

## VRIJBLIJVEND VOORSTEL

**MORGEN WONEN 3.0 type 5700 met stabiliteit**  
**project nummer NL339571-001**

**Halfen b.v.**

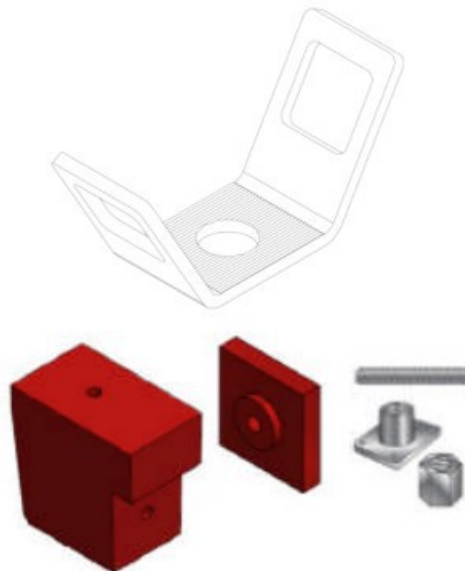
Postbus 1  
NL – 7620 AA Borne  
telefoon +31-(0) 74 - 267 1449  
telefax +31-(0) 74 - 267 2659 (verkoop)  
- 267 0454 (techniek)

**projectleider :** [redacted]  
**e-mail :** [redacted]

**datum/wijziging**  
17-09-2019  
02-10-2019

**fase**  
Voorlopig  
Deinitief

## HEK verankeringsysteem



---

### toegepaste materialen

Betonstaal B500B / Beton  $\geq$  C55/67  
Staal S25 JR  
Zeskantbout M16-8.8

---

### betonfabriek

Westo Prefab Beton b.v.  
Postbus 182  
7740 AD COEVORDEN

telefoon 0524-593499  
[redacted]

**gecontroleerd d.d.**

### constructeur / adviseur betonfabriek

Aveco de Bondt  
Postbus 64

telefoon 0548-853333  
[redacted]

25-09-2019

7450 AB HOLTEN

### aannemer

Morgen Wonen  
Postbus 370  
7460 AJ RIJSSEN



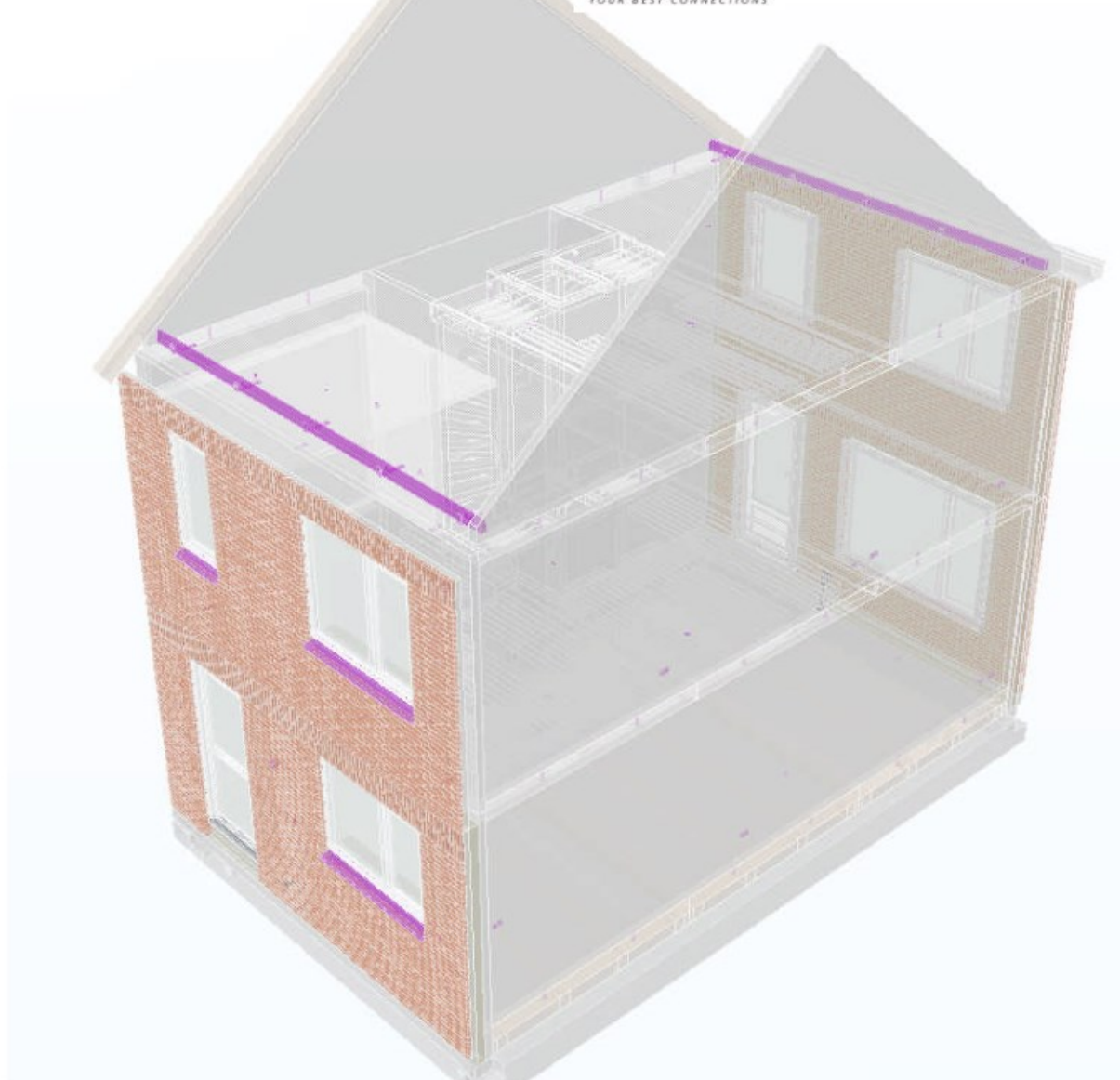
---

Dit technisch voorstel HEK prefabverbindingen is een vrijblijvend advies dat door de constructeur van het werk dient te worden goedgekeurd. Een voor accord afgetekend exemplaar dient te worden geretourneerd aan Halfen b.v..

