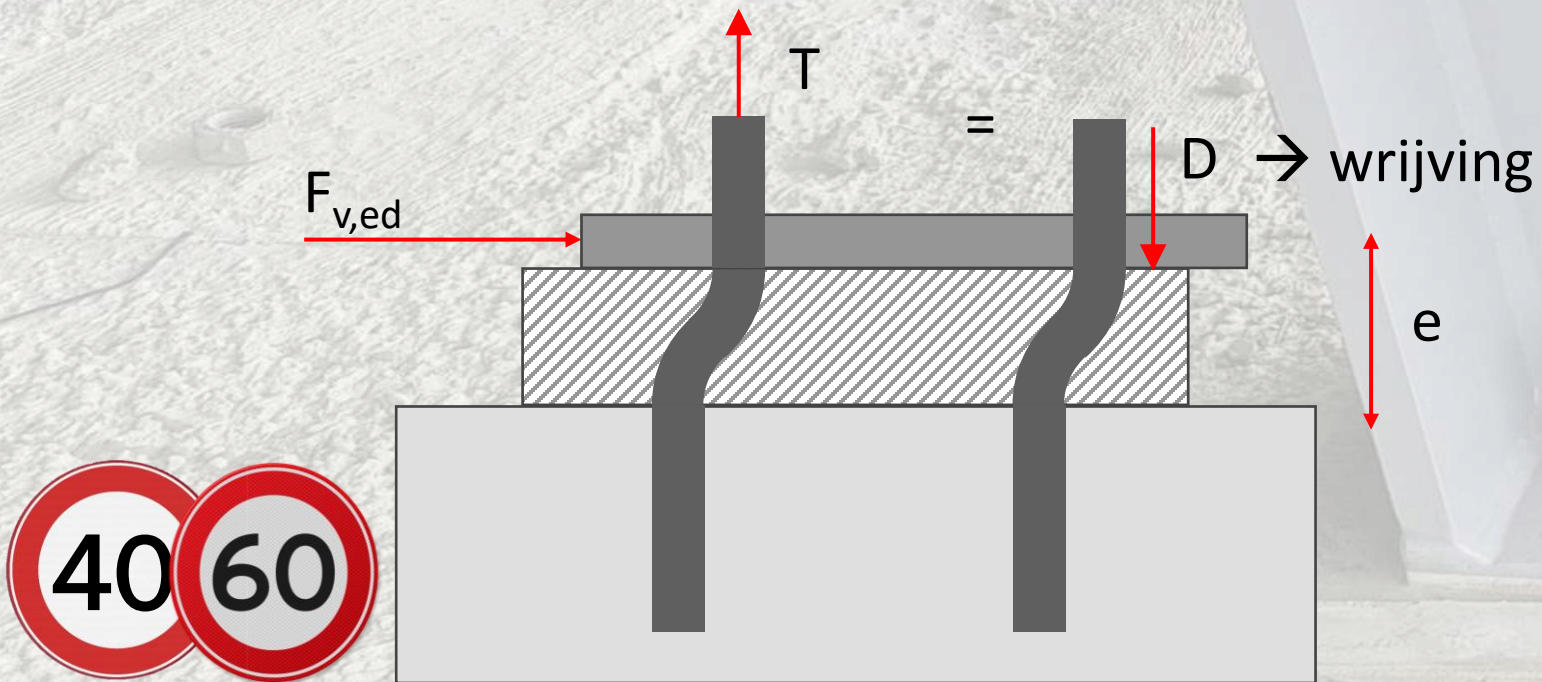
- Wat gebeurt er als de tussenruimte is gevuld.
- Hypothese van onderzoekers is dat δ_v verhinderd wordt.



verlenging in het anker
is een trekkracht

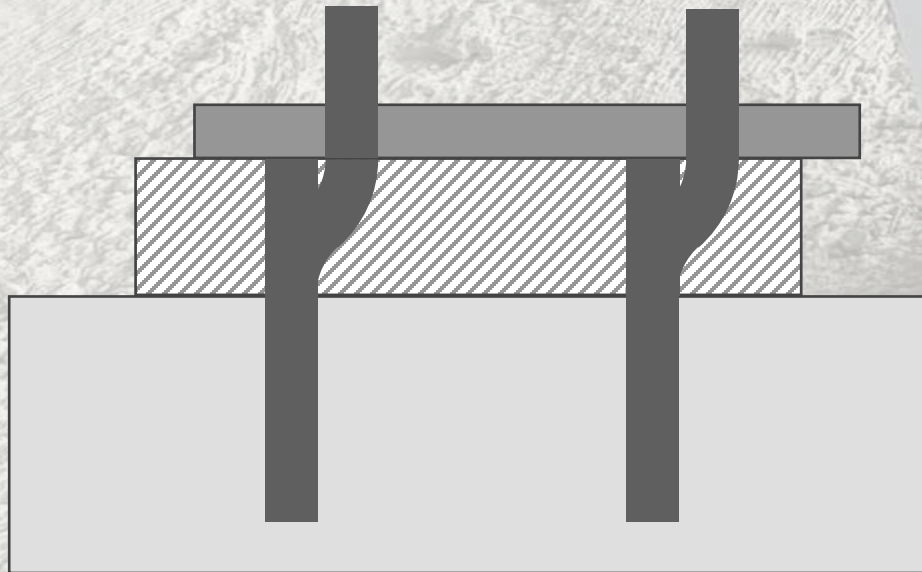
Afschuiving in het kort

- Wat gebeurt er als de tussenruimte is gevuld.
- Hypothese van onderzoekers is dat δ_v verhinderd wordt.



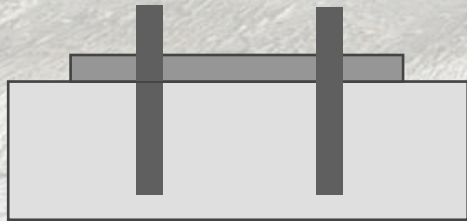
interne belasting: $V + T + W$ (uit D) + M ?

Afschuiving in het kort

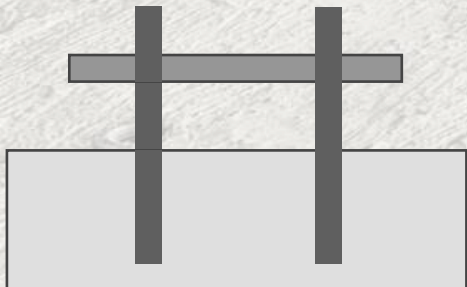


interne belasting: $V + T + W$ (uit D) + M ?

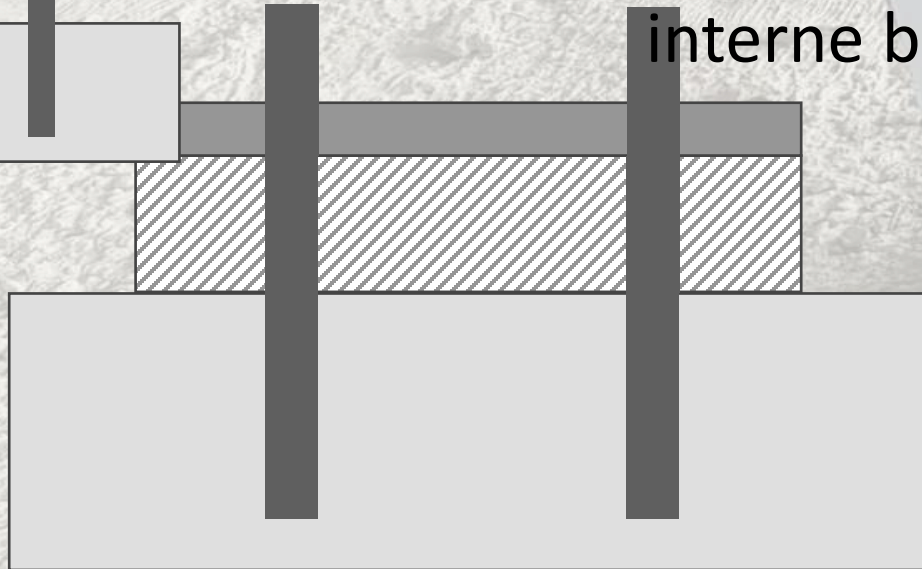
Afschuiving in het kort



interne belasting: V



interne belasting: $V + M$



interne belasting: $V + T + W$ (uit D) + M ?



Afschuiving in het kort

- Stelruimte zorgt voor reductie → helder om dit ook te splitsen.

$$F_{v,Rd} = \beta * \frac{\alpha_v * A_s * f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

reductie als gevolg
van stelruimte

basis afschuiving

- Daardoor kunnen vergelijkingen en proefresultaten met elkaar vergelijken worden.

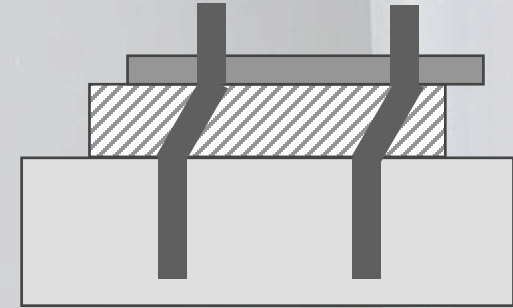
Afschuiving in het kort

- Huidige situatie: onduidelijk!
- Complex gedrag in verbinding: $V + T + M + W$

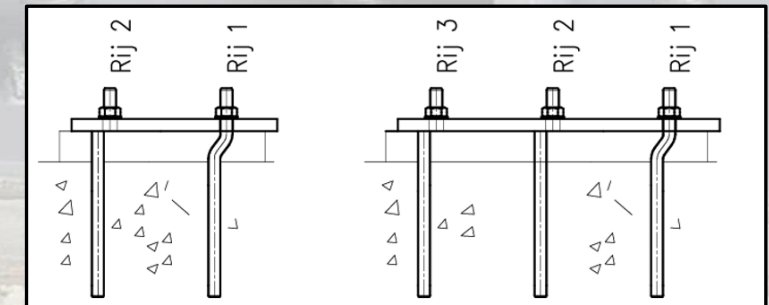


Experimenten staal-beton

- Bouwman: interactie van $V + T$,
 M in ankers buiten beschouwing
- Mcbride: interactie van $V + T + M + W$
complexe vergelijkingen
- Mallée: voorste ankers op buiging - M
andere rijen op afschuiving - V

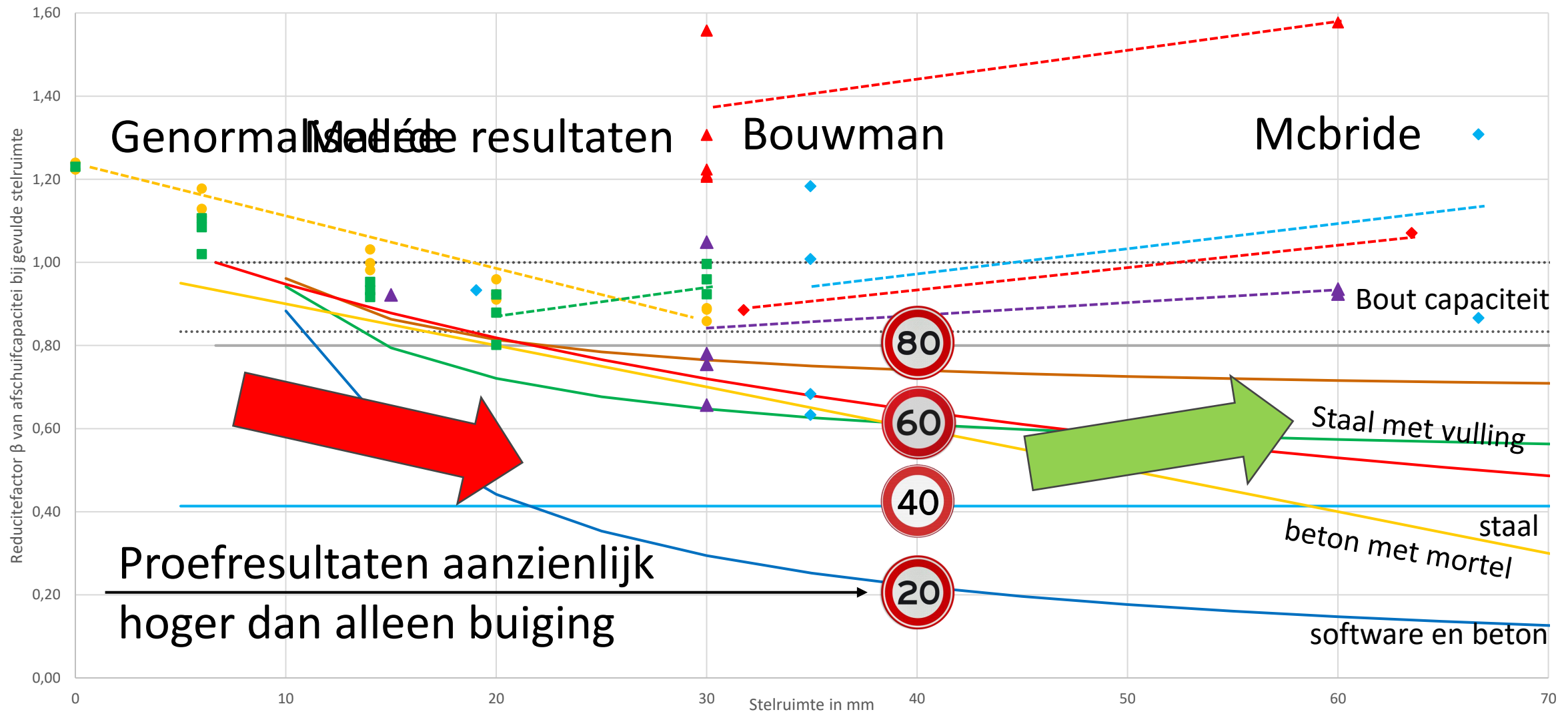


$$V_A \leq \frac{N_o}{\sqrt{\left(\frac{l_{eff}}{\delta_h}\right)^2 + \left(\frac{1 - \mu \left(\frac{l_{eff}}{\delta_h} - \rho_{nv}\right)}{\alpha}\right)^2}}$$

