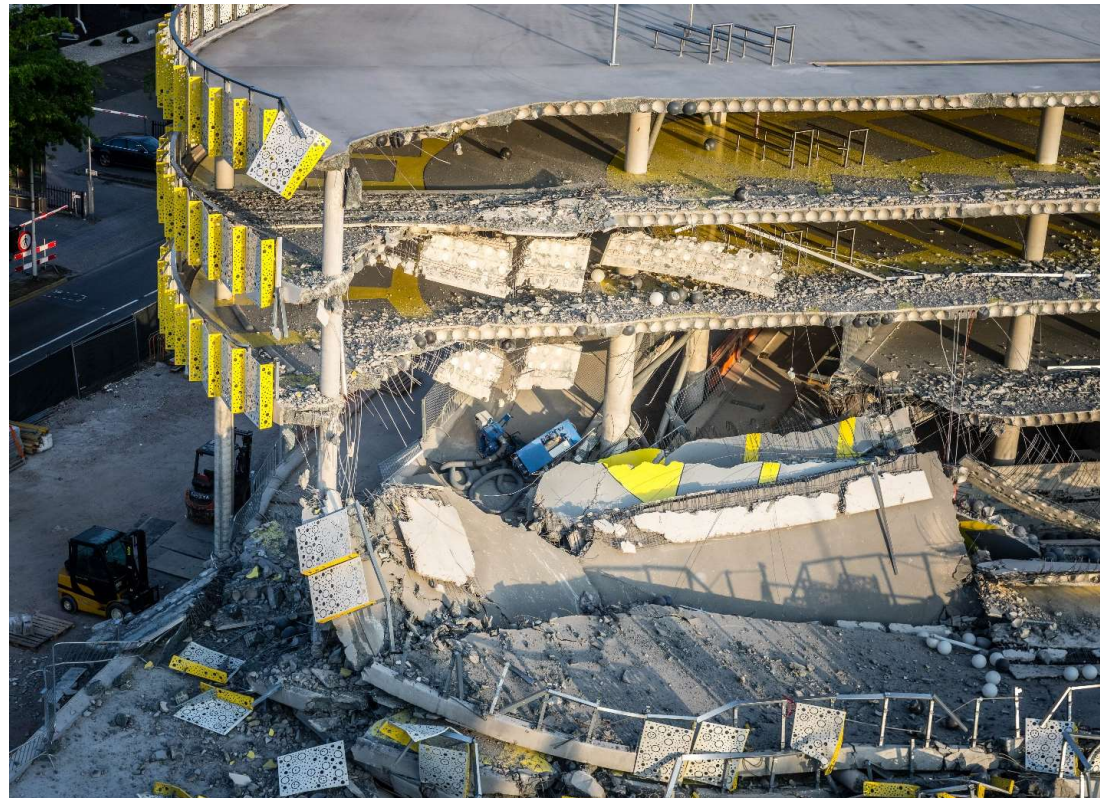


Breedplaten 6 jaar later

Stufib 14-11-2023

TU/e

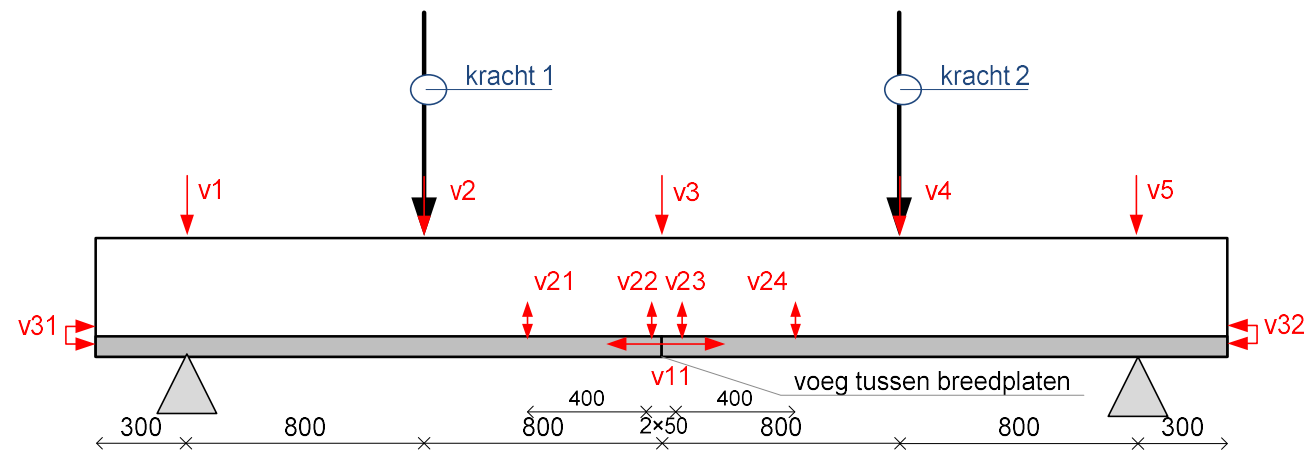
Simon Wijte



Advisering op het gebied van constructies voor gebouwen en civiele werken

Inhoud

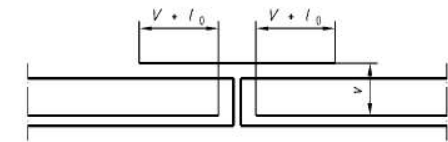
- Nieuwbouw
- Bestaande bouw
- Onderzoek TU/e



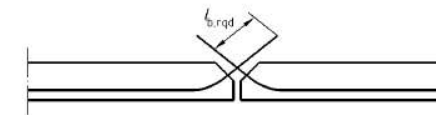
Nieuwbouw

- Bestaande regelgeving
- NEN-EN 13747 [2005/A2:2010]
Vooraf vervaardigde betonproducten
– Breedplaatvloeren
- informatieve bijlage F beschrijft het kritische detail

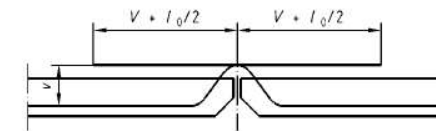
Examples of reinforcement details between adjacent floor plates are shown in Figure F.1. Where partial or total mechanical continuity across the connection is to be relied upon, the relevant details from the design criteria may be adopted and detailed.



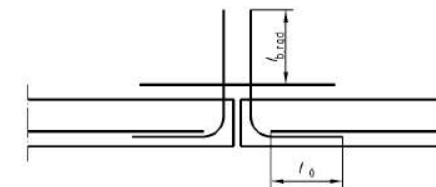
a) with additional bars placed in cast-in-situ concrete



b) with protruding floor-plate reinforcement



c) with protruding bent floor plate reinforcement



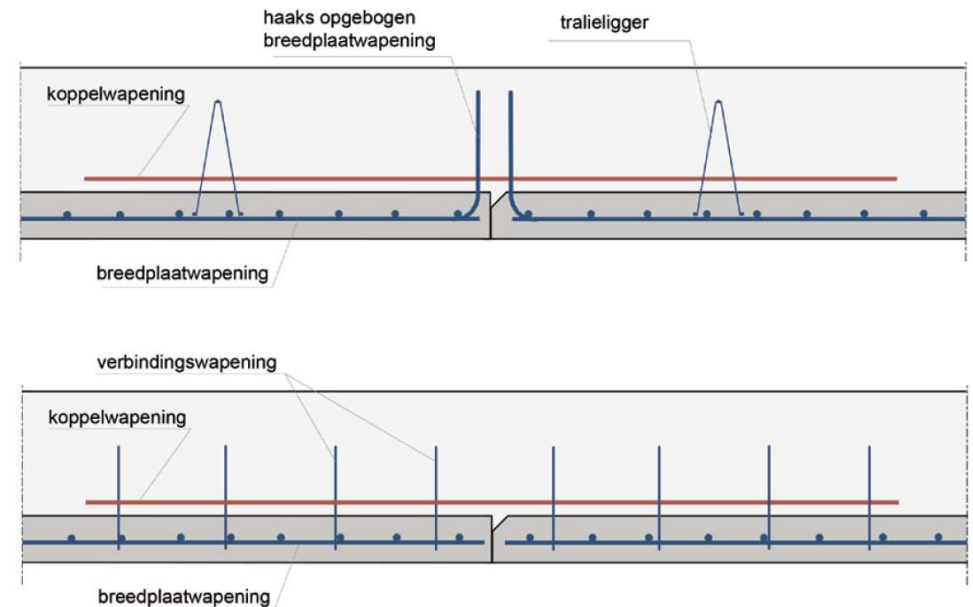
d) by additional reinforcement anchored in the floor plate