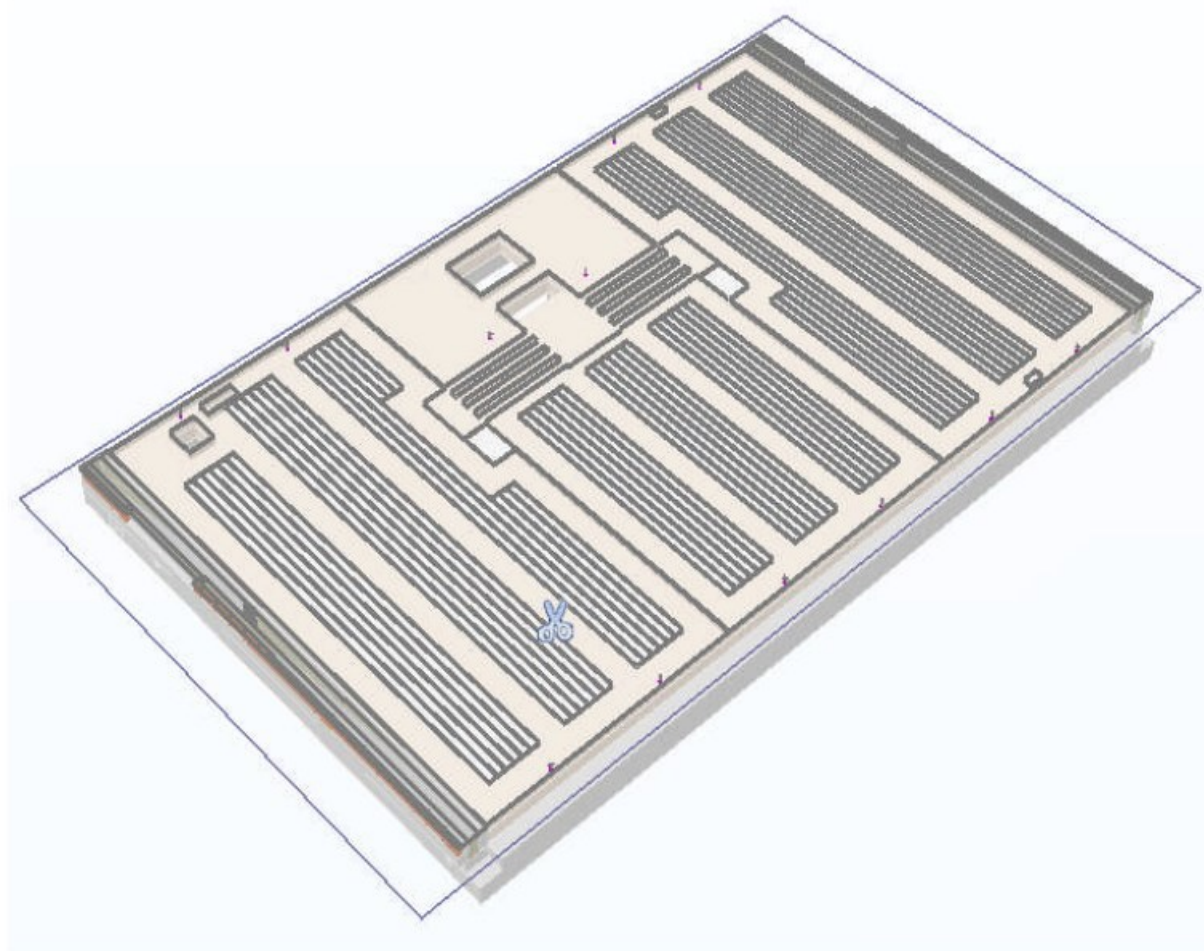
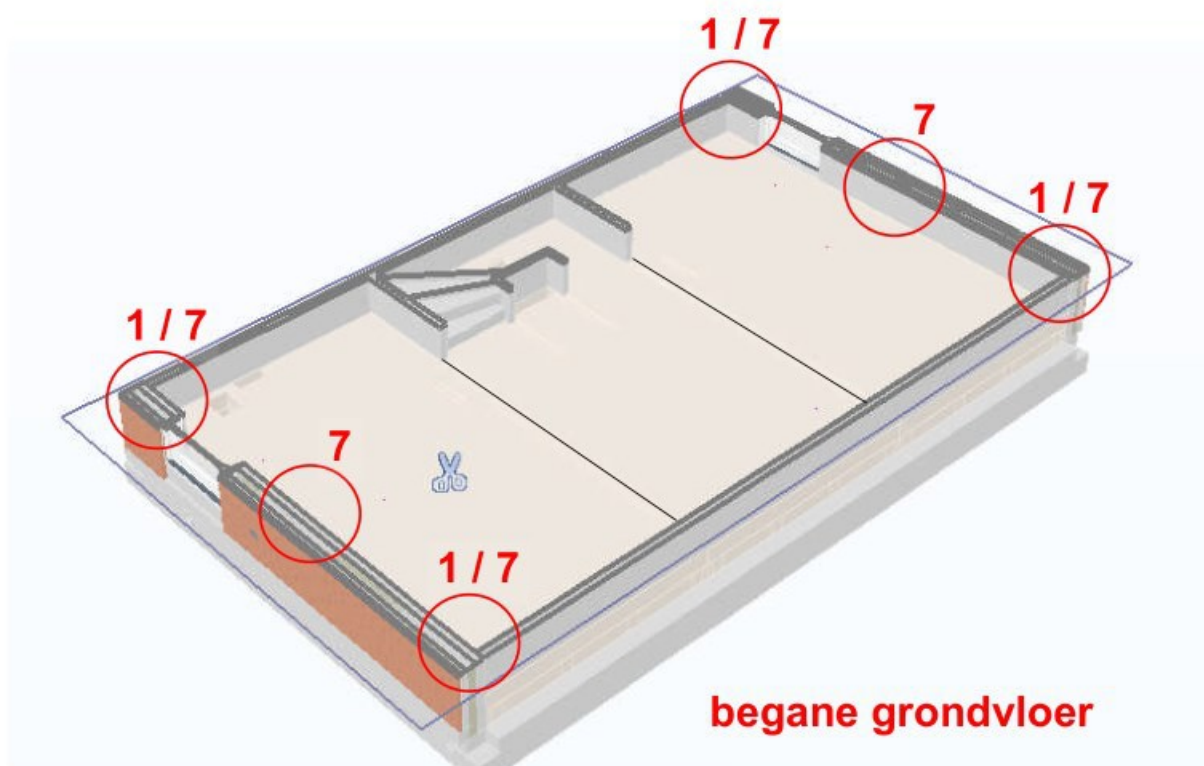
Wij behouden de exclusieve gebruiks- en eigendomsrechten van dit voorstel.  
Gebruik door derden is strafbaar.