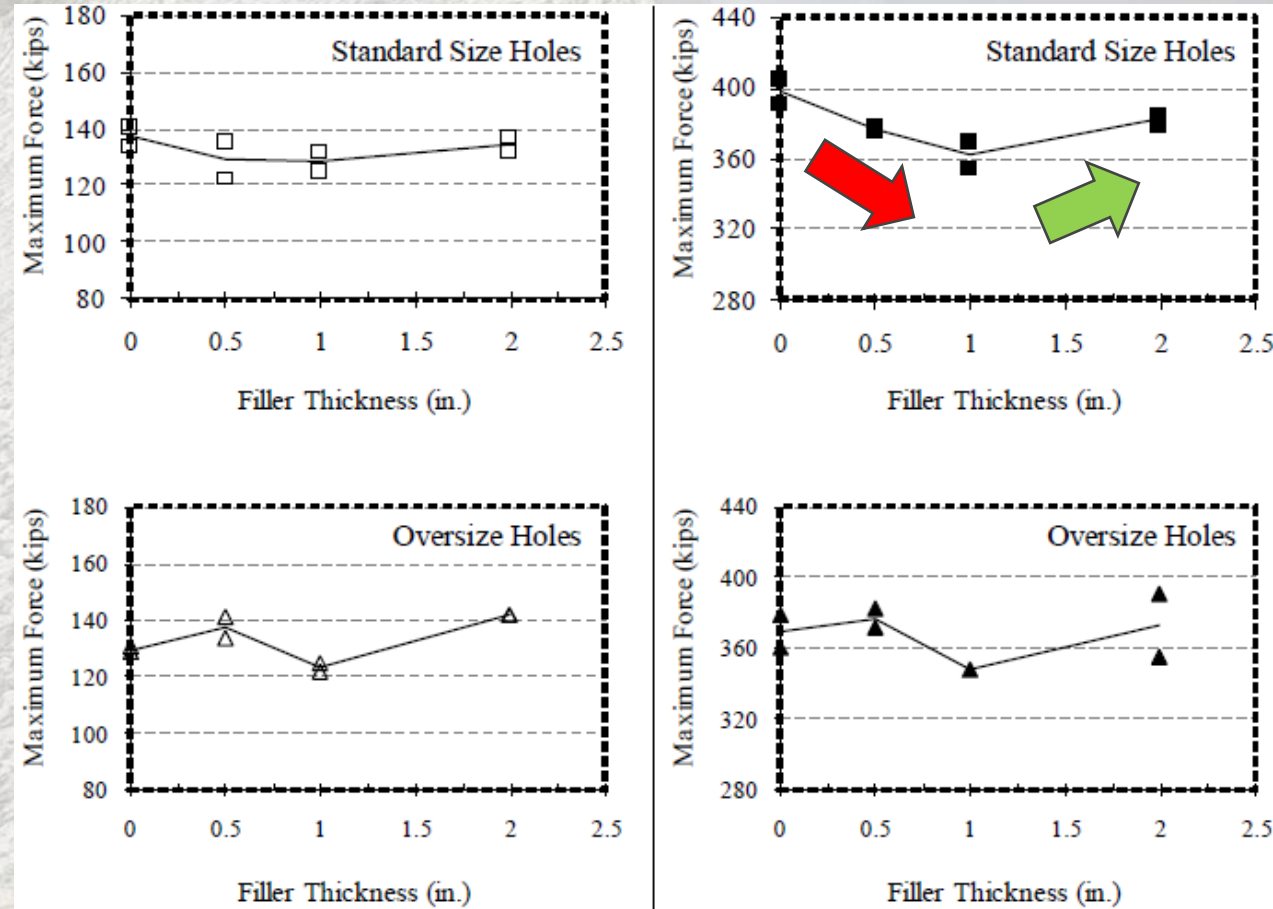


Experimenten staal-beton

Reductiefactor β van alle proefresultaten in relatie tot de β volgens de vigerende codes en het voorstel van Mallée



Experimenten staal-staal



P. Dusicka, G. Lewis en C. Smith, „Effect on fillers on steel girder field splice performance,”
Portland state University, Portland, 2012.

Experimenten

- Huidige situatie:
- Complex gedrag in verbinding:
- Uit de proeven blijkt:

onduidelijk!

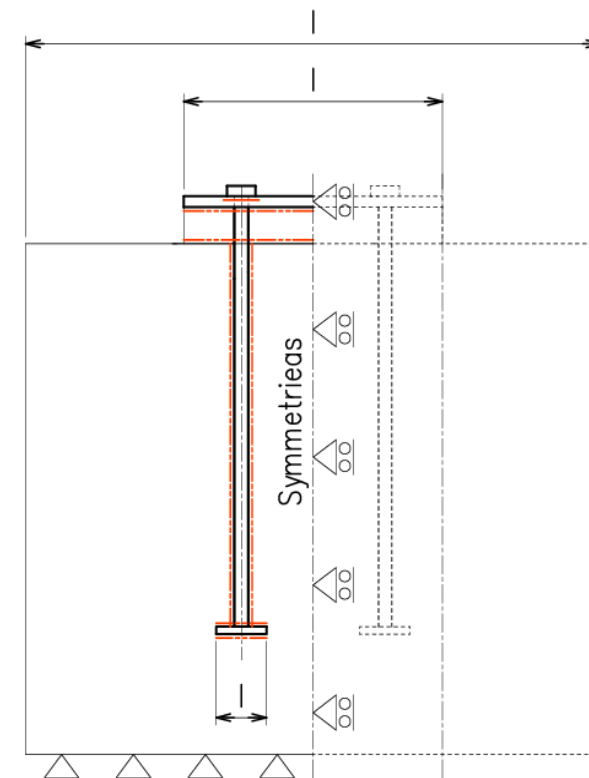
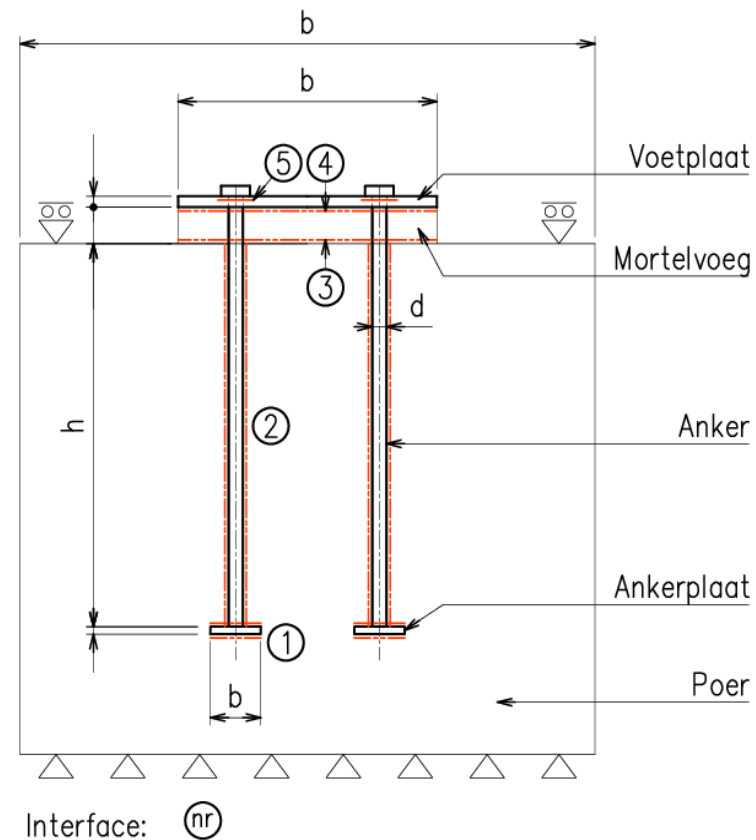
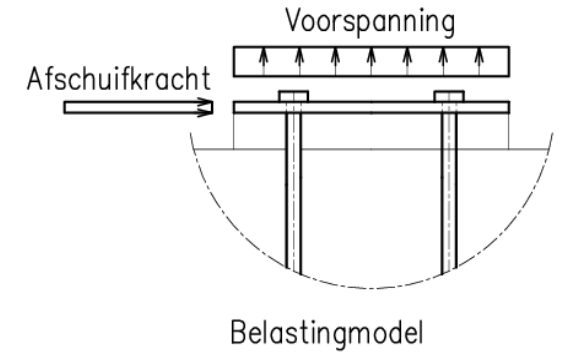
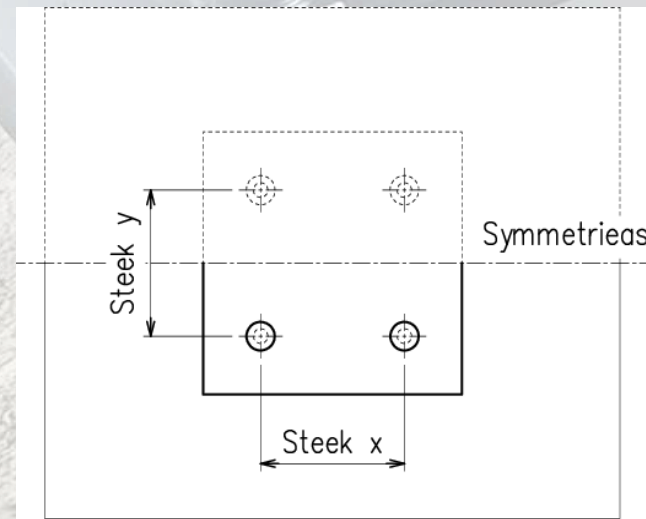
$V + T + M + W$