Figure F.1 — Examples of reinforcement detailing between adjacent floor plates
(cross section to span direction)

Nieuwbouw – Cement 2020-04

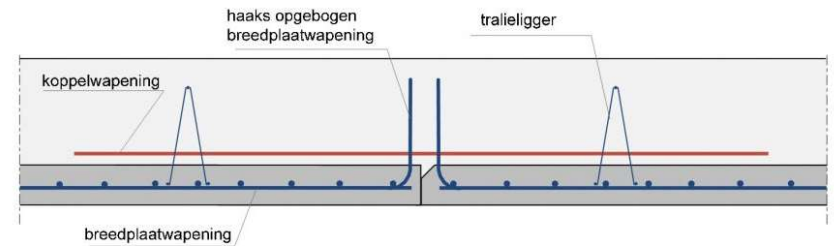
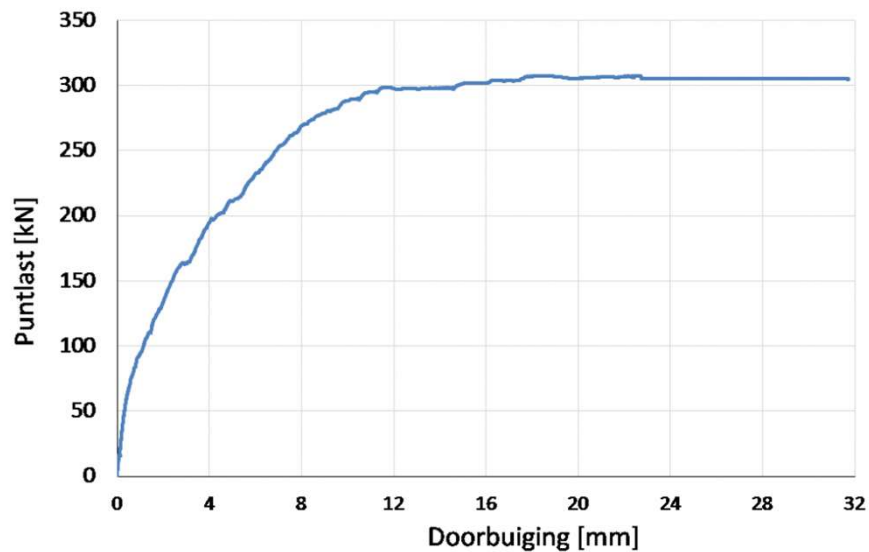
Achtergronden nieuwbouwregels detaillering breedplaatvloeren

- Elk principe van een oplossing:
 - moet rekenkundig en experimenteel zijn onderbouwd
 - moet voldoen aan het uitgangspunt dat bezwijken optreedt na het vloeien van de breedplaat- of koppelwapening



Nieuwbouw – Cement 2020-04

De eerste oplossing is beproefd ten behoeve van de herbouw van de parkeergarage (proefstuk BAM-Cobiax 5-2)

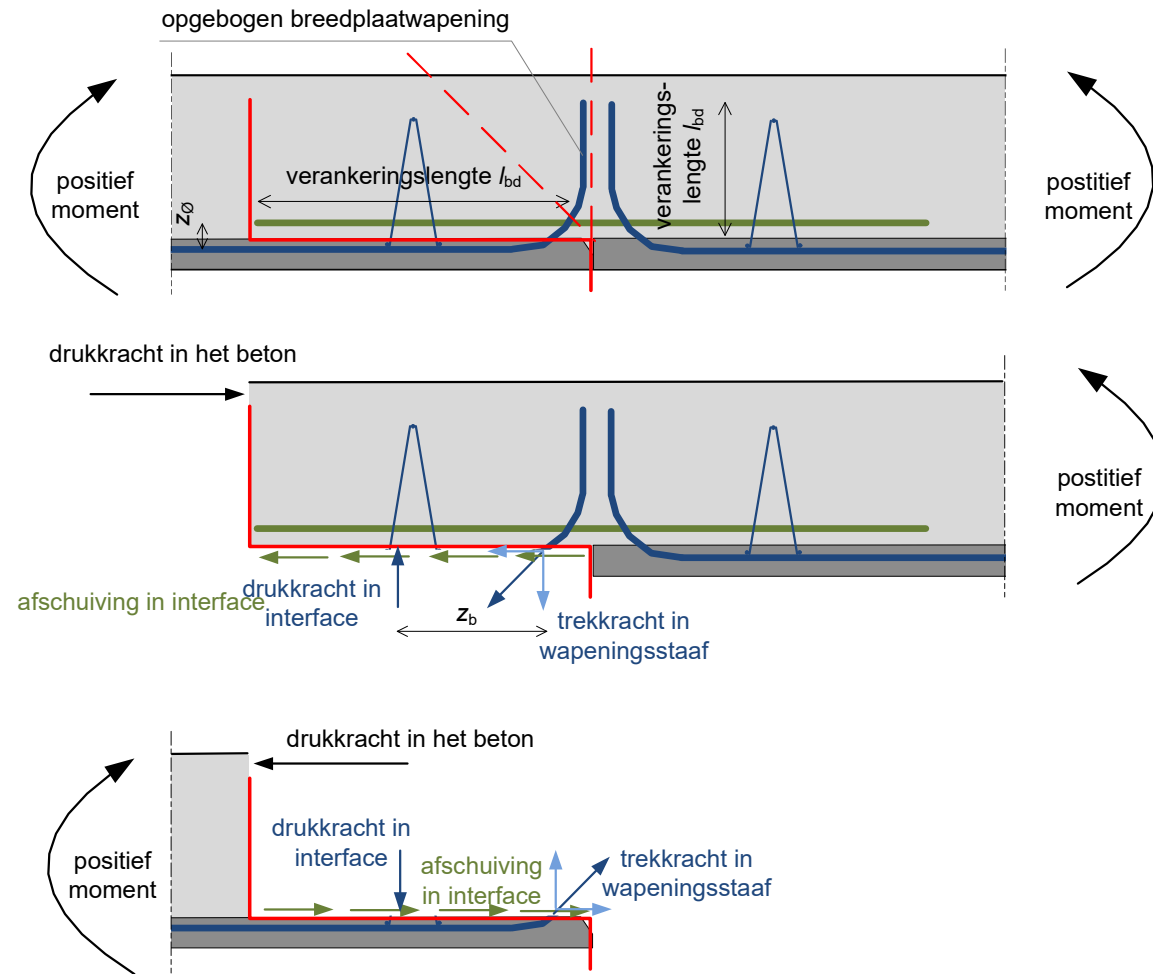




Nieuwbouw – Cement 2020-04

Het artikel beschrijft de wijze waarop een rekenkundige onderbouwing van de verbinding met deze detaillering onderbouwd kan worden:

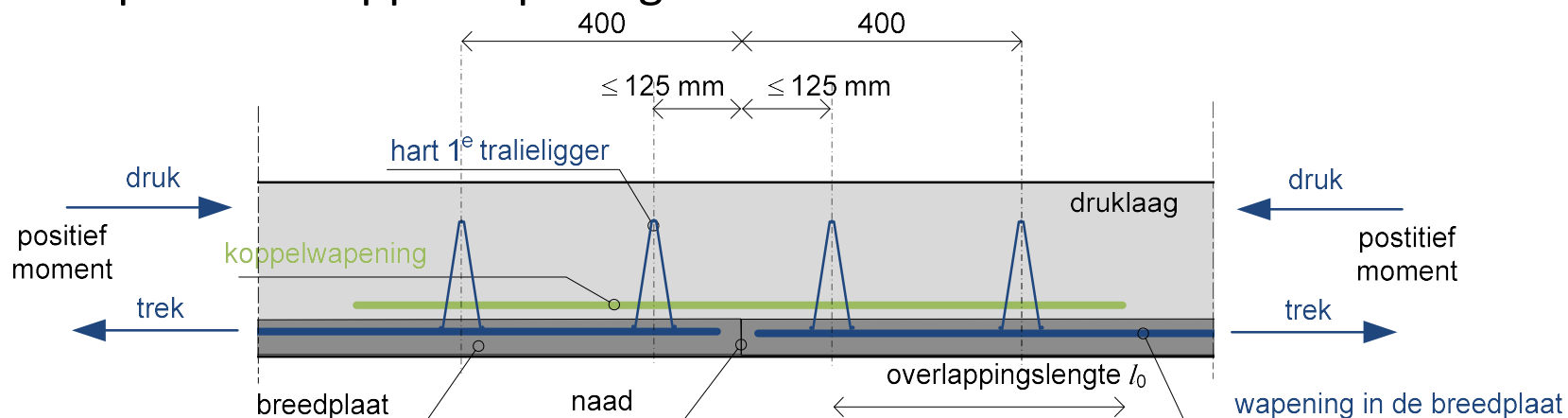
- vloeien koppelwapening
- verankeringslengte koppelwapening
- afschuiving aansluitvlak
- verankering van opgebogen breedplaatwapening



Nieuwbouw – Cement 2022-05

Verbeterd kritisch detail bij breedplaatvloeren; Wijte en Otterspoor

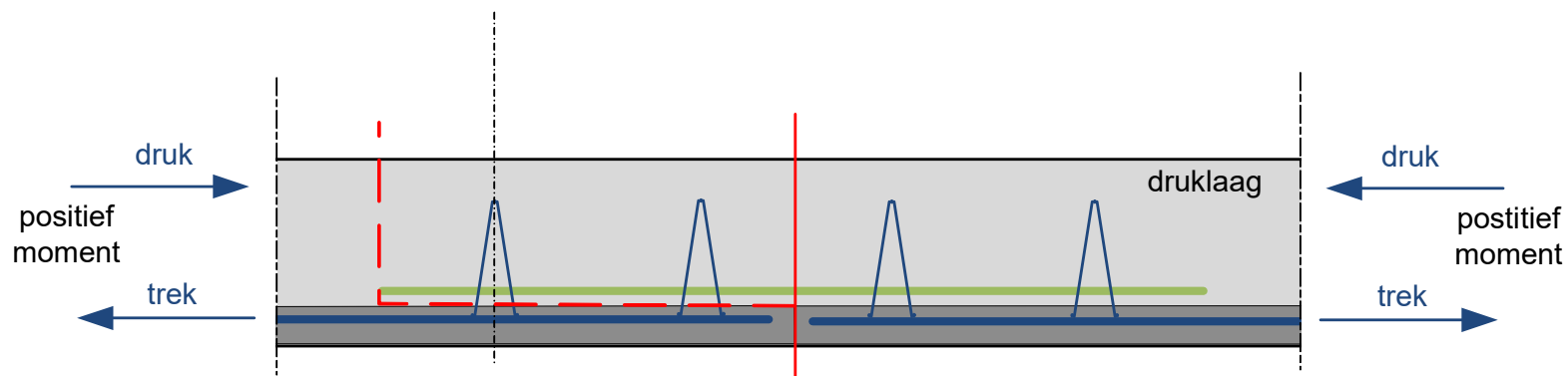
- Uitvoering van het detail met de 'traditionele' tralieligger
- Elk principe van een oplossing:
 - moet rekenkundig en experimenteel zijn onderbouwd
 - moet voldoen aan het uitgangspunt dat bezwijken optreedt na het vloeien van de breedplaat- of koppelwapening



Nieuwbouw – Cement 2022-05

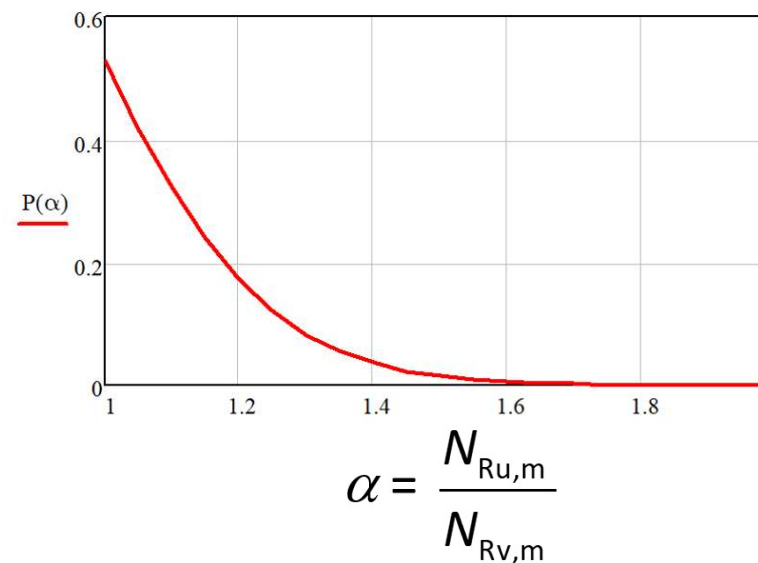
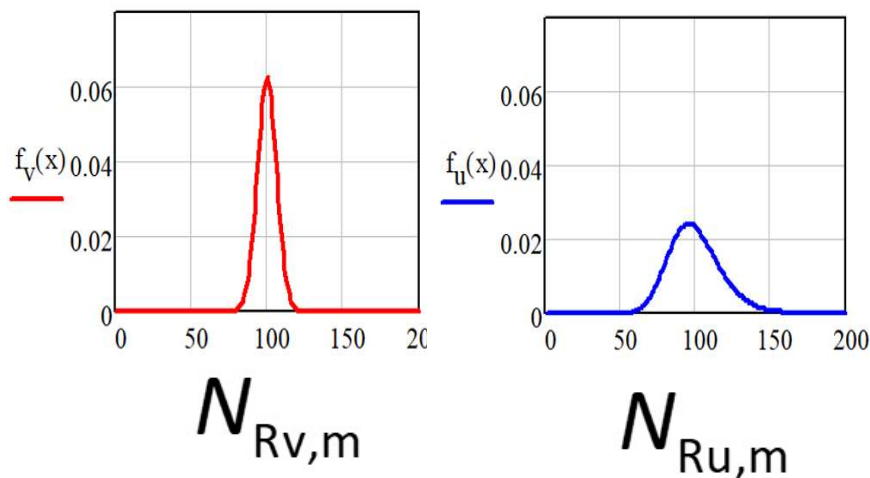
Bij deze detaillering zijn twee bezwijkmechanismen mogelijk

- afschuiven van het aansluitvlak / uittrekken tralieligger
bros
- vloeien van de wapening
ductiel



Nieuwbouw – Cement 2022-05

Het brosse gedrag moet voorkomen worden. Daarom is gekeken naar de verdeling van de weerstand bij beide mechanismen en de vereiste afstand tussen beide om een voldoende kleine kans te krijgen dat bros bezwijken optreedt