## INHOUDSOPGAVE

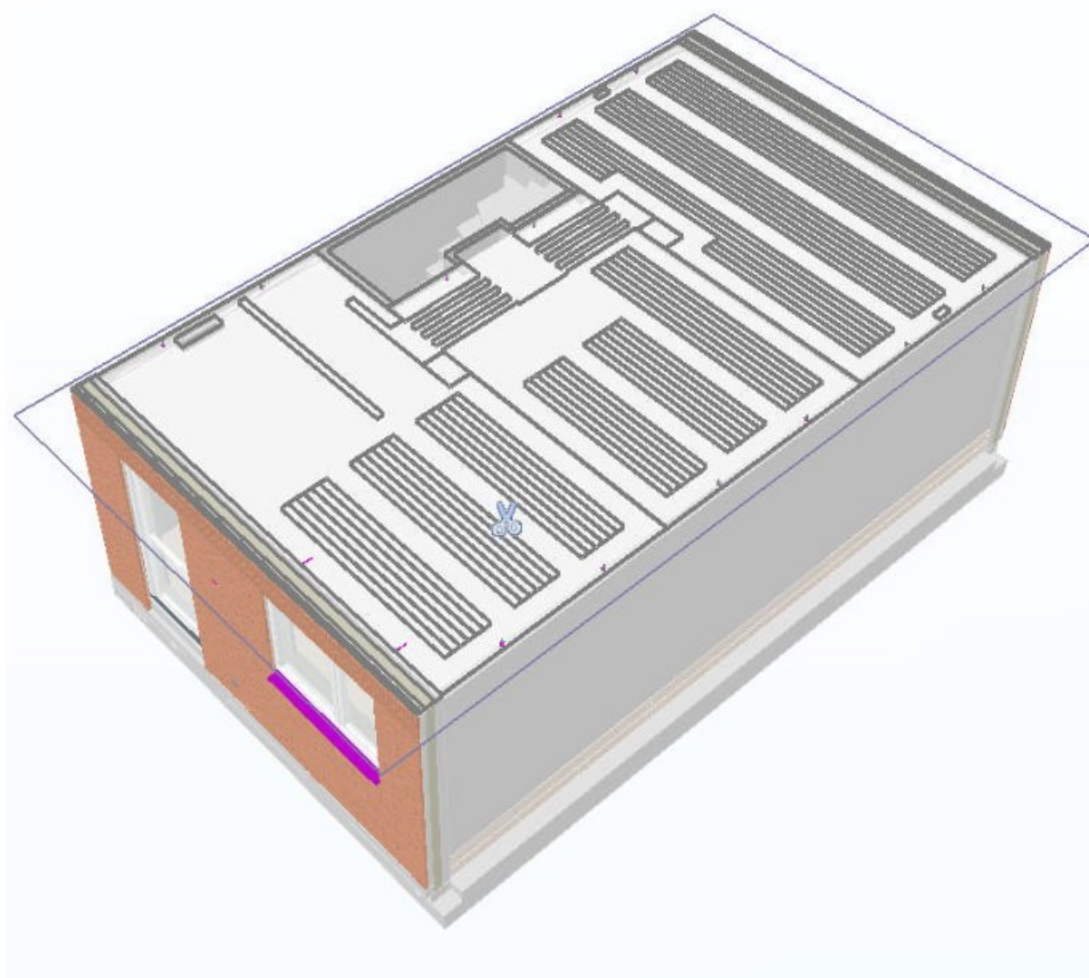
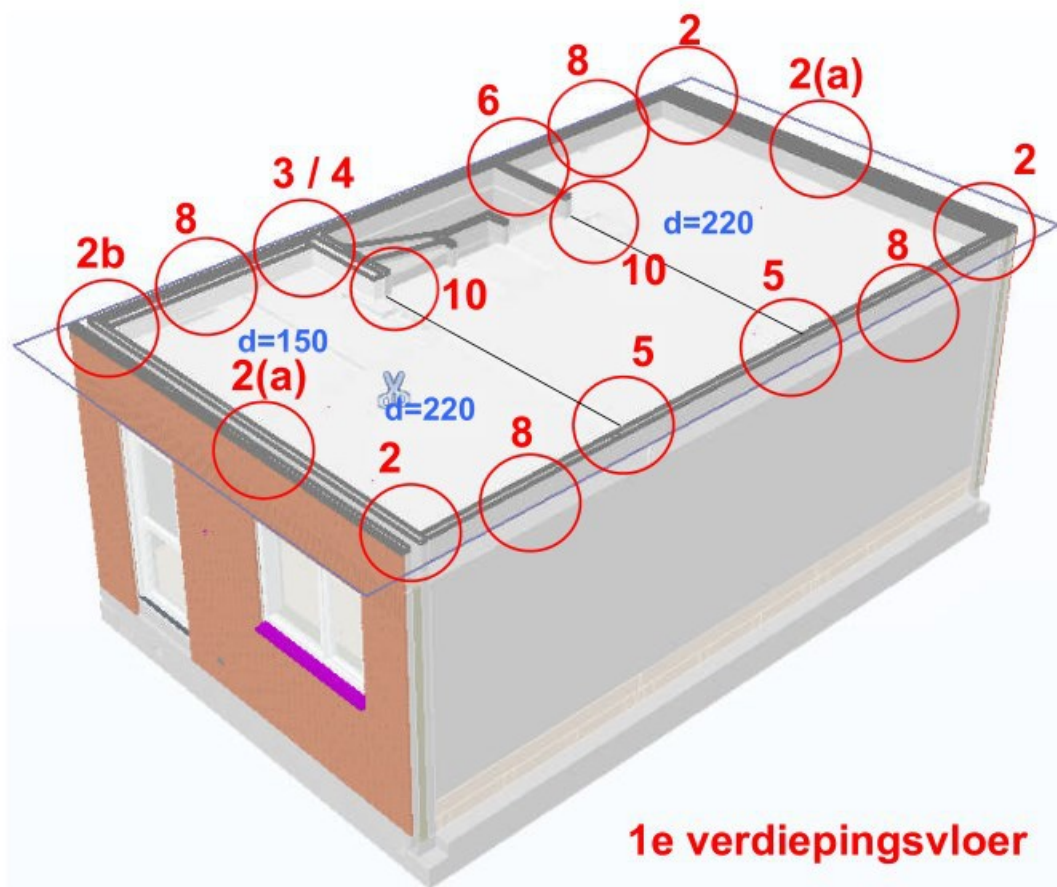
(omschrijving)	(blz.)
Merkenoverzicht .....	n.v.t.
Overzicht detailaanduidingen .....	1 - 4
Details .....	5 - 35
Werktekeningen HEK-verbinding.....	36 - 37
Berekeningen zeskantbout M16-8.8.....	38 - 40
Berekeningen DEMU boutankers.....	41 - 105
Montagehandleiding.....	106 - 121
BIJLAGE 1 (Statische berekening van HEK2 verbinding).....	122 - 173