niet alleen M

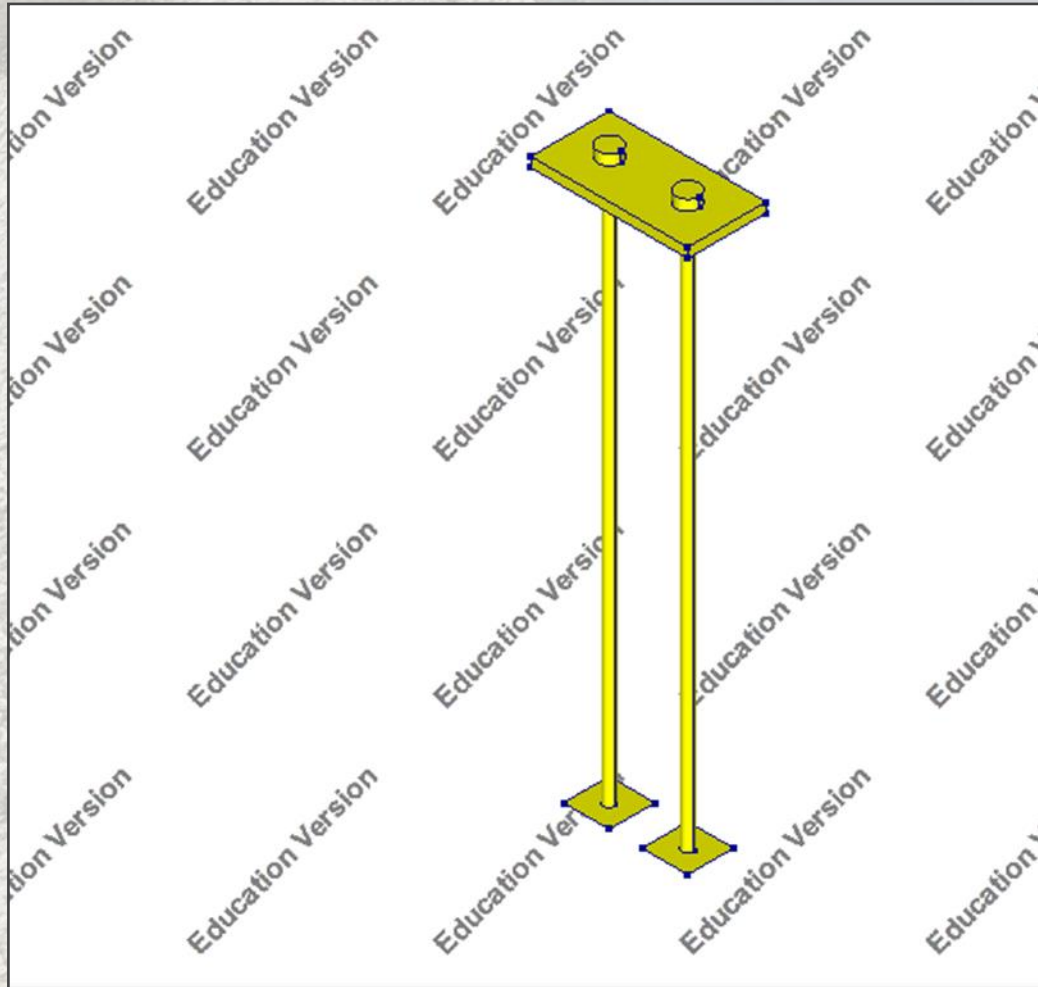
capaciteit blijft niet afnemen

EEM-model

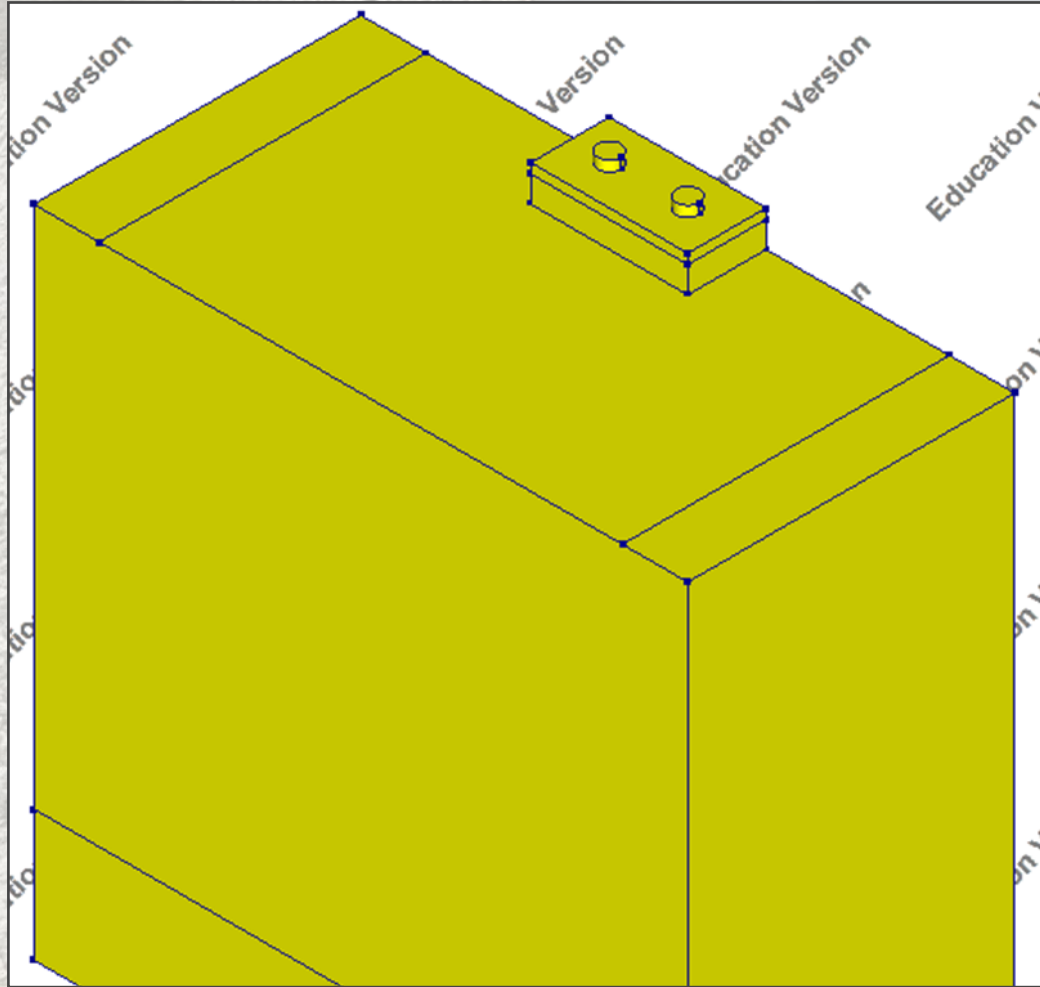
- Met python-script:
 - compleet model
 - belastingen
 - steunpunten
 - interfaces
 - rekenmethodes
 - gezochte uitkomsttypes
- Meer dan 150 analyses
- En nog een keer....
- En nog een keer....



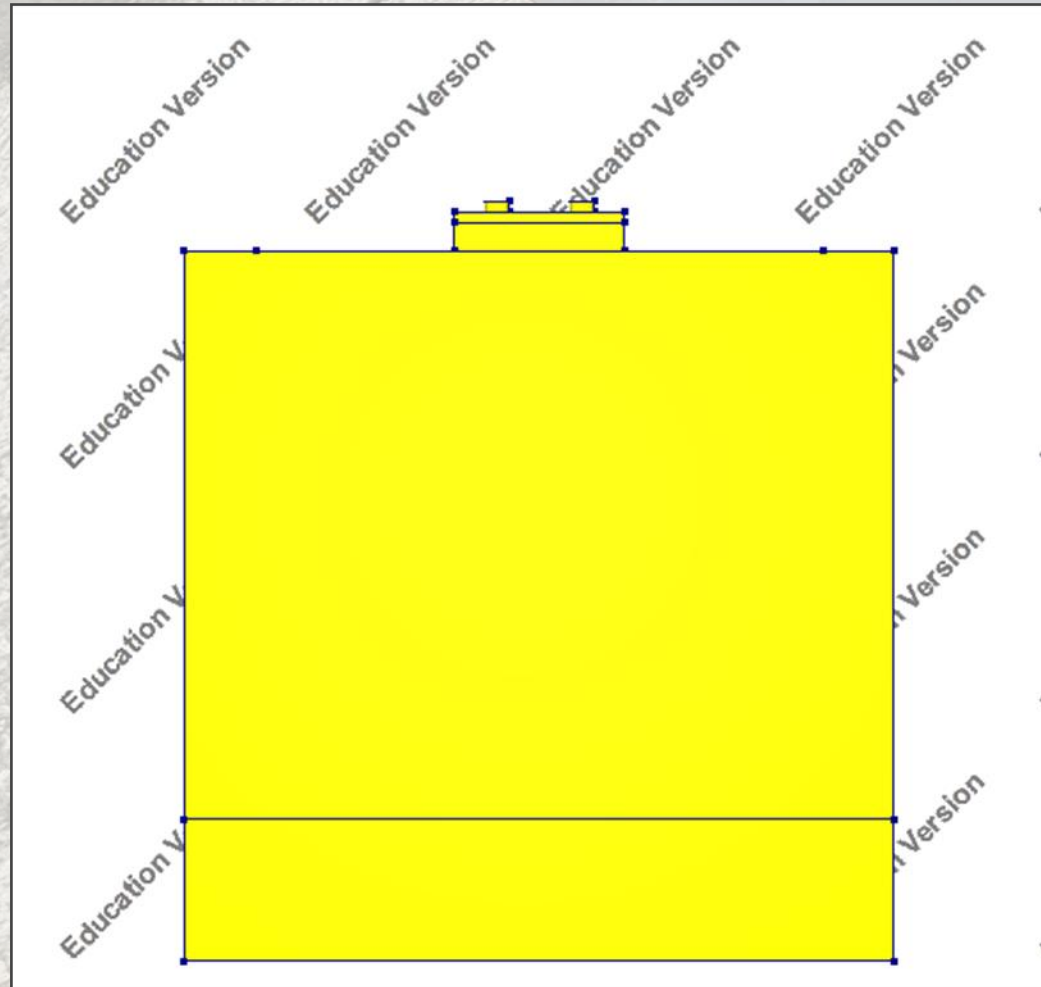
EEM-model



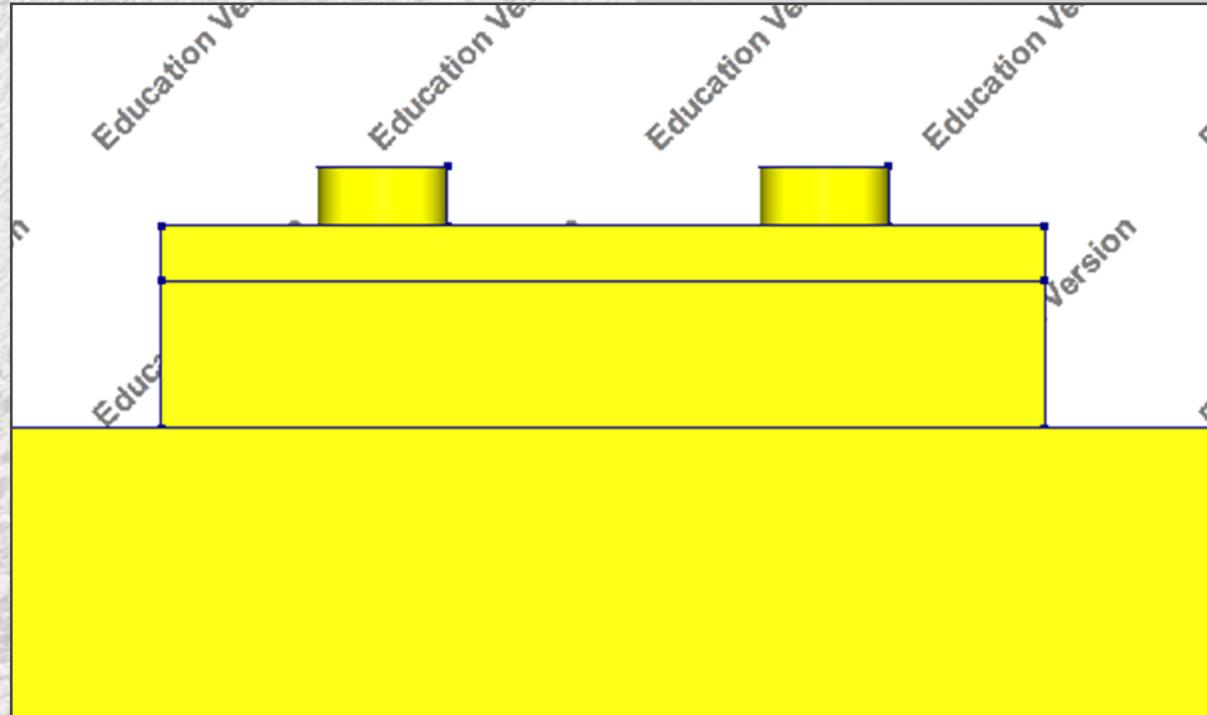
EEM-model



EEM-model



EEM-model



Opbouw model

```
187 #Belasting
188 Fvsd = 100      #Optredende schuifkracht
189 Nsd = 0         #Optredende trekkracht
190 Voorspanning = 0.25 #voorspanning
```

Belasting

```
192 #STEEL COLUMN
193 #Kolom HE300B:
194 #      h,  b,  tf,  tw,  H
195 #      mm, mm, mm, mm, mm
196 HEB = [ 300, 300, 19, 11, 1000 ]
```

Voetplaat

```
198 #Voetplaat:
199 platequality = "S235" #keuze uit S235 of S355
200 #      b,  L,  t
201 #      mm, mm, mm,
202 vplaat = [ 360, 360, 20]
203 #Friction between baseplate and grout
204 Frictionbg = "yes" #"yes"/"no"
```

```
206 #ANCHORS:
207 diam = 30      #keuze uit M6 tot M80 met de standa
208 Anchorquality = "8.8" #keuze uit 4.6 5.8 of 8.8.
209 Nr = 4         #aantal ankers
210 Gatspeling = 2 #gebeurd nu nog niks mee
211 Anchordepth = 800
```