α	P
1,18	0,20
1,22	0,15
1,28	0,10
1,36	0,05
1,47	0,02
1,54	0,01

$$\alpha = \frac{N_{Ru,m}}{N_{Rv,m}}$$

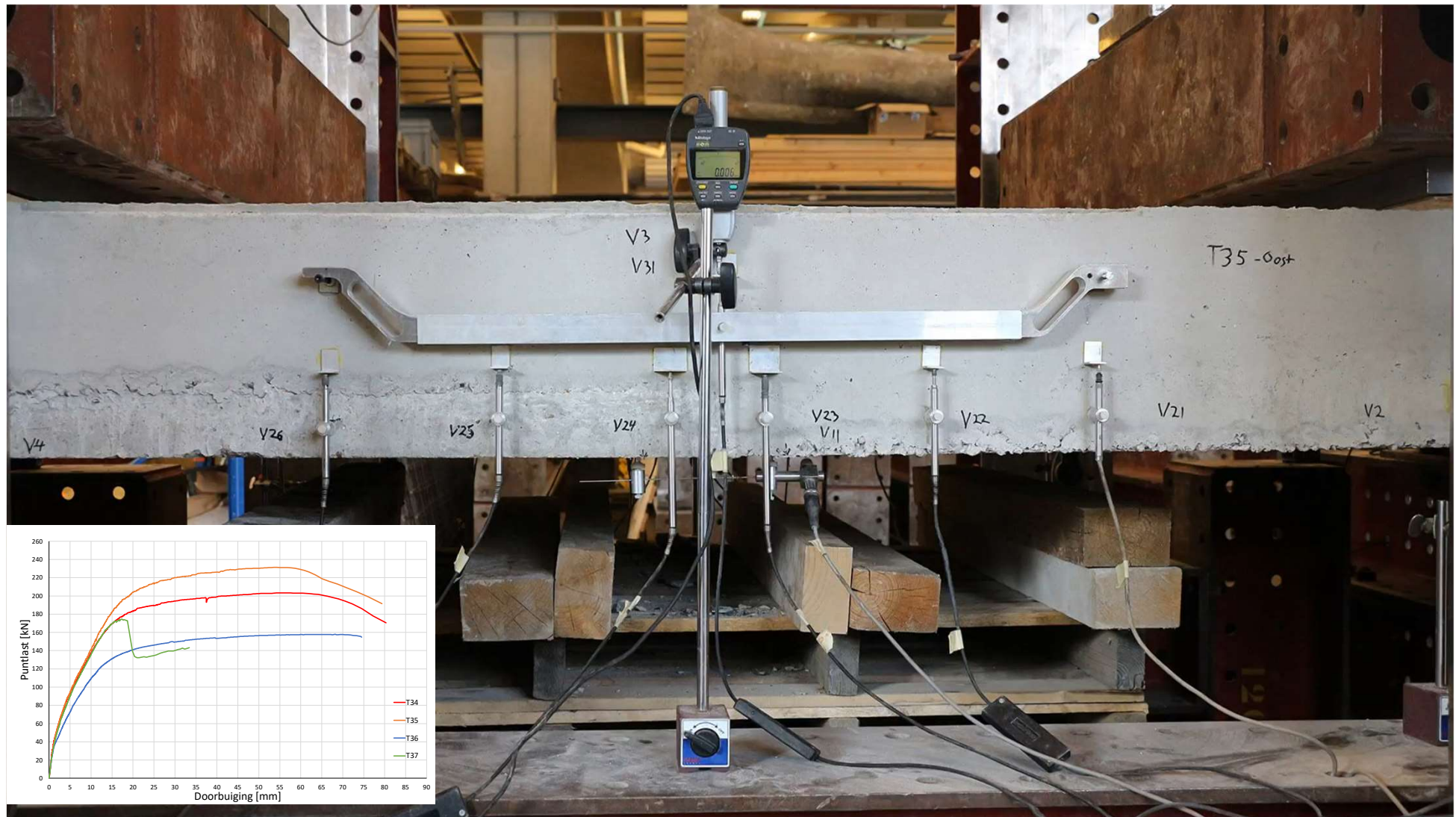
Nieuwbouw – Cement 2022-05

Om de modellen voor de mechanismen te testen zijn 4 proefstukken vervaardigd waarbij, op basis van de ontwerpuitgangspunten vloeien en afschuiven dicht bij elkaar liggen als te verwachte bezwijkmechanisme

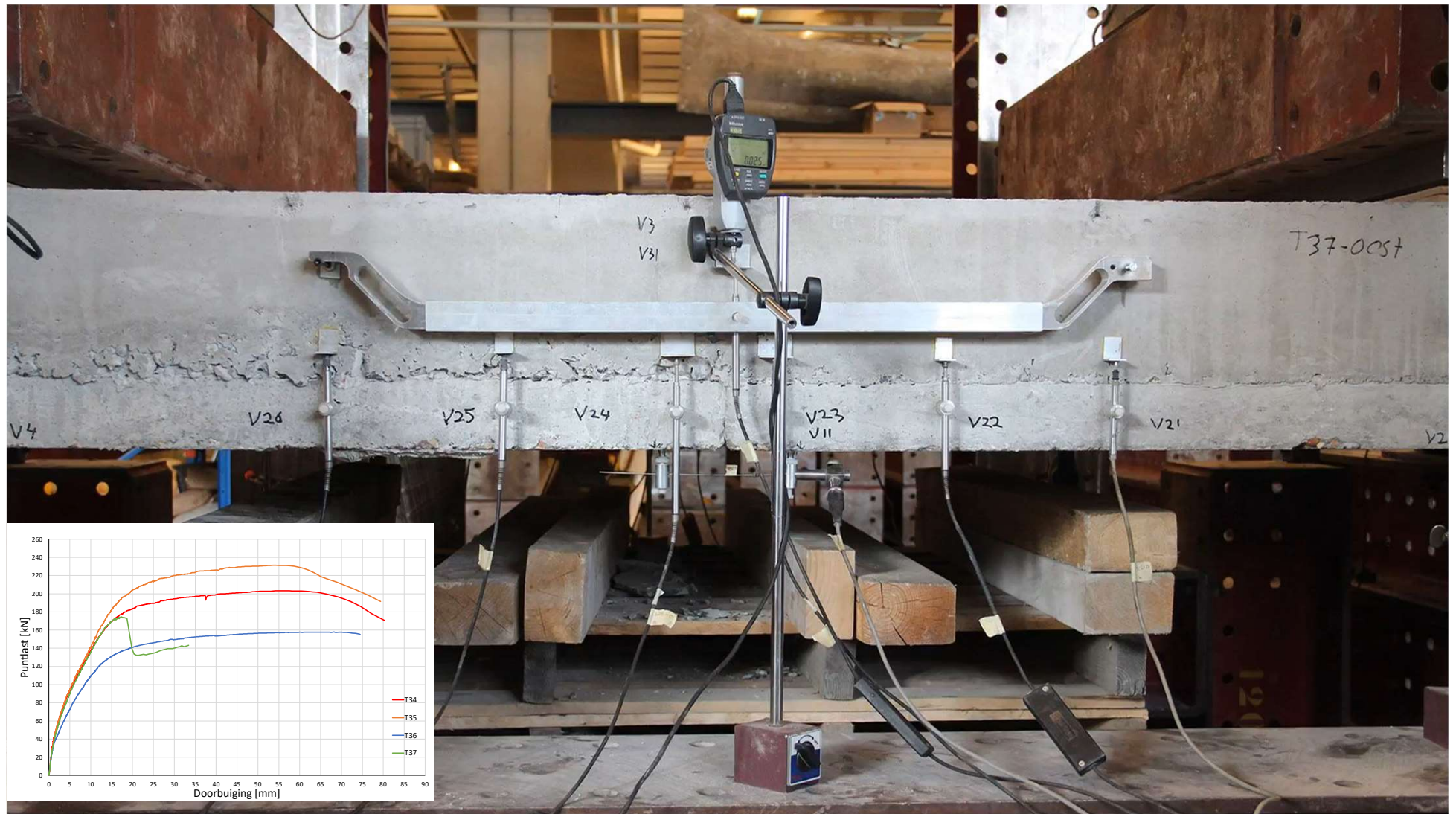
proefstuk	koppelwapening	lengte koppelwapening vanaf de naad [mm]	gemiddelde weerstand koppelwapening [kN]			verwachte bezwijklast volgens modellen [kN]
			vloei	schuifsterkte aansluitvlak	uittrekken tralieligger	
T34	16Ø12	710	974	1079	872	197
T35	18Ø12	710	1096	1079	872	217
T36	13Ø12	525	792	902	596	161
T37	16Ø12	525	974	902	596	183

proefstuk	gemiddelde betonkubusdruksterkte [MPa]		gemiddelde weerstand koppelwapening [kN]			verwachte bezwijklast [kN]	geconstateerde bezwijklast
	breedplaat	druklaag	vloei	schuifsterkte aansluitvlak	uittrekken tralieligger		
T34	50,7	48,1	974	1131	1024	198	203
T35	50,7	48,1	1096	1131	1024	223	231
T36	52,4	51,3	792	945	717	162	158
T37	52,4	51,3	974	945	717	195	175