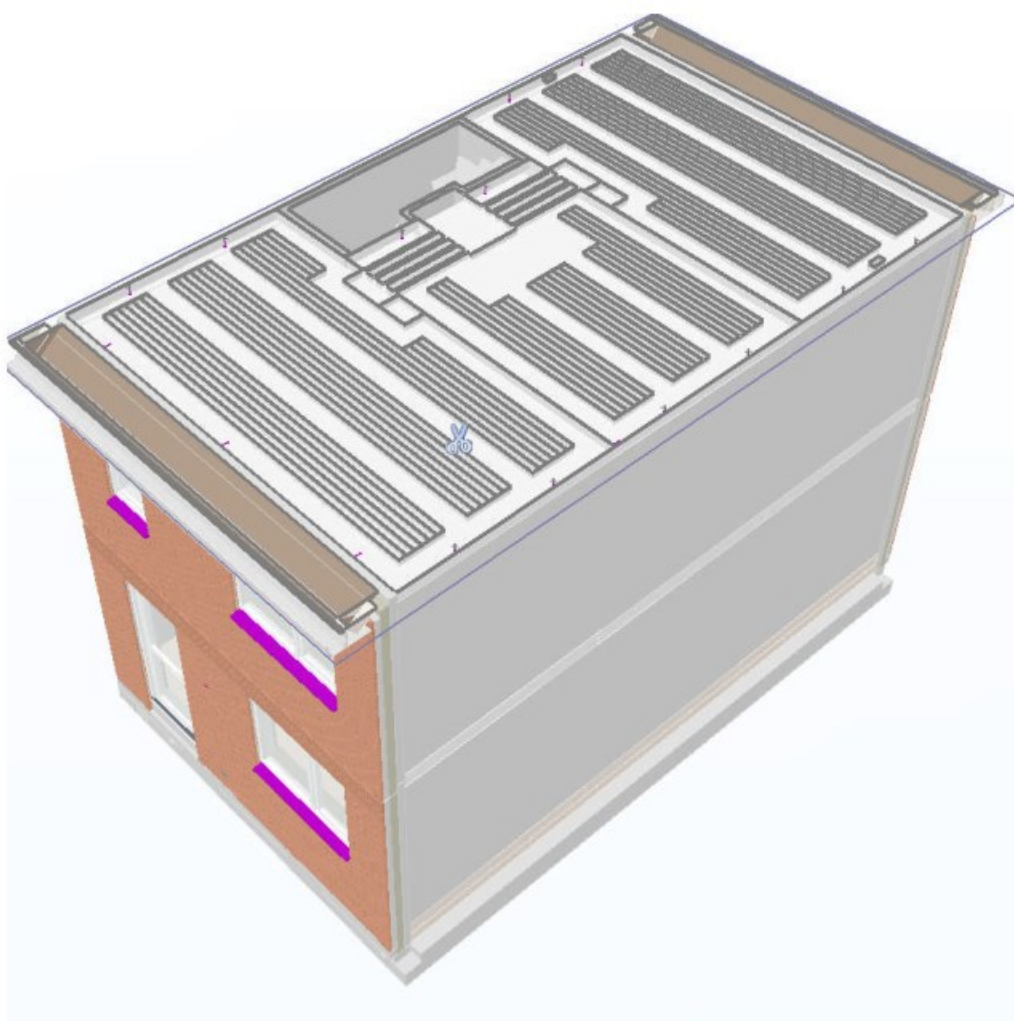
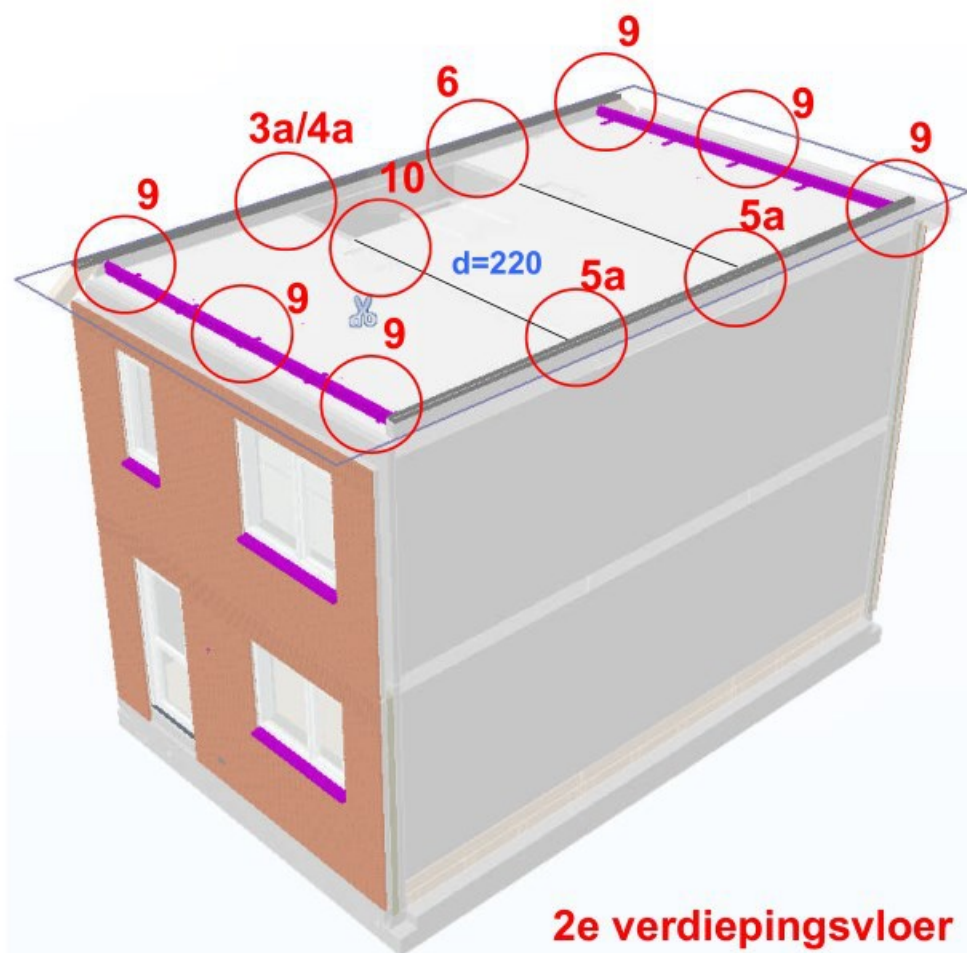