Ankers

```
213 pitchx = 180
214 pitchy = 180
```

```
216 anchor_dict = {}
217 #      d  A  ds  As
218 #      mm, mm, mm, mm
219 anchor_dict["M6"] = [ 6, 28, 5.06, 20.1]
220 anchor_dict["M8"] = [ 8, 50, 6.83, 36.6]
221 anchor_dict["M10"] = [10, 79, 8.59, 58 ]
222 anchor_dict["M12"] = [12, 113, 10.36, 84.3]
223 anchor_dict["M16"] = [16, 201, 14.14, 157 ]
224 anchor_dict["M20"] = [20, 314, 17.66, 245 ]
225 anchor_dict["M24"] = [24, 452, 21.20, 353 ]
226 anchor_dict["M27"] = [27, 573, 24.17, 459 ]
227 anchor_dict["M30"] = [30, 707, 26.73, 561 ]
```

Div bibliotheken

```
241 #      d,  A,  dres,  Ares,  dgaten,  depth, Lintx,  Linty, Lextx, Lexty
242 #      mm, mm2, mm, mm, mm, mm, mm, mm, mm, mm
243 anker = [ d, A, dres, Ares, dgat, Anchordepth, pitchx/2, pitchy/2, 200, 75 ]
```

```
248 #Ankerplaat:
249 #      b,  L,  t
250 #      mm, mm, mm
251 aplaat = [ 100, 100, 10 ]
```

```
253 #CONCRETE BASE
254 Concretequality = "C30/37" #keuze uit C20/25 of C30/37
255 Wrijvingshoek = 30 #wrijvingshoek beton-beton tan 0,56 tot 0,7 =
256 #      b,  L,  h
257 #      mm, mm, mm
258 bpoer = [ 1500, 1500, 1000 ]
```

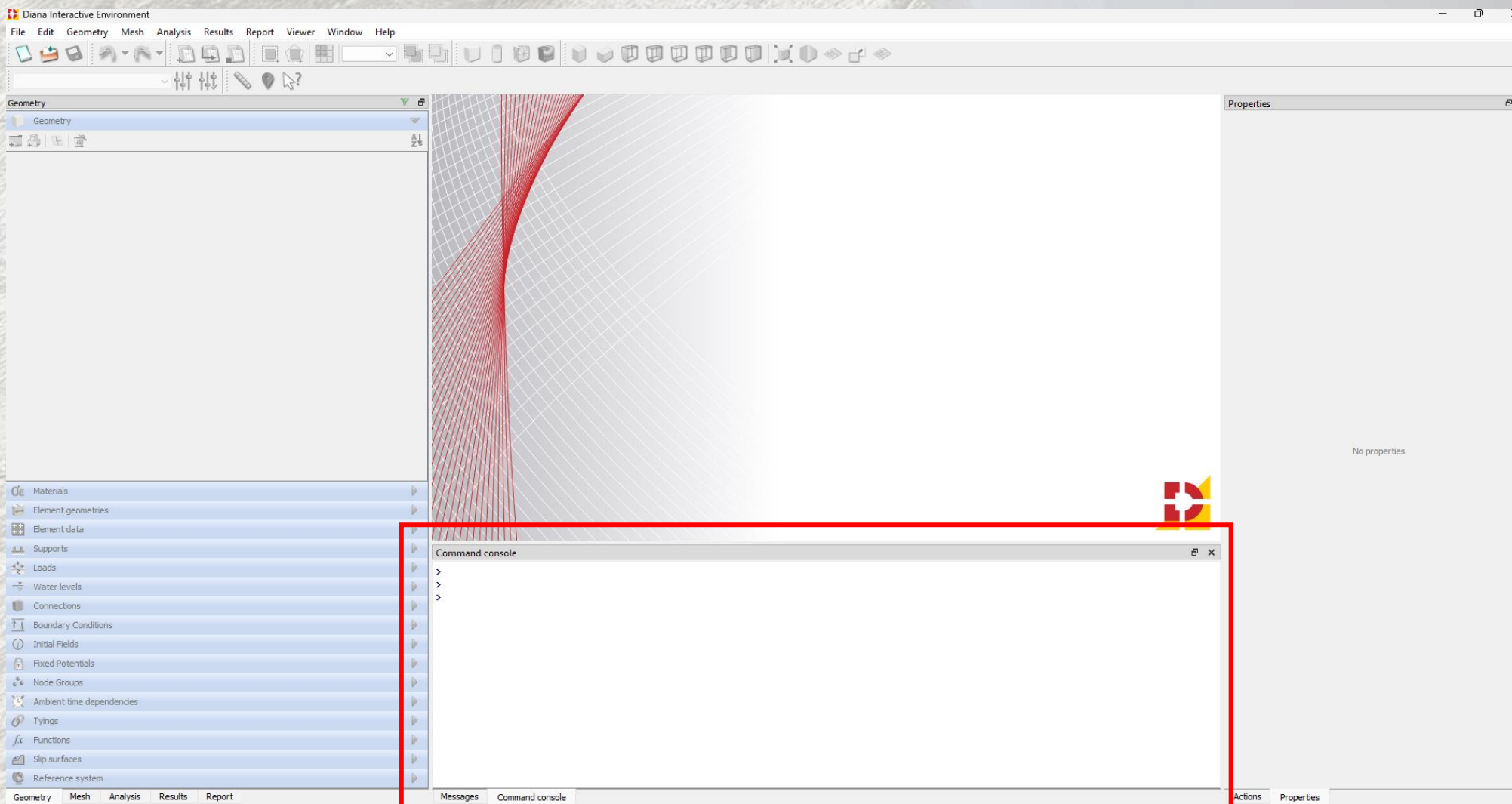
Betonpoer

```
260 #Voeg:
261 Groutquality = "K70" #keuze uit K30/K50 of K70
262 terug = 0 #Terugligafstand voeg ten opzicht van voetplaat
263 uitloop = 0 #uitloop van de voeg
264
265 #      b,  L,  t, tEN1992 uitloopvoeg
266 #      mm, mm, mm, mm, mm
267 voegm = [ vplaat[0]-terug, vplaat[1]-terug, 100, 12, uitloop ]
```

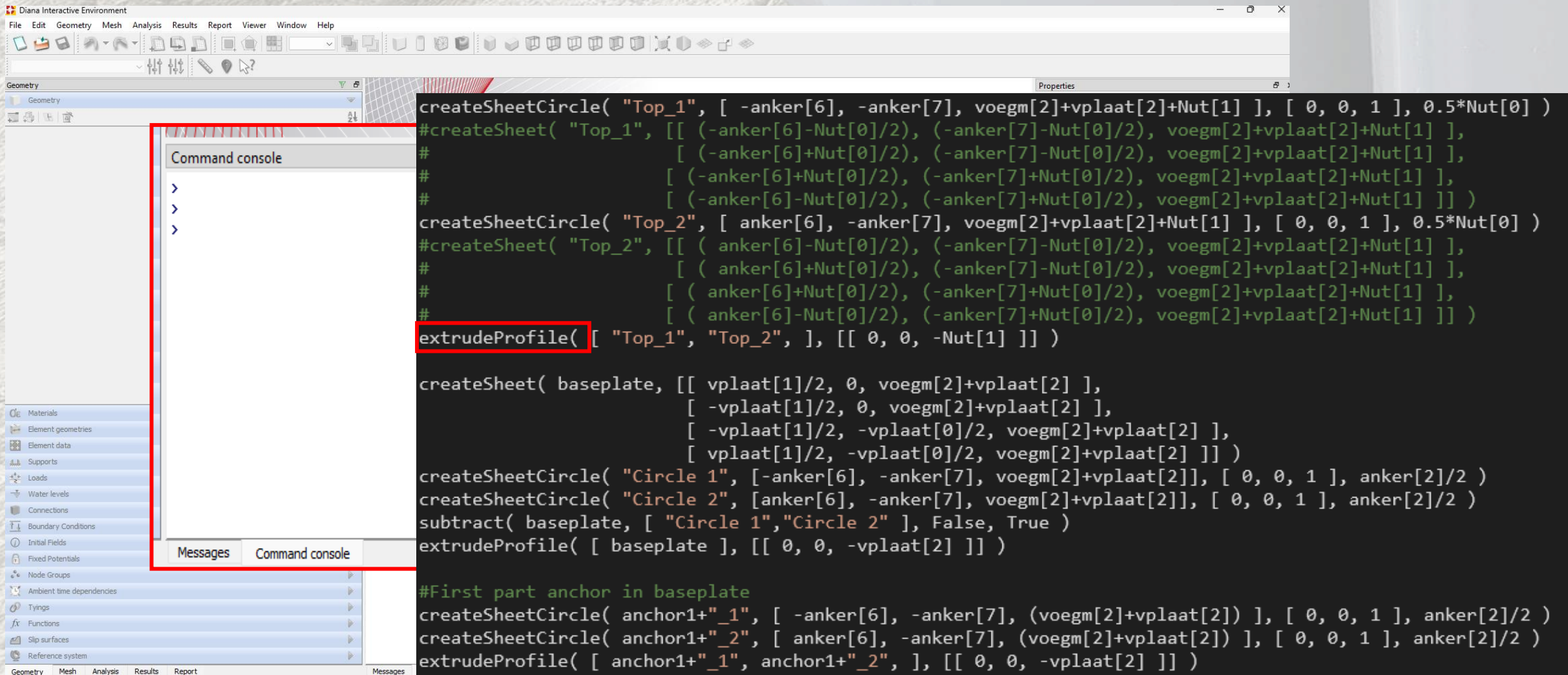
Voeg

```
269 #Moer:
270 #      d,  h,
271 #      mm, mm,
272 Nut = [ 2*anker[2], 0.9*anker[2]]
273 #Ltop = 2*anker[2]
274 #Ttop = 0.9*anker[2] #0,9*d = nutheight
```