T35



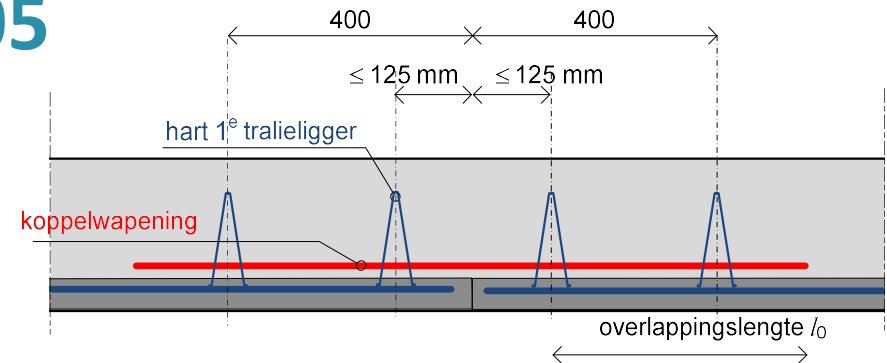
T37



Nieuwbouw – Cement 2022-05

Uitwerking in ontwerp NEN 6726-3

- de uitvoering van het detail is overeenkomstig figuur;
- de kwaliteit van het beton van de breedplaat en de druklaag is ten minste gelijk aan C30/37;
- de tralieliggers met twee onderstaven, één bovenstaaf die in de zijvlakken met diagonalen zijn verbonden, voldoen aan specifieke eisen
- detaillering koppelwapening volgens tabel

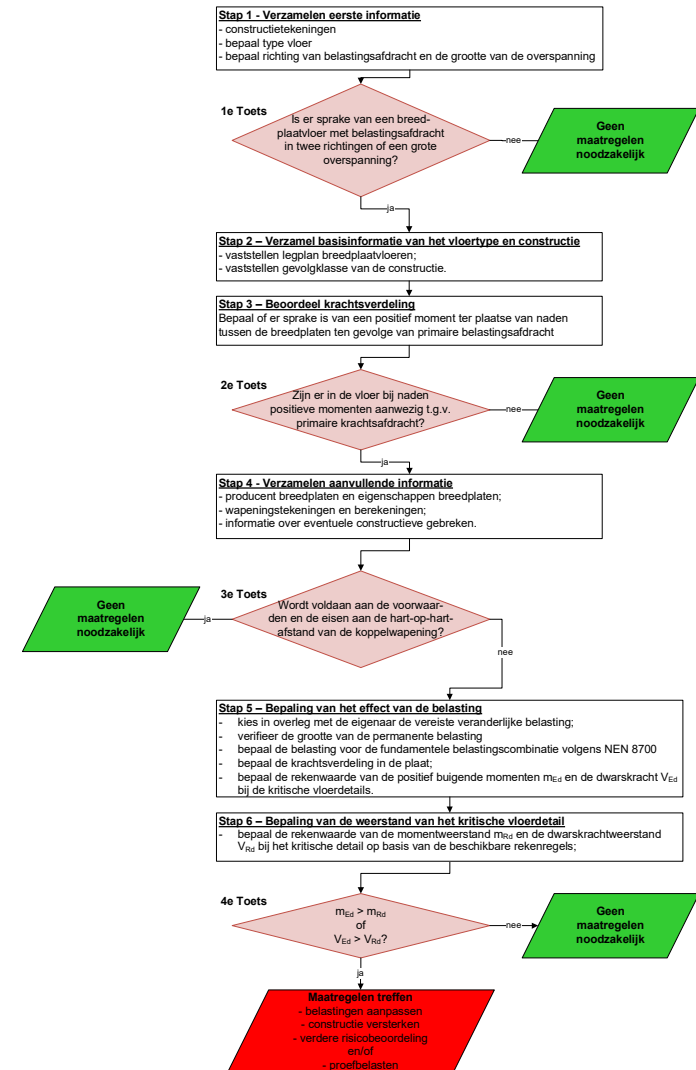
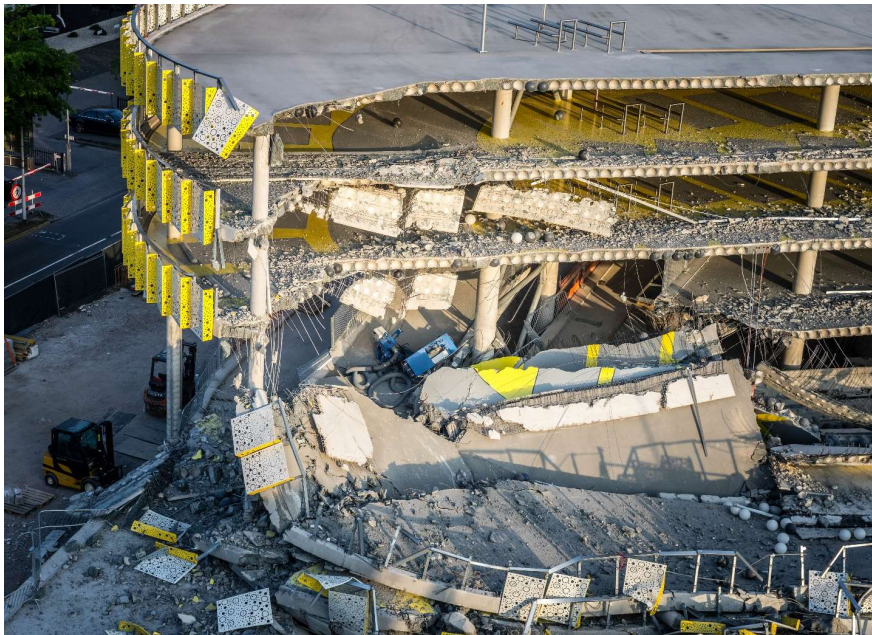


$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $f_{ck,bp} = 30 \text{ MPa}$		$\emptyset$ [mm]			
		8	10	12	16
l_o [mm]		435	510	585	735
d_t [mm]	20	125	135	180	-
	22	120	135	180	-
	24	105	135	175	-
	26	95	125	155	-
	28	85	110	140	-
	30	75	100	125	235

Bestaande bouw

Onderzoeksplicht voor CC3 gebouwen

Stappenplan 2019

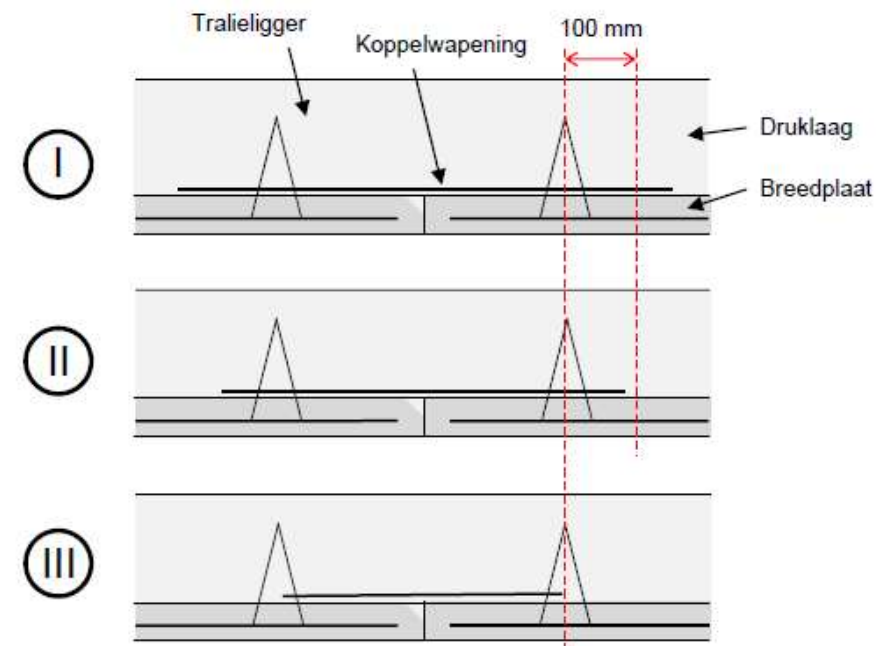


Bestaande bouw

Onderzoeksplicht voor CC2 gebouwen?