**Detailoverzicht Morgen Wonen 3.0**  
**Eindwoning dwarskapper**

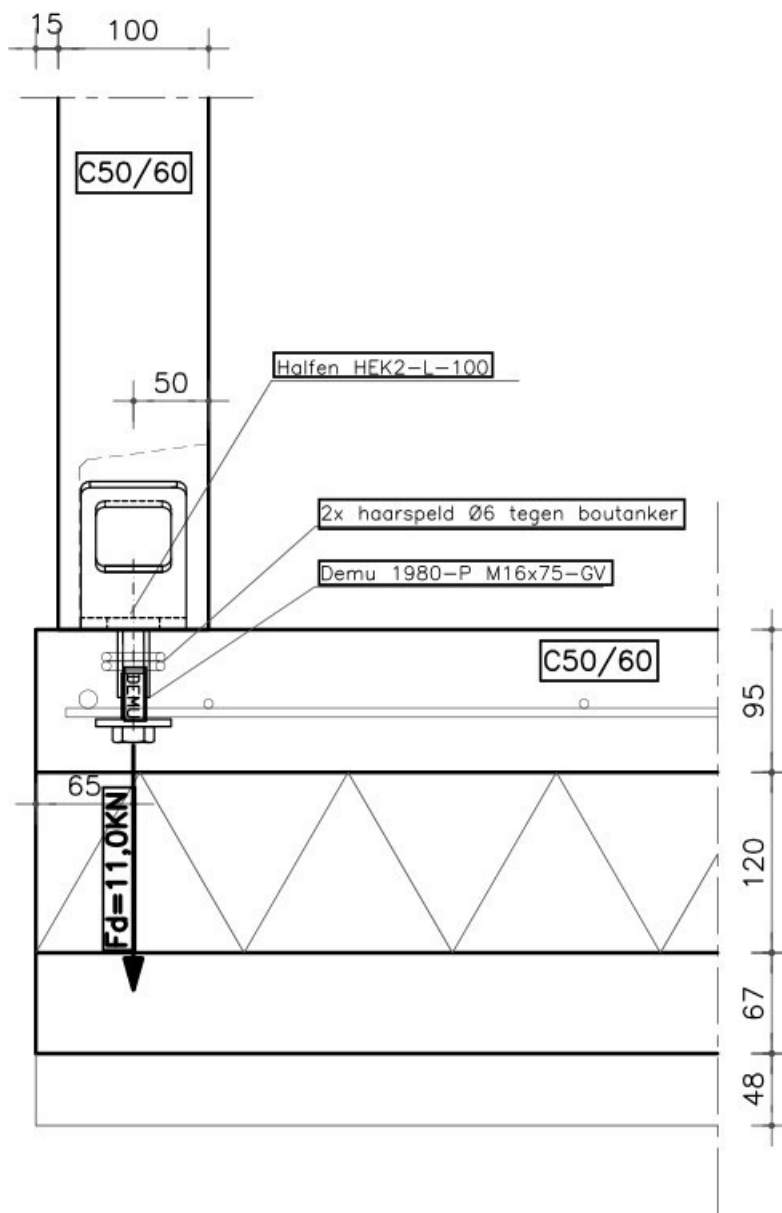






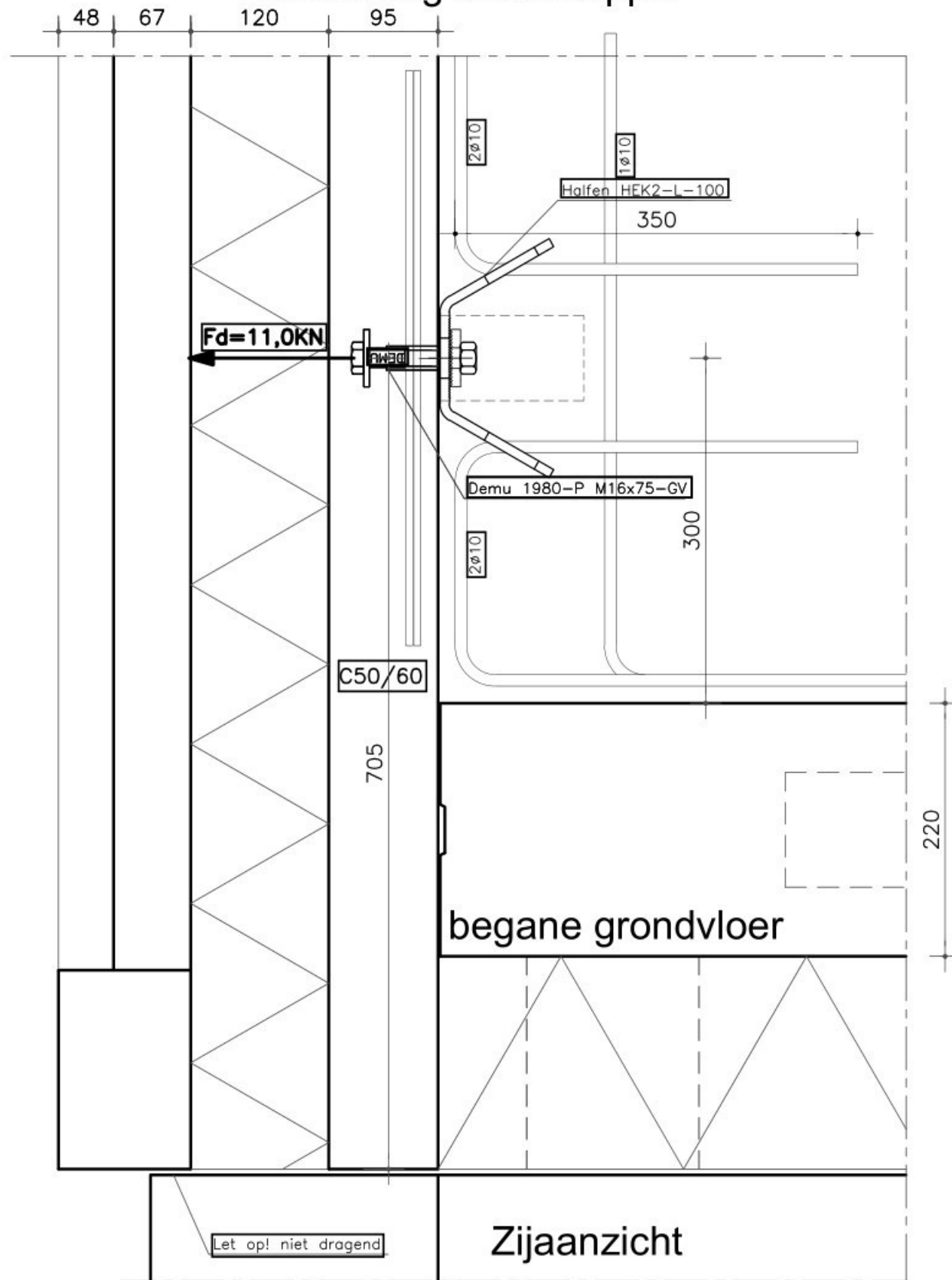


## Koppeling wand / voor- en achtergevel Eindwoning dwarskapper



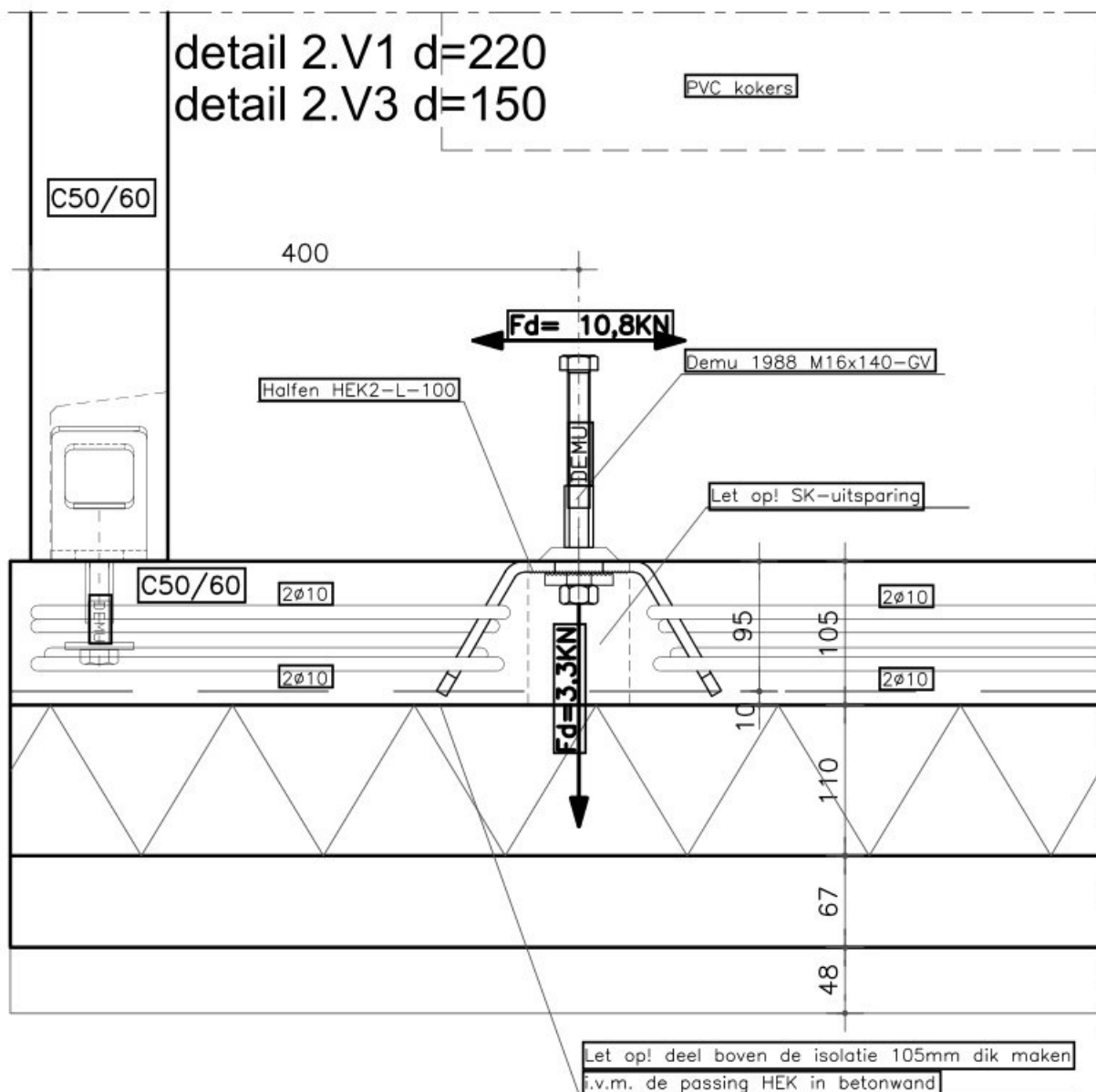