Creëren Python script



Creëren Python script



The screenshot shows the Diana Interactive Environment software interface. The 'Command console' window is highlighted with a red rectangle. The console contains a Python script for creating a mechanical part. The script defines a baseplate, two circles, and extrudes a profile. The script is as follows:

```
createSheetCircle( "Top_1", [ -anker[6], -anker[7], voegm[2]+vplaat[2]+Nut[1] ], [ 0, 0, 1 ], 0.5*Nut[0] )
#createSheet( "Top_1", [[ ( -anker[6]-Nut[0]/2), (-anker[7]-Nut[0]/2), voegm[2]+vplaat[2]+Nut[1] ],
# [ ( -anker[6]+Nut[0]/2), (-anker[7]-Nut[0]/2), voegm[2]+vplaat[2]+Nut[1] ],
# [ ( -anker[6]-Nut[0]/2), (-anker[7]+Nut[0]/2), voegm[2]+vplaat[2]+Nut[1] ]] )
createSheetCircle( "Top_2", [ anker[6], -anker[7], voegm[2]+vplaat[2]+Nut[1] ], [ 0, 0, 1 ], 0.5*Nut[0] )
#createSheet( "Top_2", [[ ( anker[6]-Nut[0]/2), (-anker[7]-Nut[0]/2), voegm[2]+vplaat[2]+Nut[1] ],
# [ ( anker[6]+Nut[0]/2), (-anker[7]-Nut[0]/2), voegm[2]+vplaat[2]+Nut[1] ],
# [ ( anker[6]+Nut[0]/2), (-anker[7]+Nut[0]/2), voegm[2]+vplaat[2]+Nut[1] ],
# [ ( anker[6]-Nut[0]/2), (-anker[7]+Nut[0]/2), voegm[2]+vplaat[2]+Nut[1] ]] )
extrudeProfile( [ "Top_1", "Top_2", ], [[ 0, 0, -Nut[1] ]] )

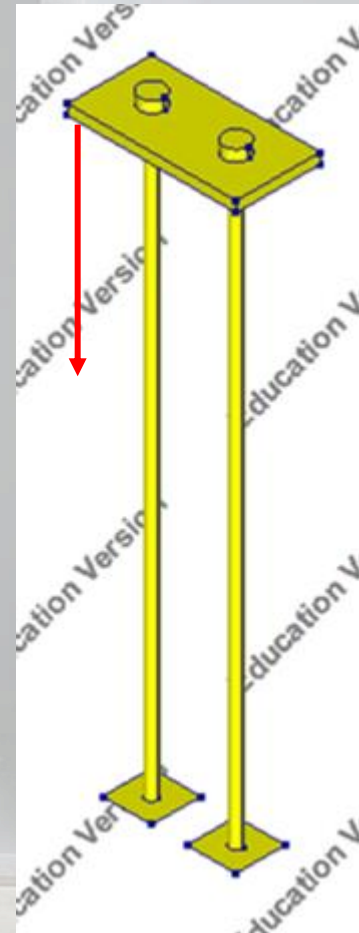
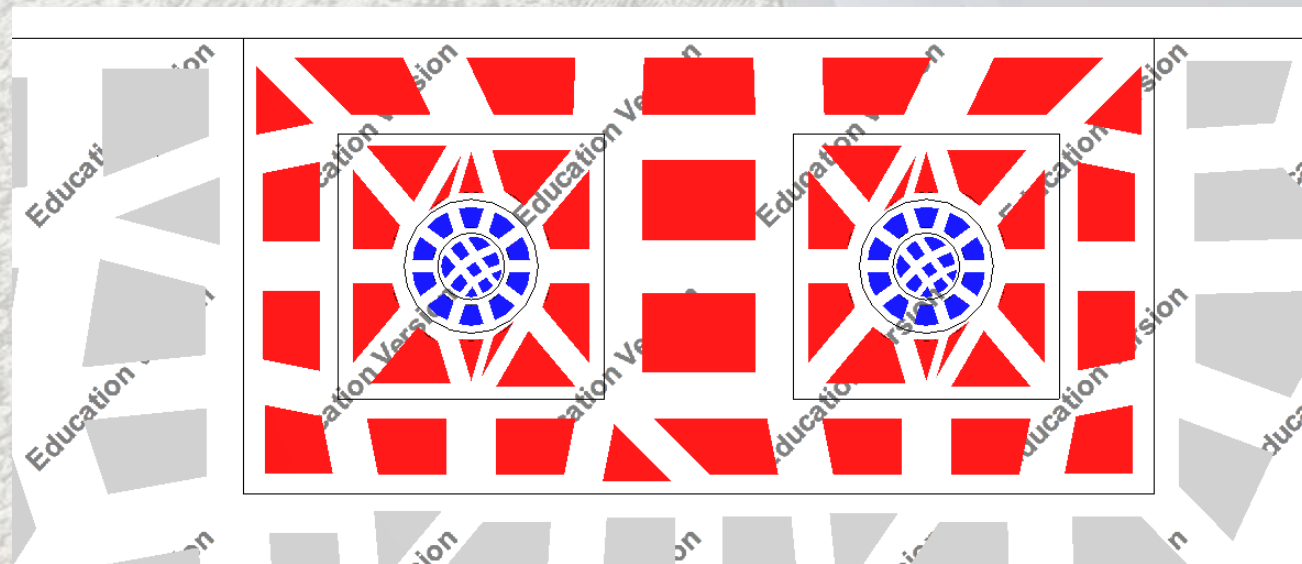
createSheet( baseplate, [[ vplaat[1]/2, 0, voegm[2]+vplaat[2] ],
[ -vplaat[1]/2, 0, voegm[2]+vplaat[2] ],
[ -vplaat[1]/2, -vplaat[0]/2, voegm[2]+vplaat[2] ],
[ vplaat[1]/2, -vplaat[0]/2, voegm[2]+vplaat[2] ]] )

createSheetCircle( "Circle 1", [-anker[6], -anker[7], voegm[2]+vplaat[2]], [ 0, 0, 1 ], anker[2]/2 )
createSheetCircle( "Circle 2", [anker[6], -anker[7], voegm[2]+vplaat[2]], [ 0, 0, 1 ], anker[2]/2 )
subtract( baseplate, [ "Circle 1", "Circle 2" ], False, True )
extrudeProfile( [ baseplate ], [[ 0, 0, -vplaat[2] ]] )

#First part anchor in baseplate
createSheetCircle( anchor1+"_1", [ -anker[6], -anker[7], (voegm[2]+vplaat[2]) ], [ 0, 0, 1 ], anker[2]/2 )
createSheetCircle( anchor1+"_2", [ anker[6], -anker[7], (voegm[2]+vplaat[2]) ], [ 0, 0, 1 ], anker[2]/2 )
extrudeProfile( [ anchor1+"_1", anchor1+"_2", ], [[ 0, 0, -vplaat[2] ]] )
```

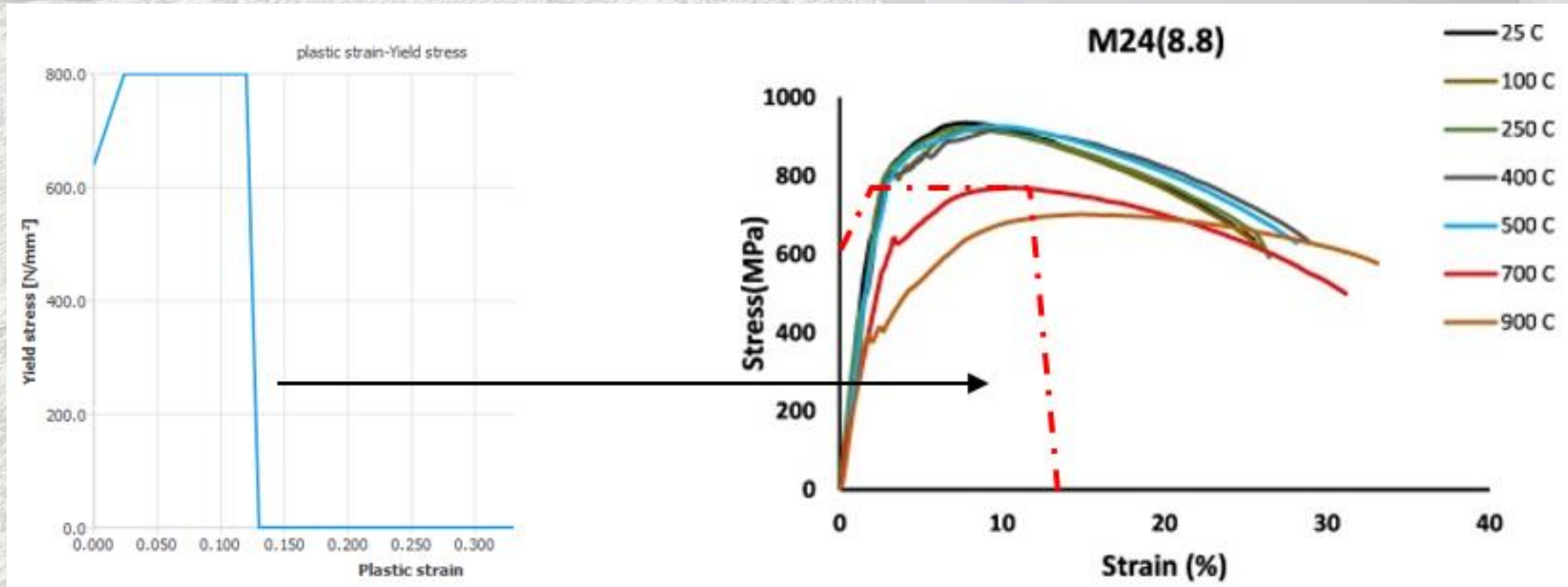
Model keuzes

- Vanaf hoogste punt in Z-as naar onder opgebouwd
- Door de extrusie model geforceerd tot kubusvormige elementen
- Geen piramide- of andere driehoekvormige elementen



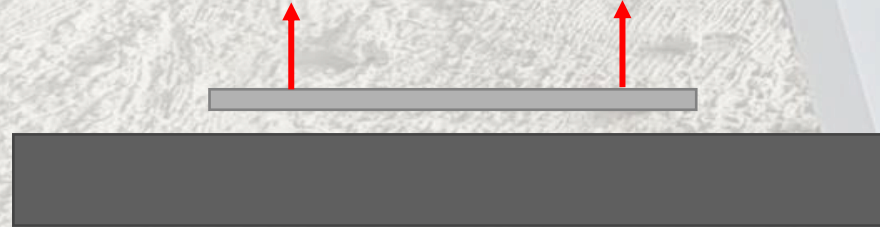
Model keuzes

- Diverse conservatieve keuzes, resultaten niet overschatten.



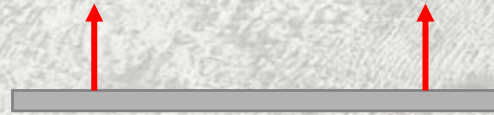
Model analyse

- Uitdaging met mortelvoeg
- 2 fases
 - 1) montage voorspanning met initiele vervorming voetplaat

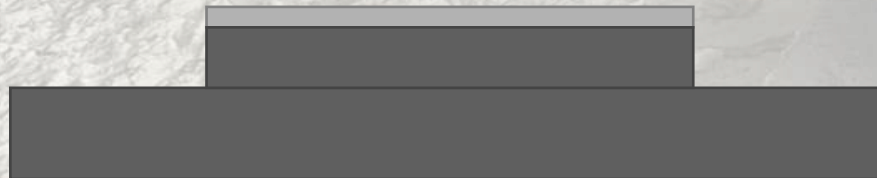


Model analyse

- Uitdaging met mortelvoeg
- 2 fases
 - 1) montage voorspanning met initiele vervorming voetplaat

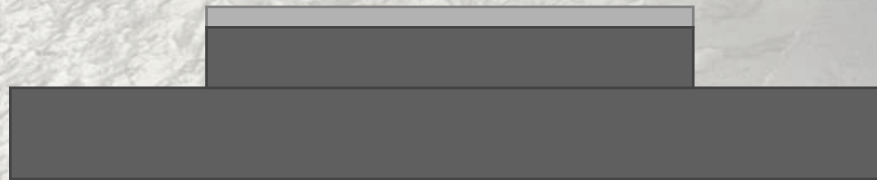


- 2) mortelvoeg in model zodat deze volledig sluitend.



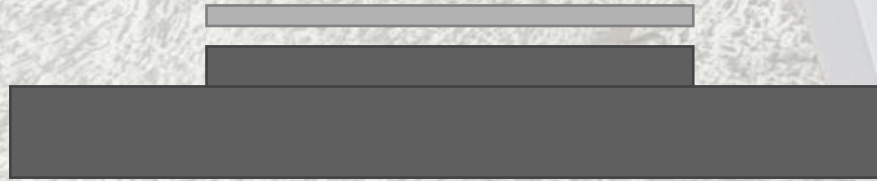
Model analyse

- Uitdaging met mortelvoeg
- 2 fases
 - 1) montage voorspanning met initiele vervorming voetplaat
 - 2) mortelvoeg in model zodat deze volledig sluitend.



Model analyse

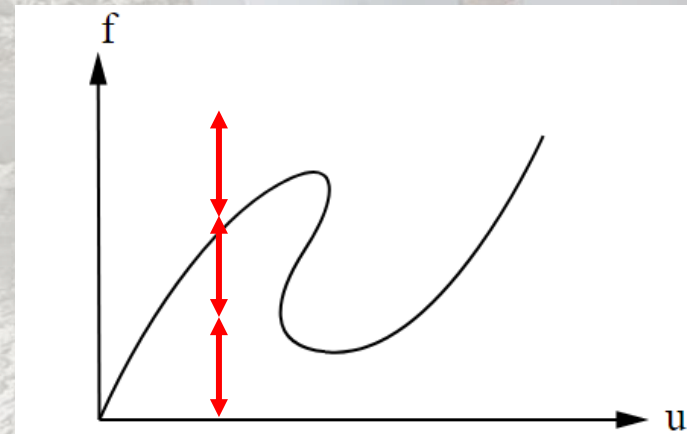
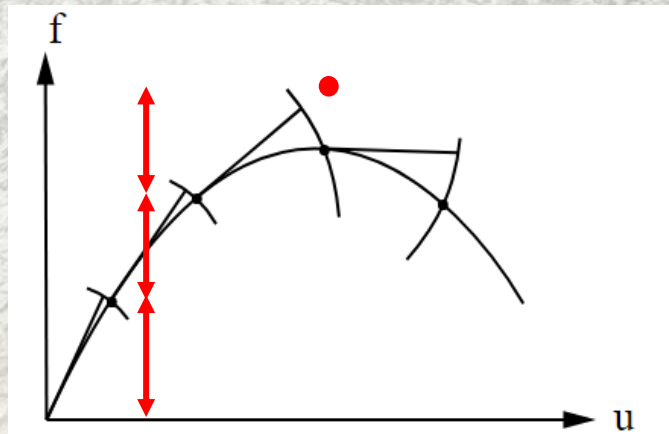
- Uitdaging met mortelvoeg
- 2 fases
 - 1) montage voorspanning met initiele vervorming voetplaat
 - 2) mortelvoeg in model zodat deze volledig sluitend