Aanvullend onderzoek van TNO, waaraan Hageman heeft bijgedragen.

- In dit onderzoek is de bewezen sterkte van bestaande vloeren meegenomen.
- Ten behoeve van dit onderzoek zijn aanvullende proeven gedaan met relatief korte koppelwapening.



Bestaande bouw

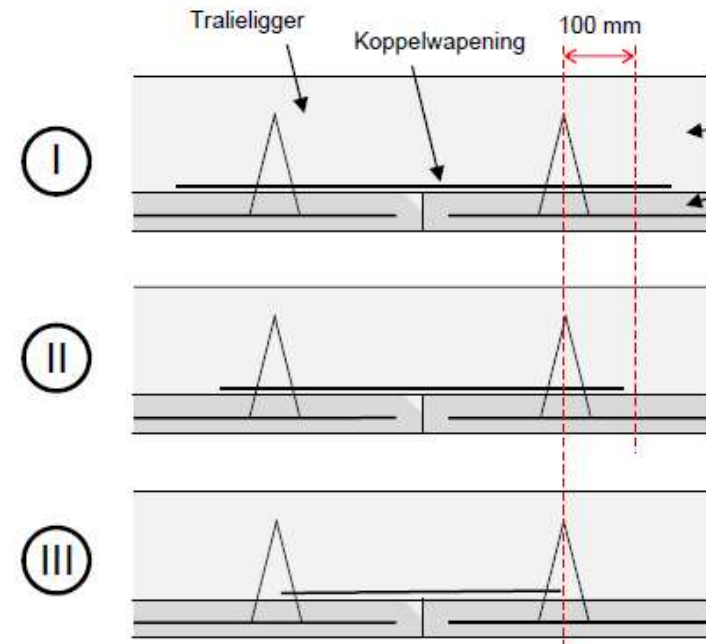
Aanvullend inzicht in bezwijkmechanismen

- Afschuifmodel

- Bij het afschuifmodel is impliciet de verankering van de koppelwapening meegenomen
- Bij het afschuifmodel is de bijdrage van de aansluitvlakdoorkruisende wapening(tralieligger) onafhankelijk van de effectieve lengte
- Dit tezamen maakt een correctie bij korte effectieve lengte nodig. Dit is gedaan in een begrenzing van de hoeveelheid aansluitvlakdoorkruisende wapening:

$$A_{sv,\alpha,\max} = 271 + 0,85 l_{\text{eff}} [\text{mm}^2/\text{m}]$$

bron: TNO 2022 R12219 - Aanvullende achtergrondinformatie bij stappenplan beoordeling breedplaatvloeren



Bestaande bouw

Aanvullend inzicht in bezwijkmechanismen

- Uittrekmodel

- Bij het uittrekmodel neemt de weerstand toe met de diepte van de tralieligger in de breedplaat (tot een macht 1,5)
- De effectiviteit van de diagonalen van de tralieligger is echter begrenst, ze kunnen breken.
- Dit tezamen maakt dat een bovengrens aangehouden moet worden bij het deel $f_{ctm,bp} d_{tr}^{1,5}$ van de vergelijking:
$$d_{tr} \leq (750/f_{ctm,bp})^{2/3}$$

bron: TNO 2022 R10320 – Bewezen sterkte breedplaatvloeren



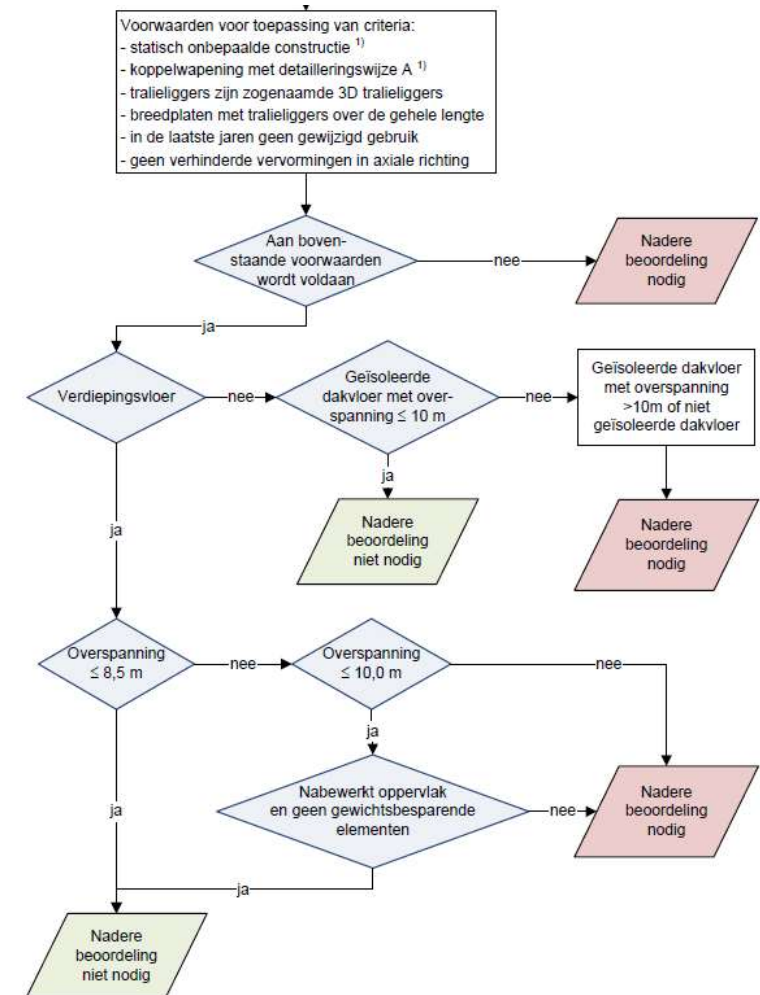
Proefstuk T32, gebroken diagonaalstaven van de tralieligger

Bestaande bouw

Bewezen sterkte en ongewijzigd gebruik

- Voldoende veilige constructies (CC2)
 - Verdiepingsvloeren tot 8,5 m
 - Verdiepingsvloeren tot 10 m met nabewerkt oppervlak
 - Geïsoleerde dakvloeren tot 10 m
- Verhoging van de weerstand van de afschuif- en uittrekmechanismen
 - $k_{\gamma} = 1,2$ i.p.v. 1,0
 - weerstand mag 20% hoger worden aangenomen