Bovenaanzicht

# Koppeling wand / voor- en achtergevel Eindwoning dwarskapper



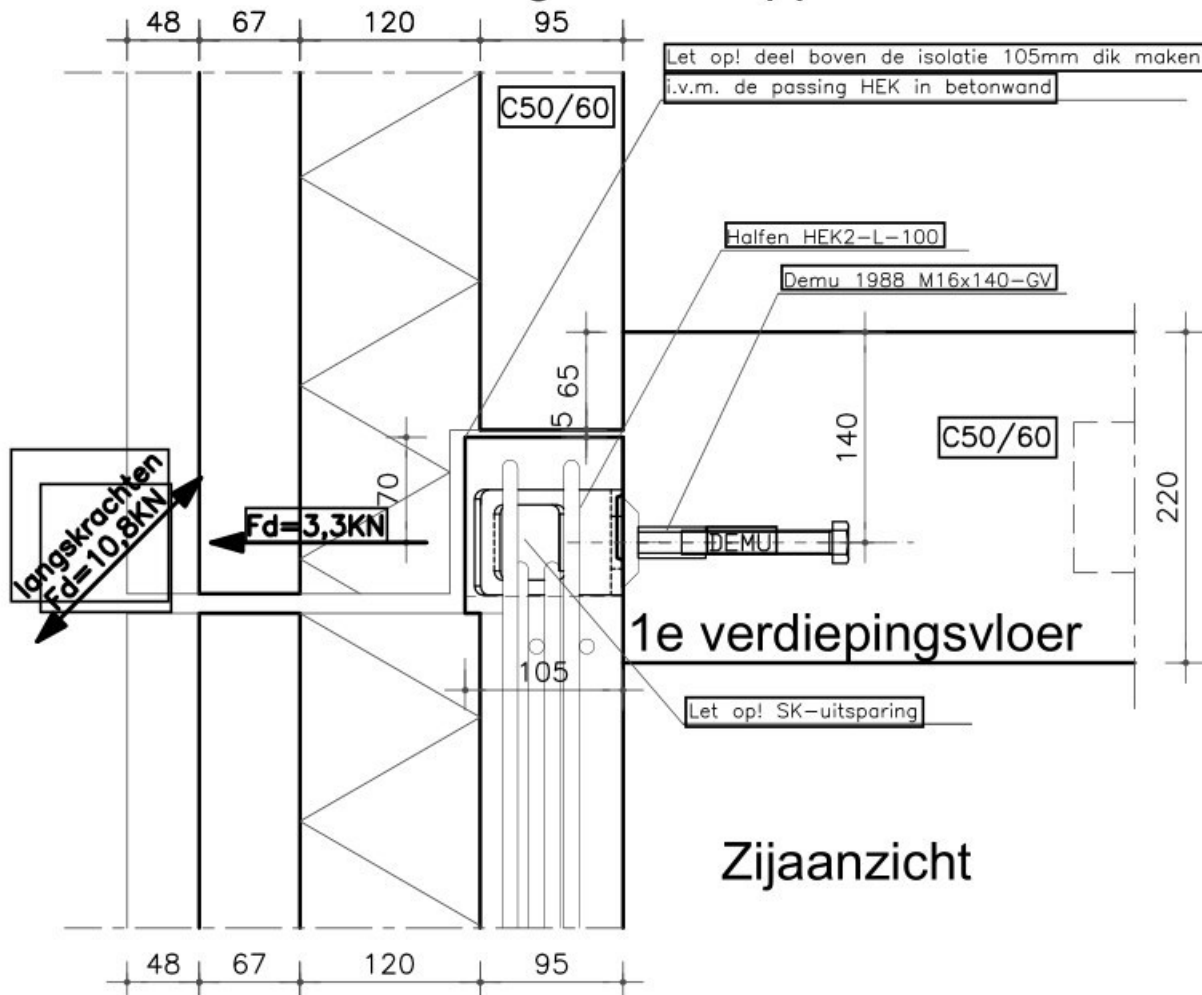


Koppeling vloer / voor- en achtergevel  
1e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper

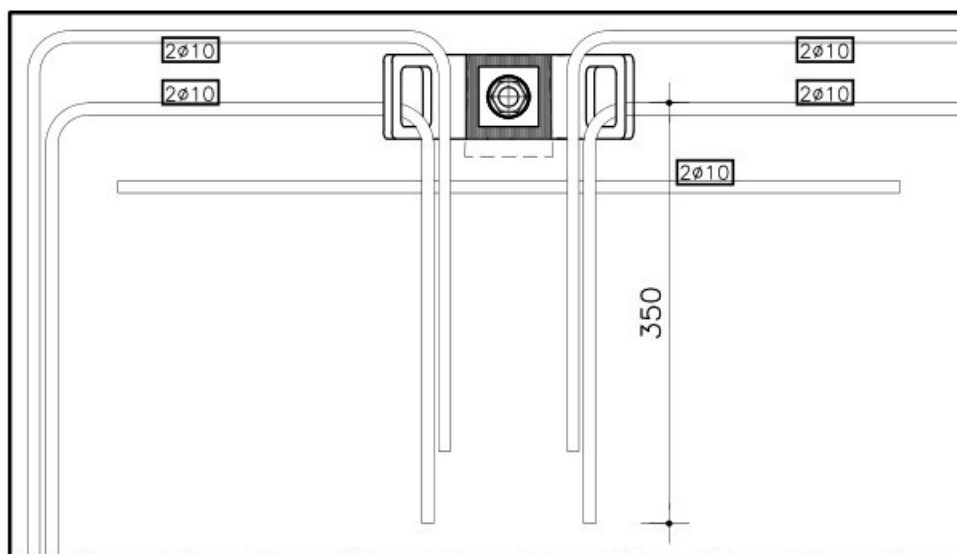


Bovenaanzicht

## Koppeling vloer / voor- en achtergevel Eindwoning dwarskapper

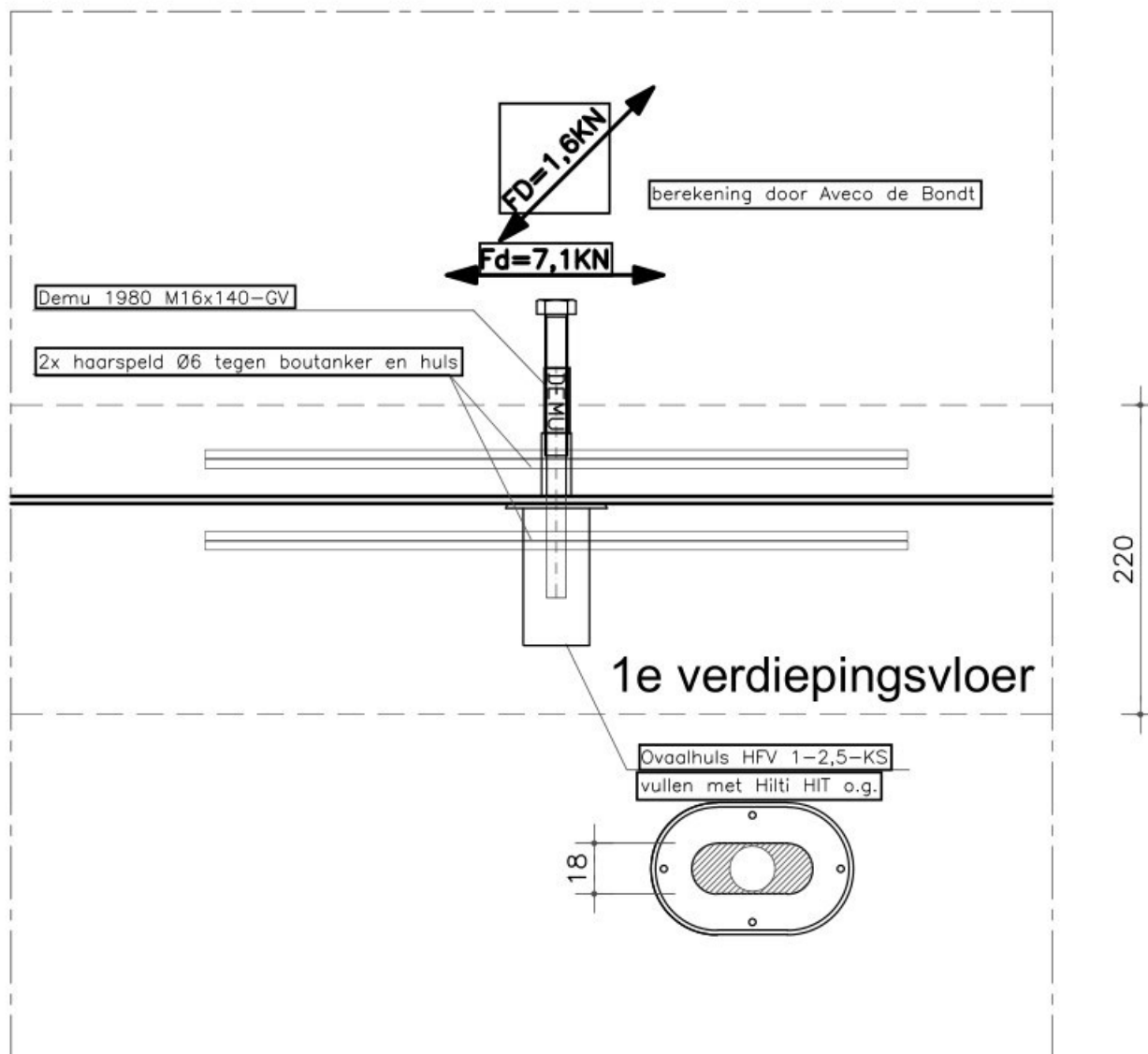


Zijaanzicht