- Opening zou resulteren in een grote onnauwkeurigheid
- Toename van rekentijd

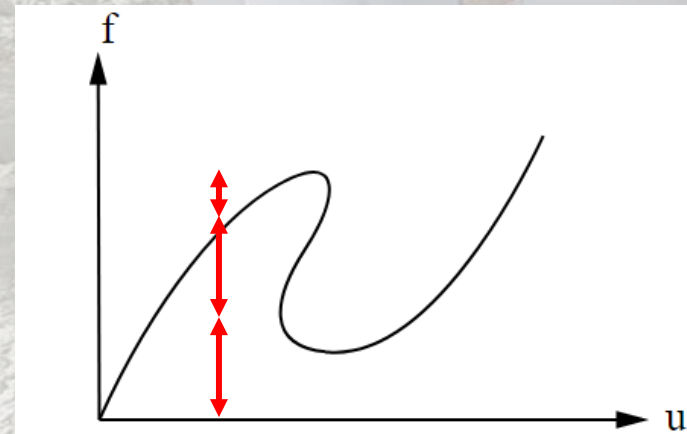
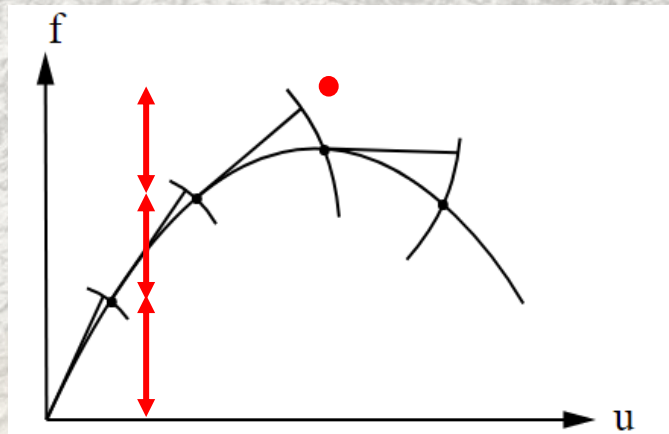
Model analyse

- Horizontale belasting analyse op basis van 'arc length control'
- Indirecte verplaatsinggestuurde rekenmethode
- Bij standaard stapgrootte kan de piek van de capaciteit worden gemist
- Met arc length stappen in verplaatsing terug mogelijk
- Niet lineair gedrag van verbinding analyseren



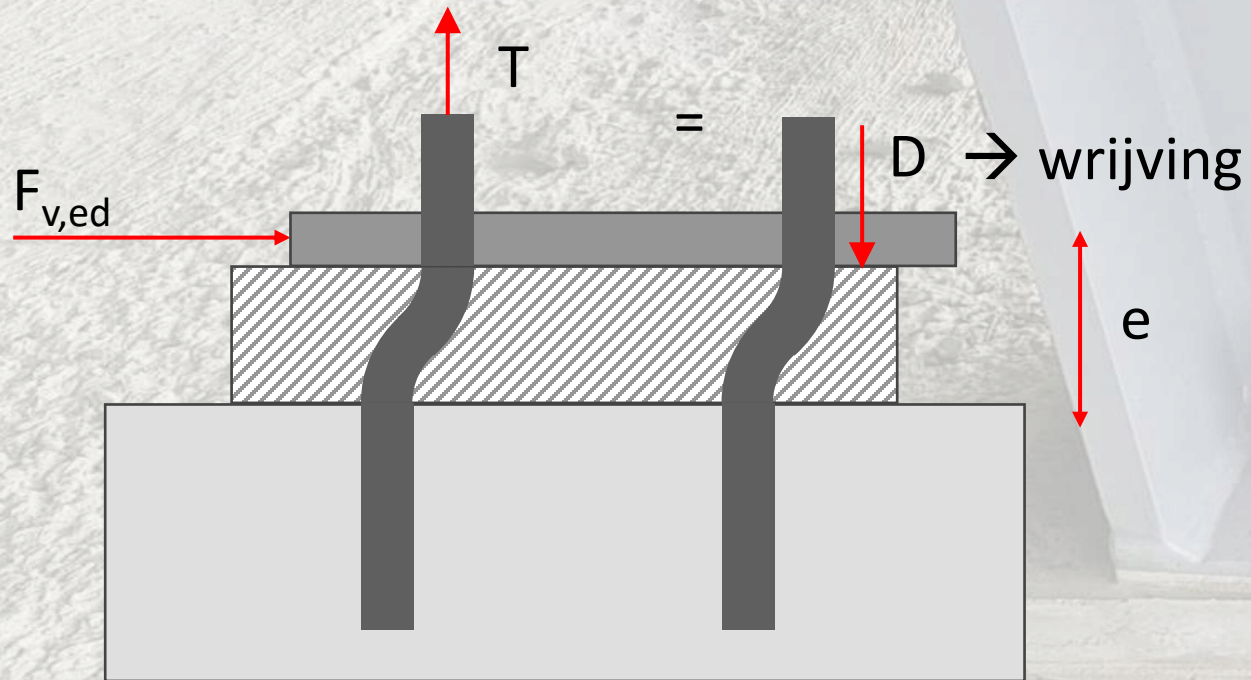
Model analyse

- Horizontale belasting analyse op basis van 'arc length control'
- Indirecte verplaatsinggestuurde rekenmethode
- Bij standaard stapgrootte kan de piek van de capaciteit worden gemist
- Met arc length stappen in verplaatsing terug mogelijk
- Niet lineair gedrag van verbinding analyseren



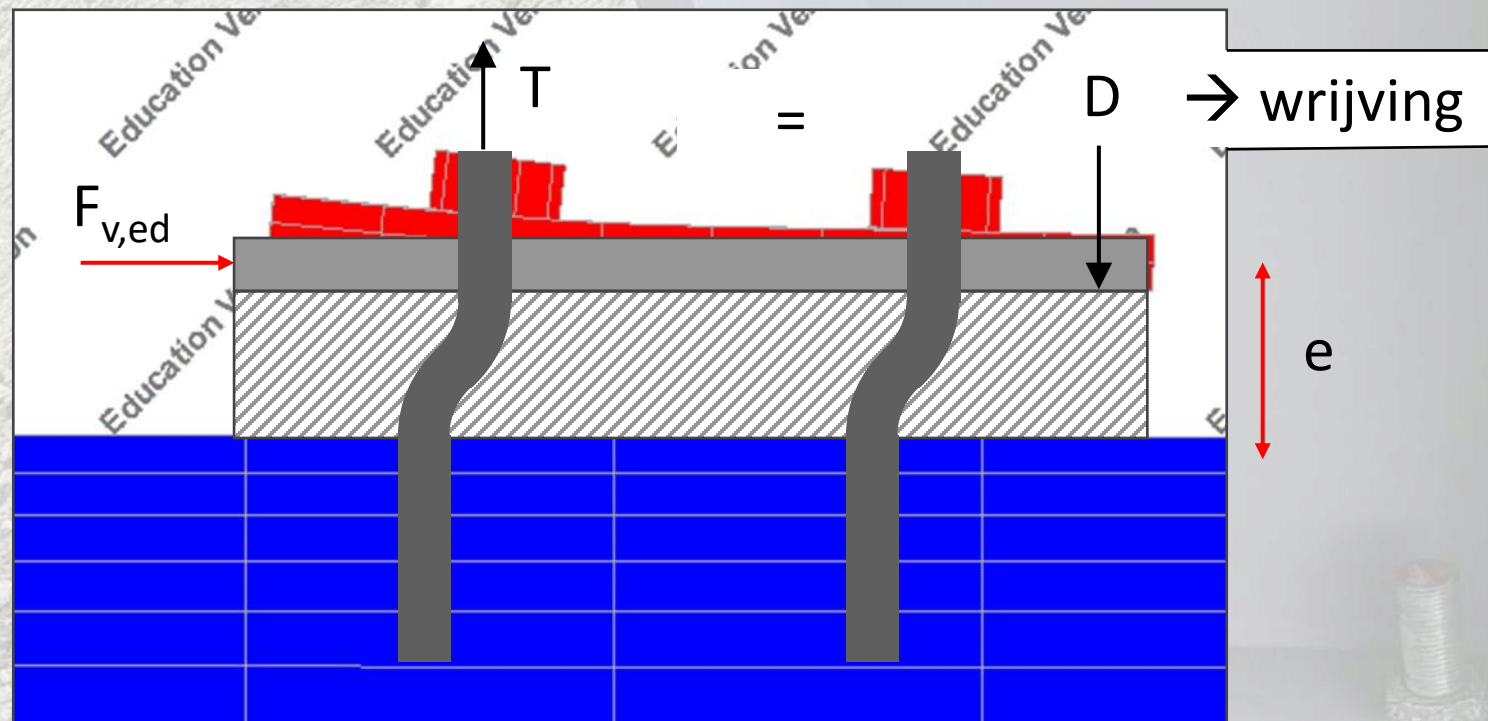
EEM-model - resultaat

- Hypothese van onderzoekers is dat δ_v verhinderd wordt.



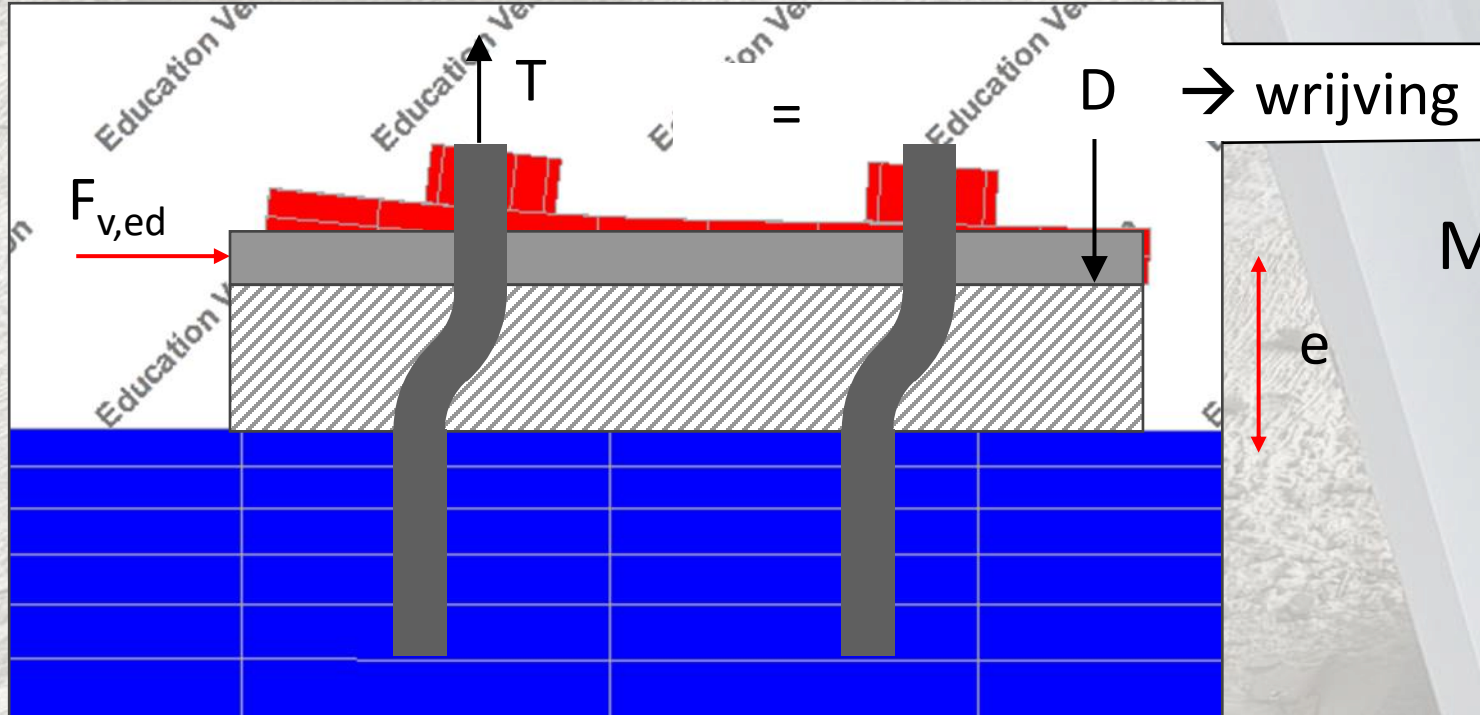
interne belasting: $V + T + W$ (uit D) + M ?