bron: TNO 2022 R10320 – Bewezen sterkte breedplaatvloeren

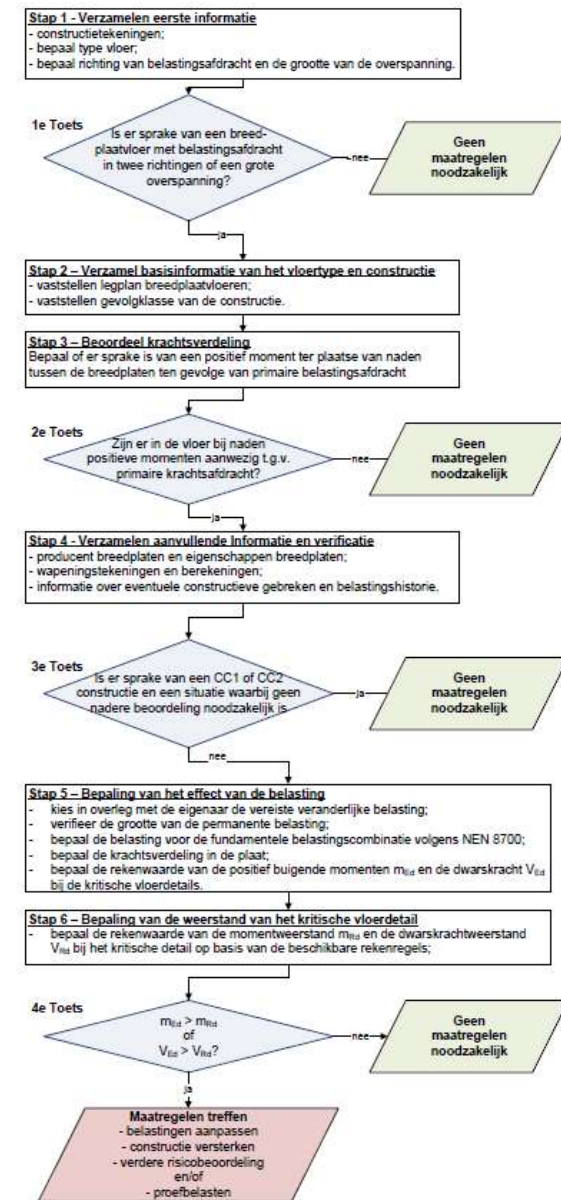


Bestaande bouw

Onderzoeksplicht voor CC2 gebouwen

Stappenplan 2022

- Resultaat beschouwing bewezen sterkte uitgaande van ongewijzigd gebruik
 - Toets 3 is vervangen door een beschouwing van vloertypen i.p.v. hart-op-hart-afstanden
 - Weerstand afschuif- en uittrekmechanismen aangepast en waar mogelijk verhoogd

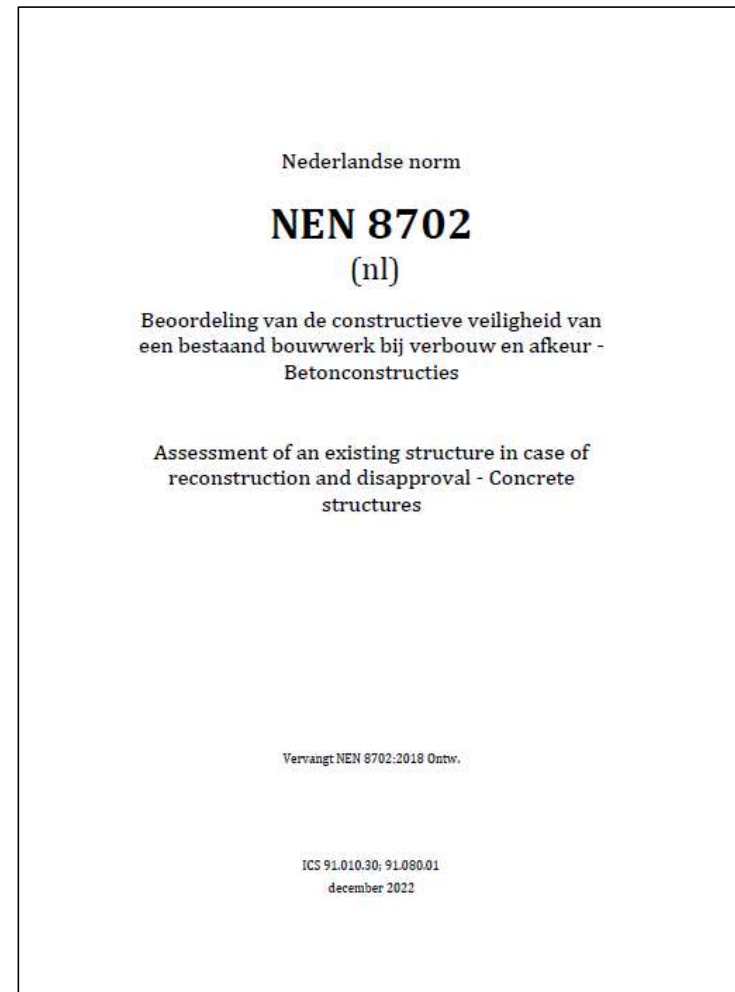


Bestaande bouw

Doel:

Rekenregels voor de
beoordeling van bestaande
breedplaatvloeren opnemen
in wijzigingsblad bij NEN 8702

Een dergelijk wijzigingsblad
wordt nu voorbereid



Onderzoek op de TU/e

Het onderzoek op de TU/e wordt uitgevoerd in het kader van masterresearch projecten:

- Lars Croes; Behavior of unreinforced concrete-to-concrete interfaces under shear loading;
- Michelle Blik; Pull out resistance of a lattice girder from a precast floor plate: an experimental and numerical study about pull out resistance of lattice girders from precast concrete floor plates;
- Willem Bouwsema; The pull-out and shear resistance of a lattice girder from a precast concrete floor plate during a 4-point bending test: A numerical study about the pull-out and shear resistance of lattice girders from precast concrete floor plates
- Paul Otterspoor, Experimental and Numerical Validation of an Adjusted Design and Calculation Approach of Mid-Span Joints in Composite Concrete Floors;
- Sue Ellen de Nijs, Thermomechanical modeling of composite slab joints under fire;

Onderzoek op de TU/e

Paul Otterspoor

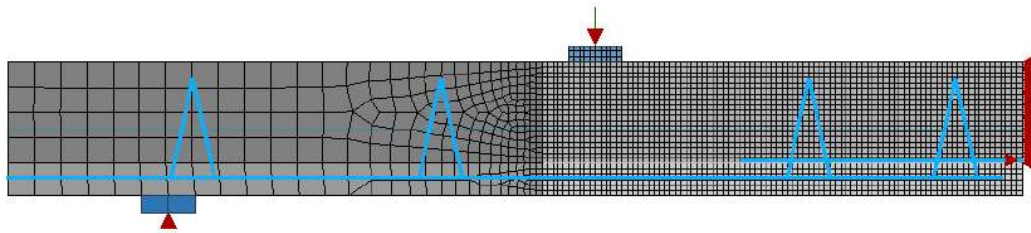


Figure 31. The geometry of the DIANA model for specimen design T37

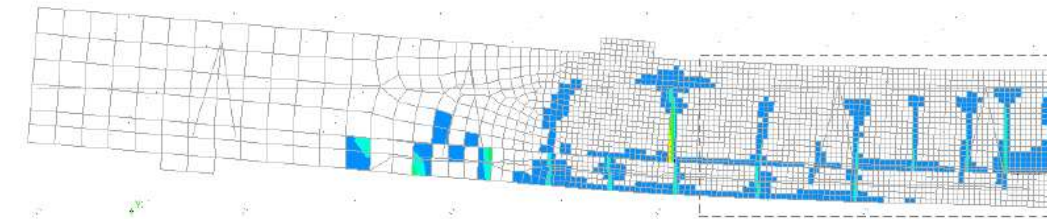
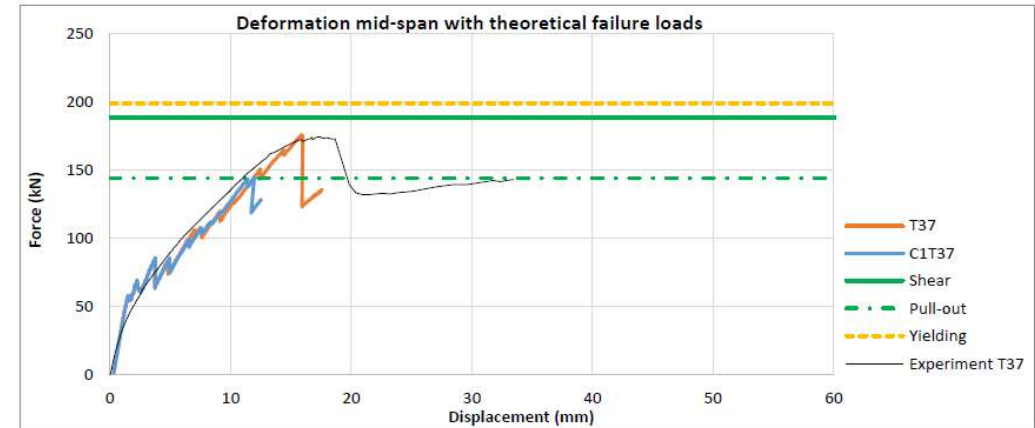
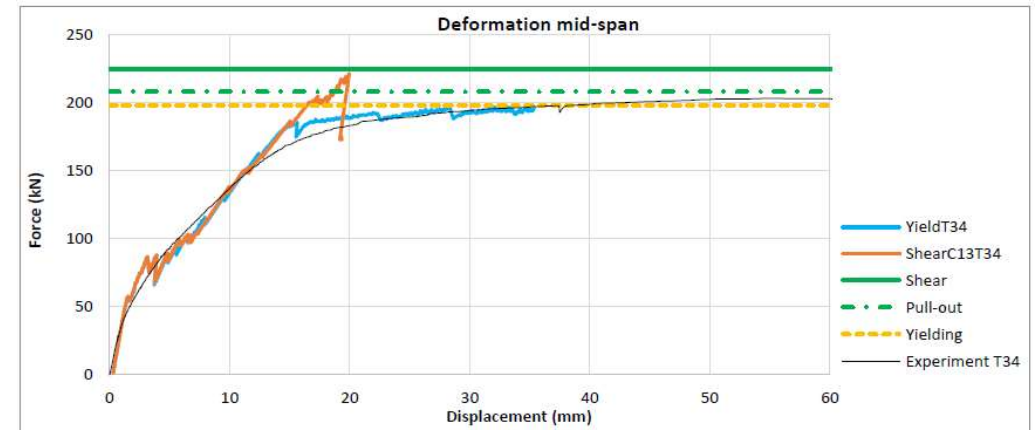
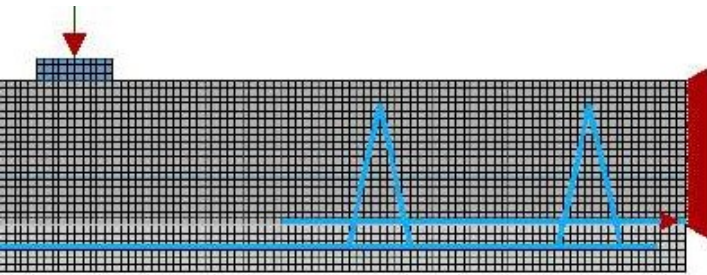


Figure 53. Crack pattern before global failure



Onderzoek op de TU/e

Lucas van Bemmelen



gn T37

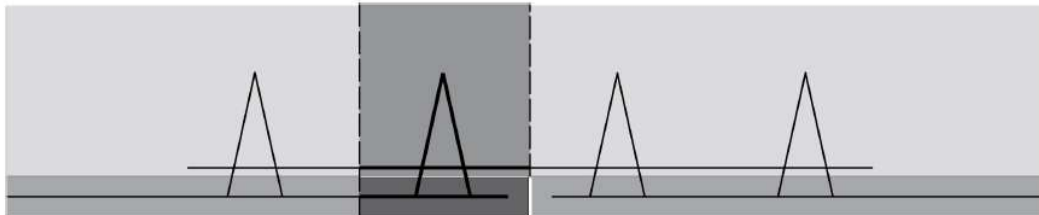


Figure 3.1: Section cut around lattice girder near joint

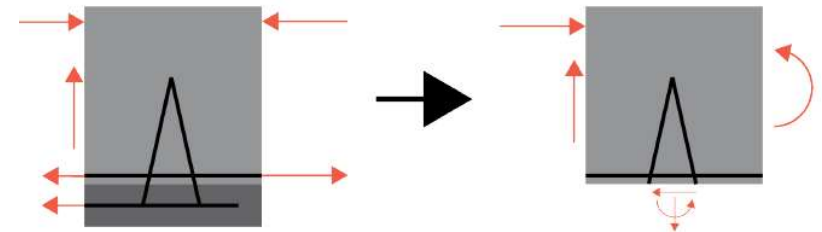


Figure 3.2: Determination of forces in compression layer

Onderzoek op de TU/e

Lucas van Bemmelen

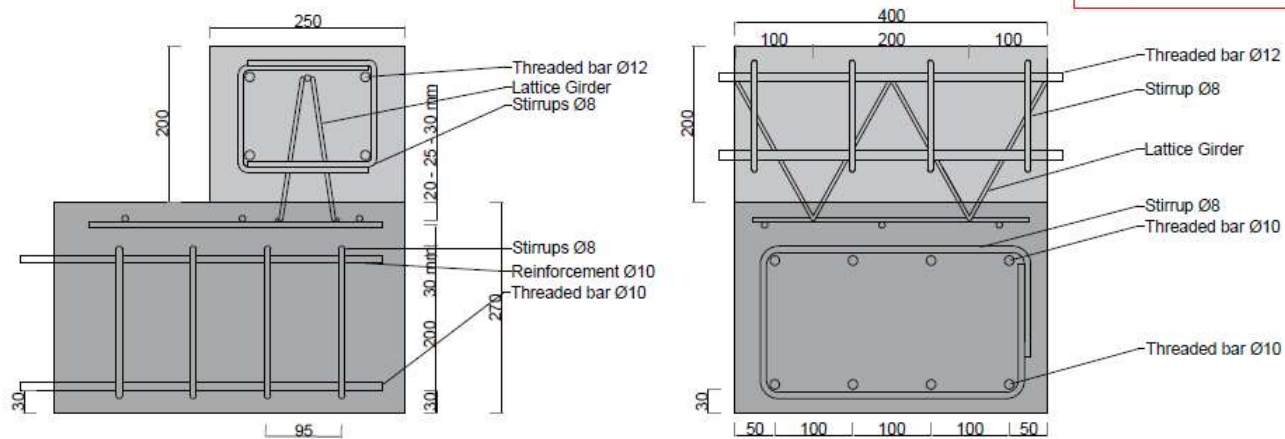
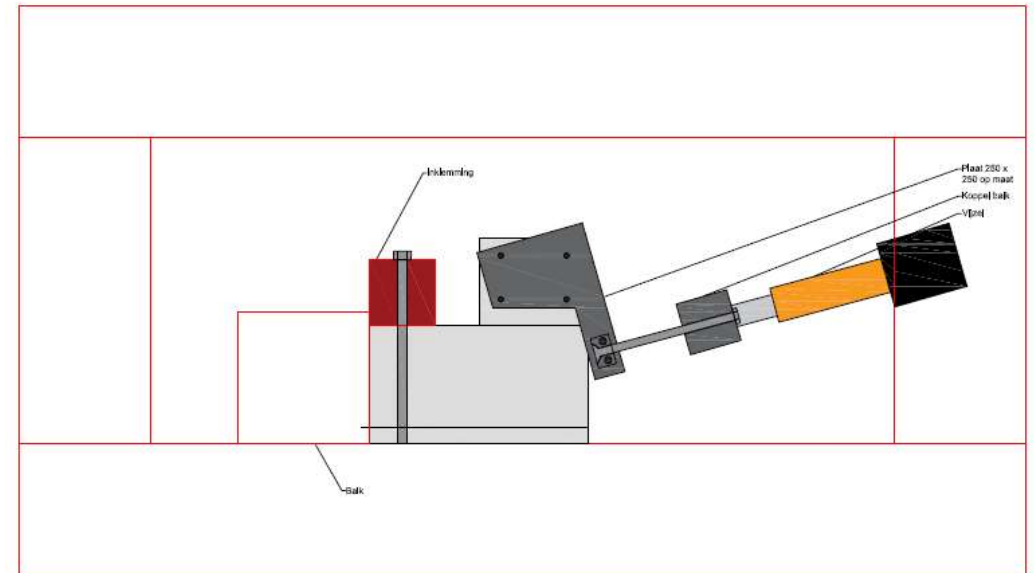


Figure 3.11: Reinforcement in specimens



Breedplaten 6 jaar later

We hebben stappen gemaakt:

- We gebruiken het detail niet meer bij nieuwbouw
- We hebben meer inzicht in de bepalende bezwijkmechanismen
- We zitten nog met een voorraad minder betrouwbare vloeren
- Er is nog steeds veel te leren, te onderzoeken en te publiceren