EEM-model - resultaat



interne belasting = $V + T + W + M$

EEM-model - resultaat

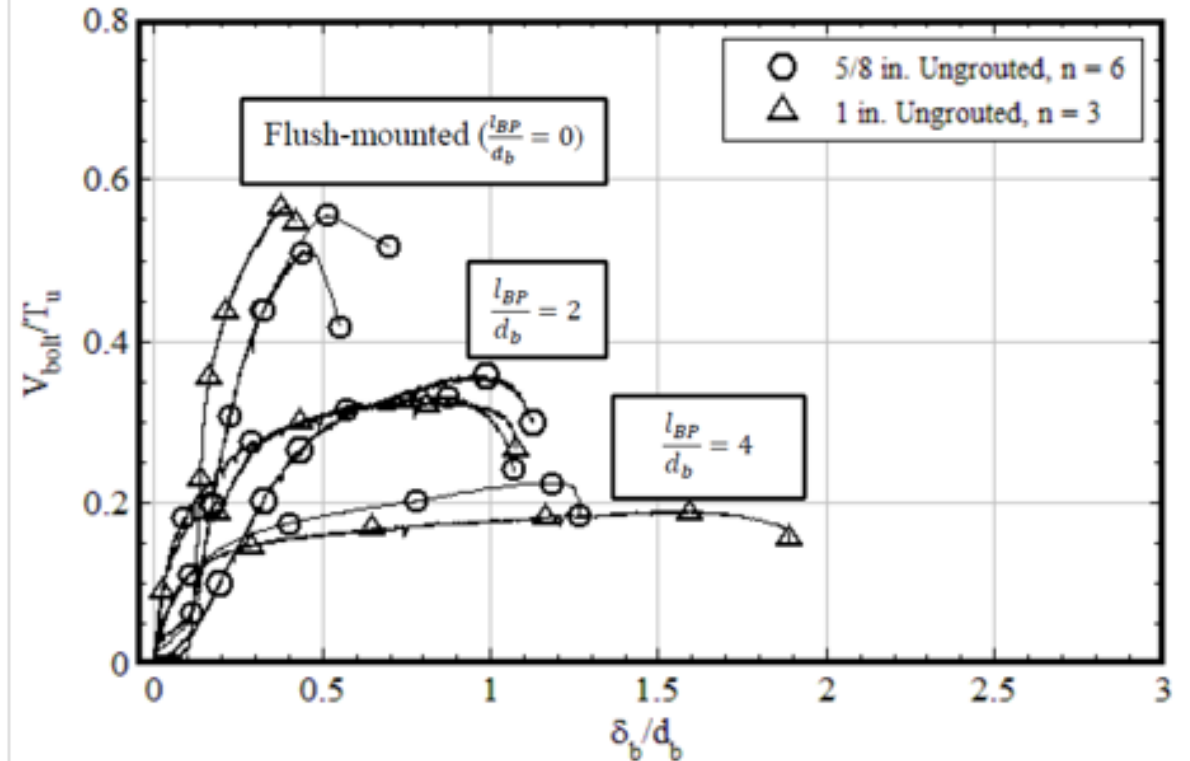
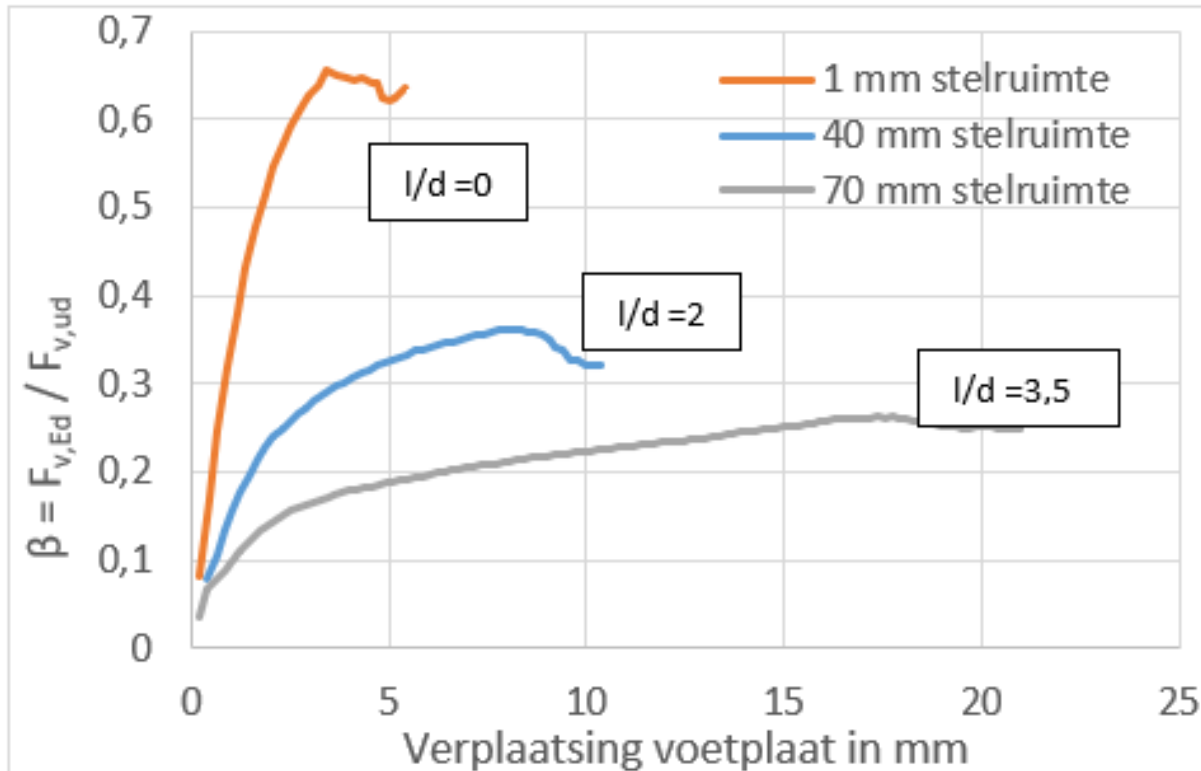


interne belasting = $V + T + W + M$

Model is doorgerekend met

- Hoge wrijving beton- beton en beton - staal, simulatie fysiek proeven
- Gestandariseerder wrijving 30graden beton-beton, geen wrijving voor staal-beton.

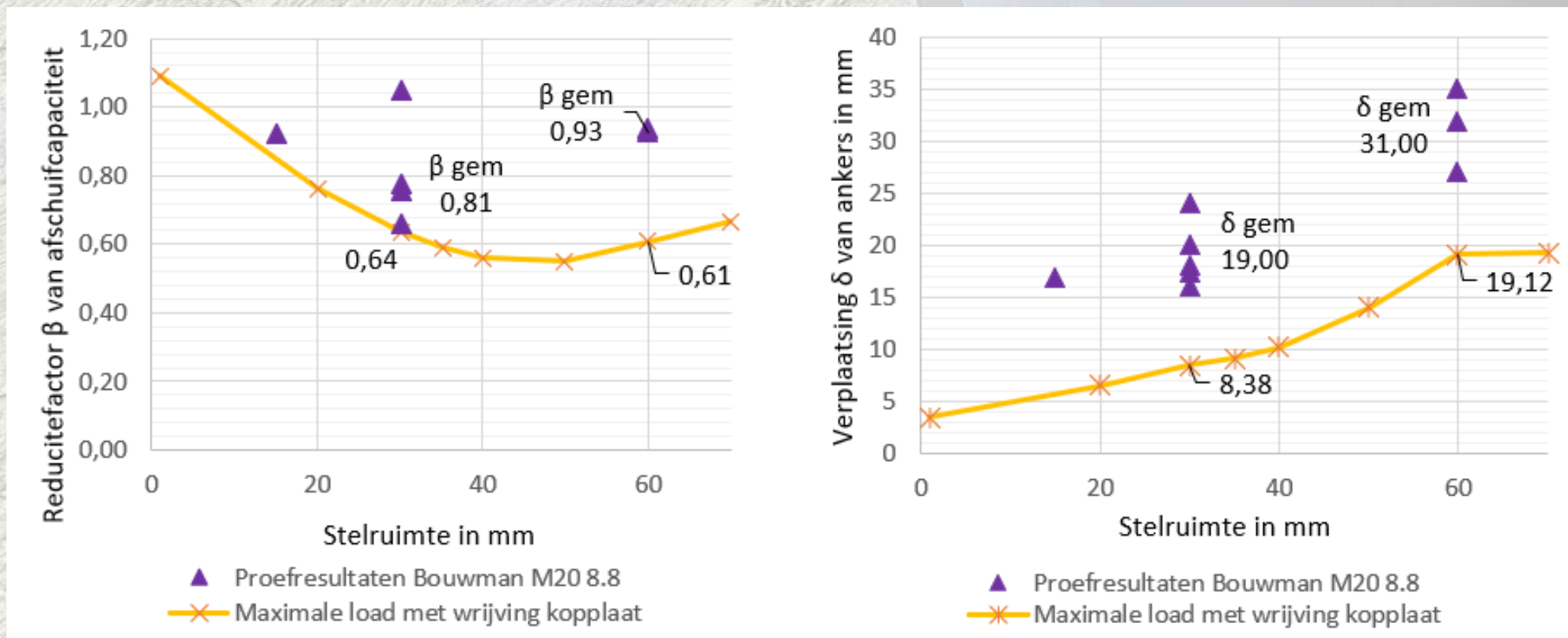
Model validatie - weerstand



figuur 6-11 Krachtverplaatsingsdiagram van drie stelruimtes van M20 8.8 met K70 uit EEM-model en uit de proeven van McBride.

Model validatie - vervorming

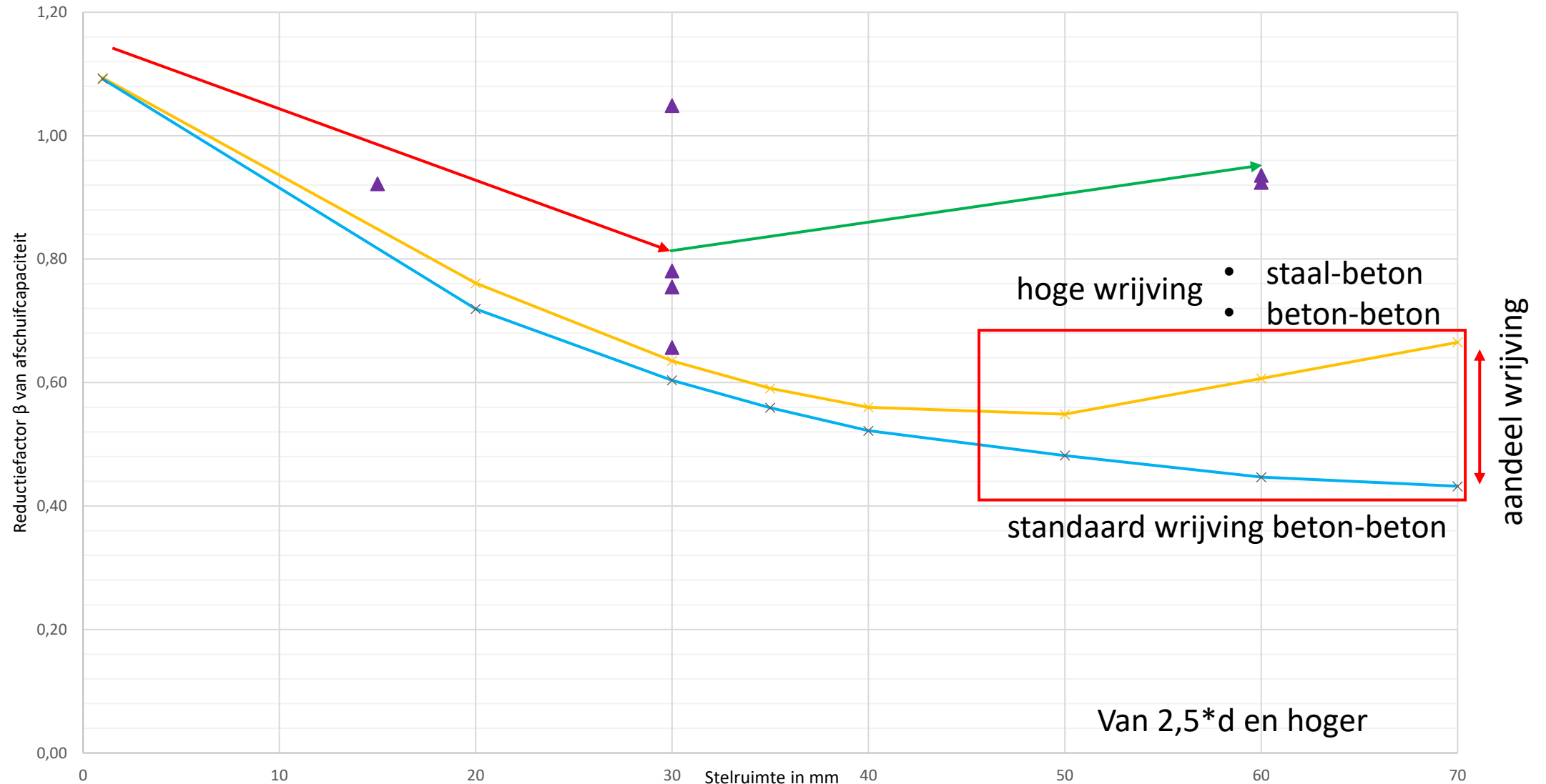
- Model de stijf, geen onderdeel van het onderzoek



Weerstand in verhouding dichter proefresultaten dan de vervorming

EEM-model - resultaten

β volgens EEM-model in relatie tot proefresultaten Bouwman M20 8.8



EEM-model

- Huidige situatie:
- Complex gedrag in verbinding:
- Uit de proeven blijkt:
- Model toont aan:

onduidelijk!

$V + T + M + W$

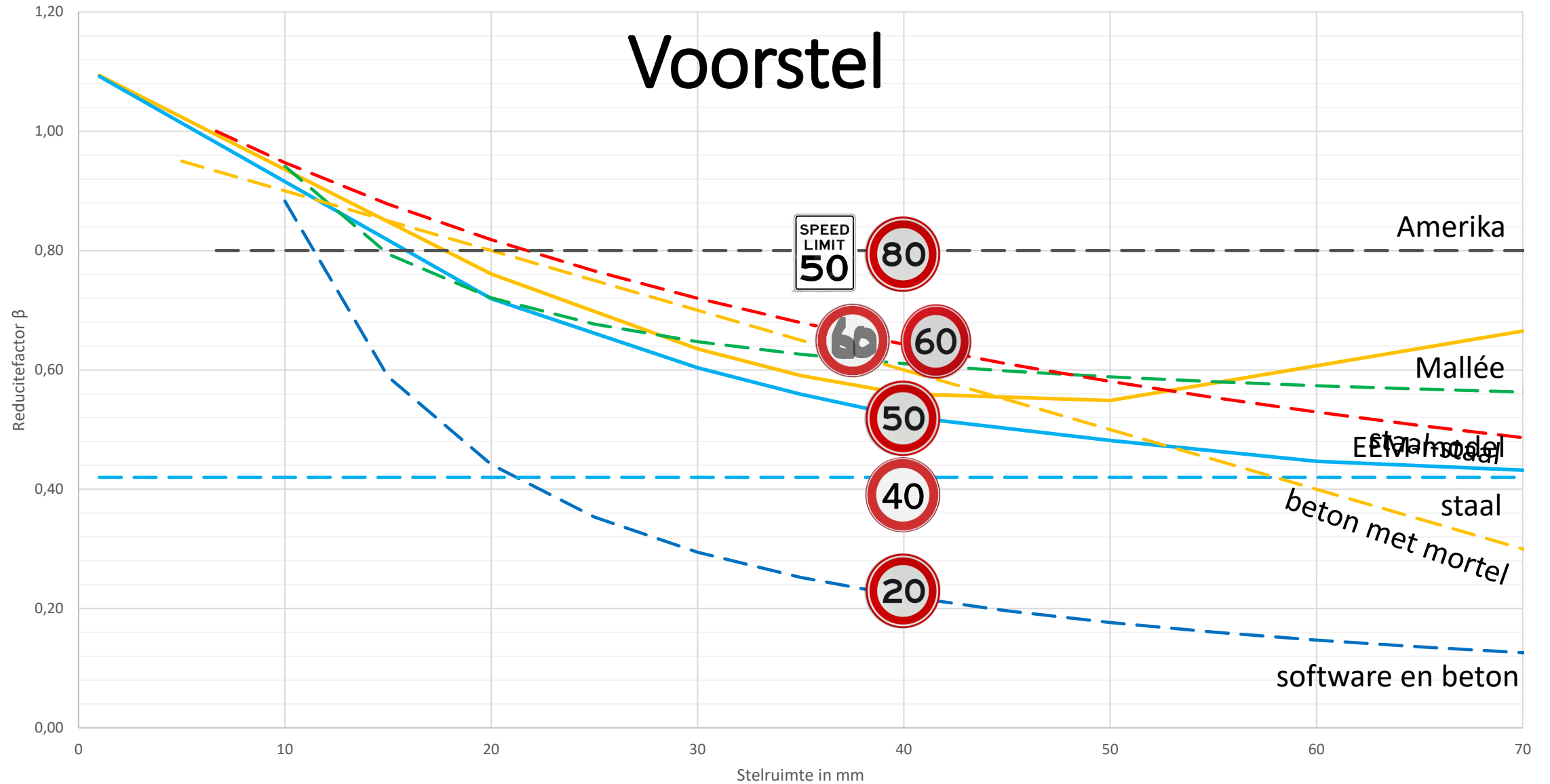
niet alleen M

capaciteit blijft niet afnemen

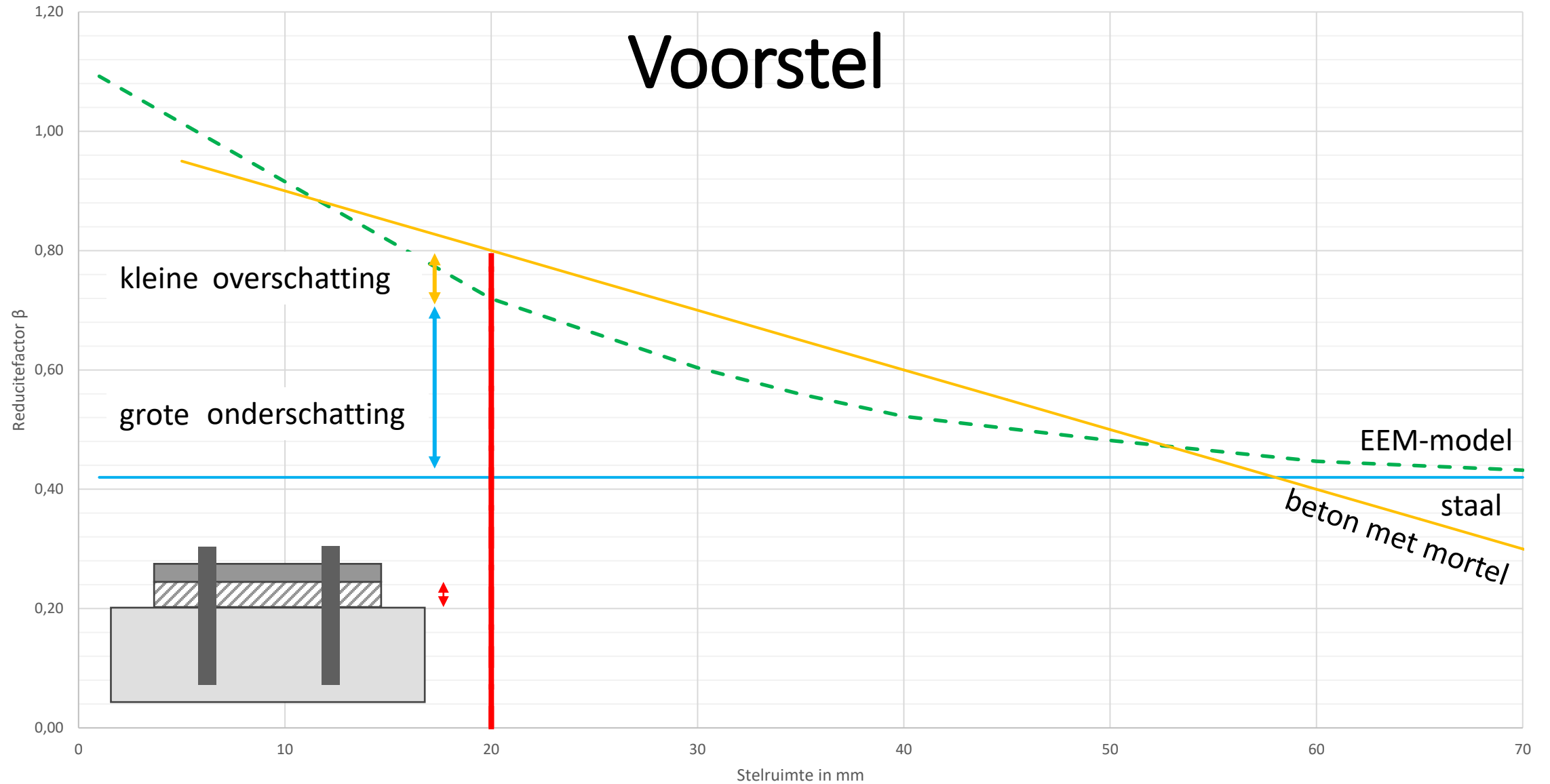
wrijving verhoogt capaciteit

interactie tussen $V + T + M + W$

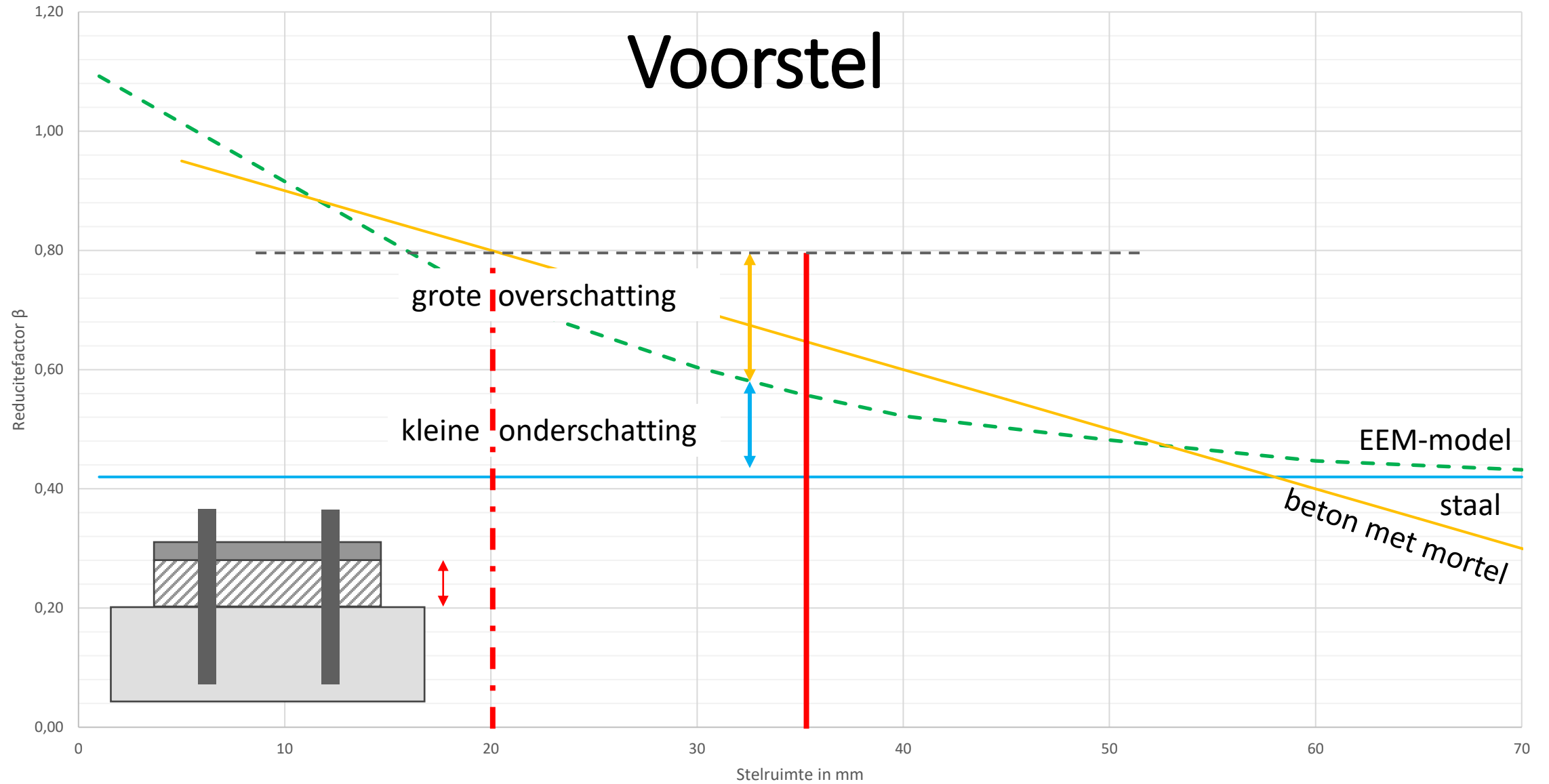
Voorstel



Voorstel



Voorstel



Voorstel

- Stelruimte onzeker? Functie niet afnemend
- Beter onderschatten dan overschatten
- De reductiefactor β volgend uit het EEM-model heeft de zelfde waarde als voorstel van Bouwman/1993-1-8
- Veel randvoorwaarde van 1992-4 blijken onterecht.
- Belangrijk randvoorwaarde over de maximale stelruimte ontbreekt
Een stelruimte in relatie tot de diameter en geen absolute grenswaarde

Voorstel en bovengrens

- Huidige situatie: onduidelijk!
- Complex gedrag in verbinding: $V + T + M + W$
- Uit de proeven blijkt: niet alleen M
capaciteit blijft niet afnemen
- Model toont aan: wrijving verhoogt capaciteit
interactie tussen $V + T + M + W$
- Voorstel model nadert NEN-EN-1993-1-8
maximale stelruimte $= 3 * d$
- Bovengrens extra factoren beschrijven



-goede banden
-droog weer