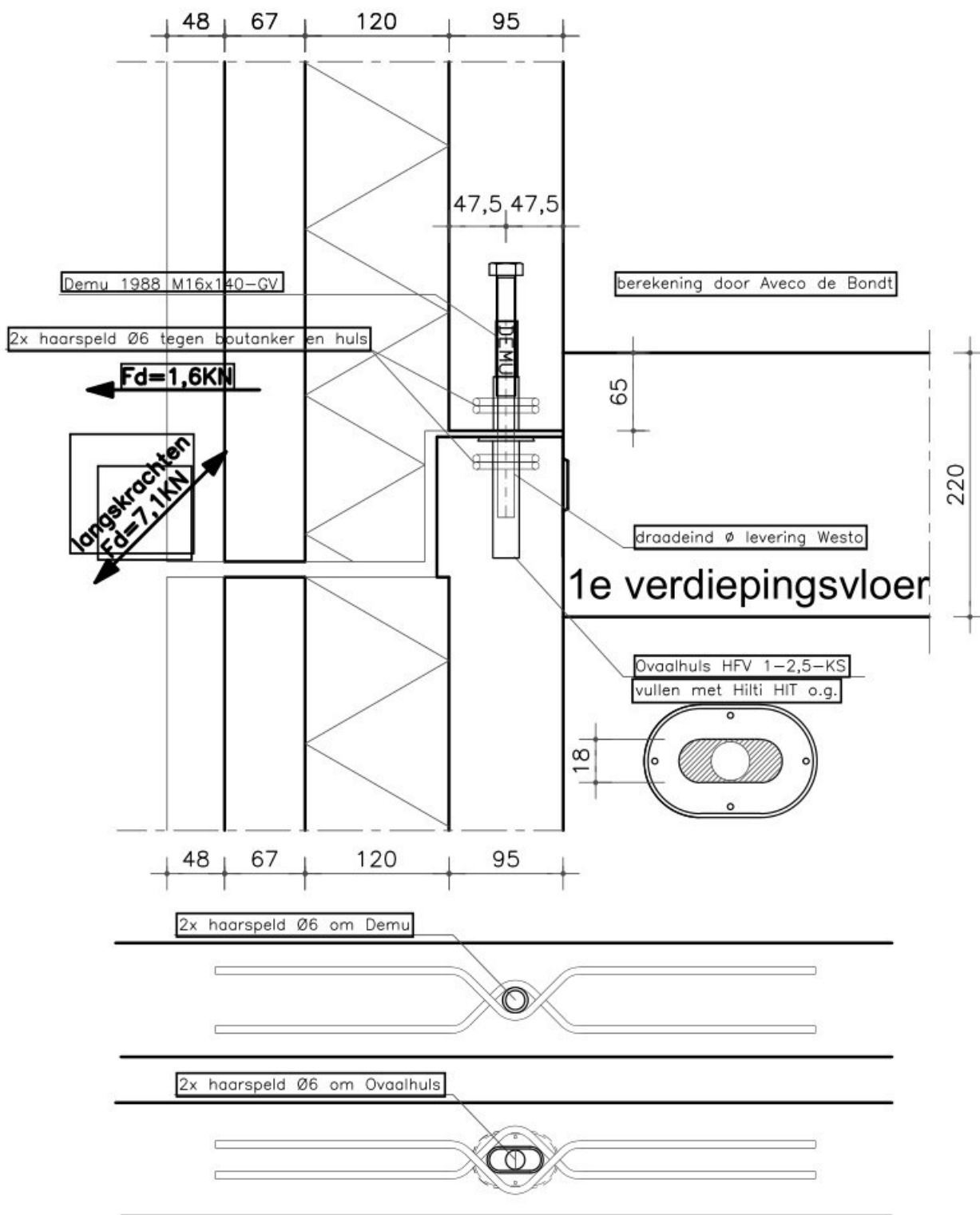
Vooraanzicht

## Koppeling voor- en achtergevel - onderling Eindwoning dwarskapper



Zijaanzicht

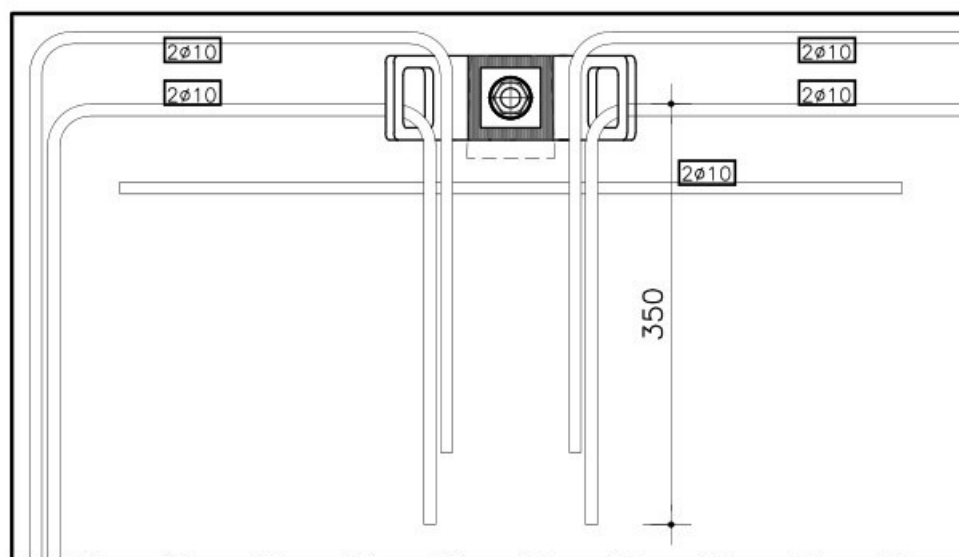
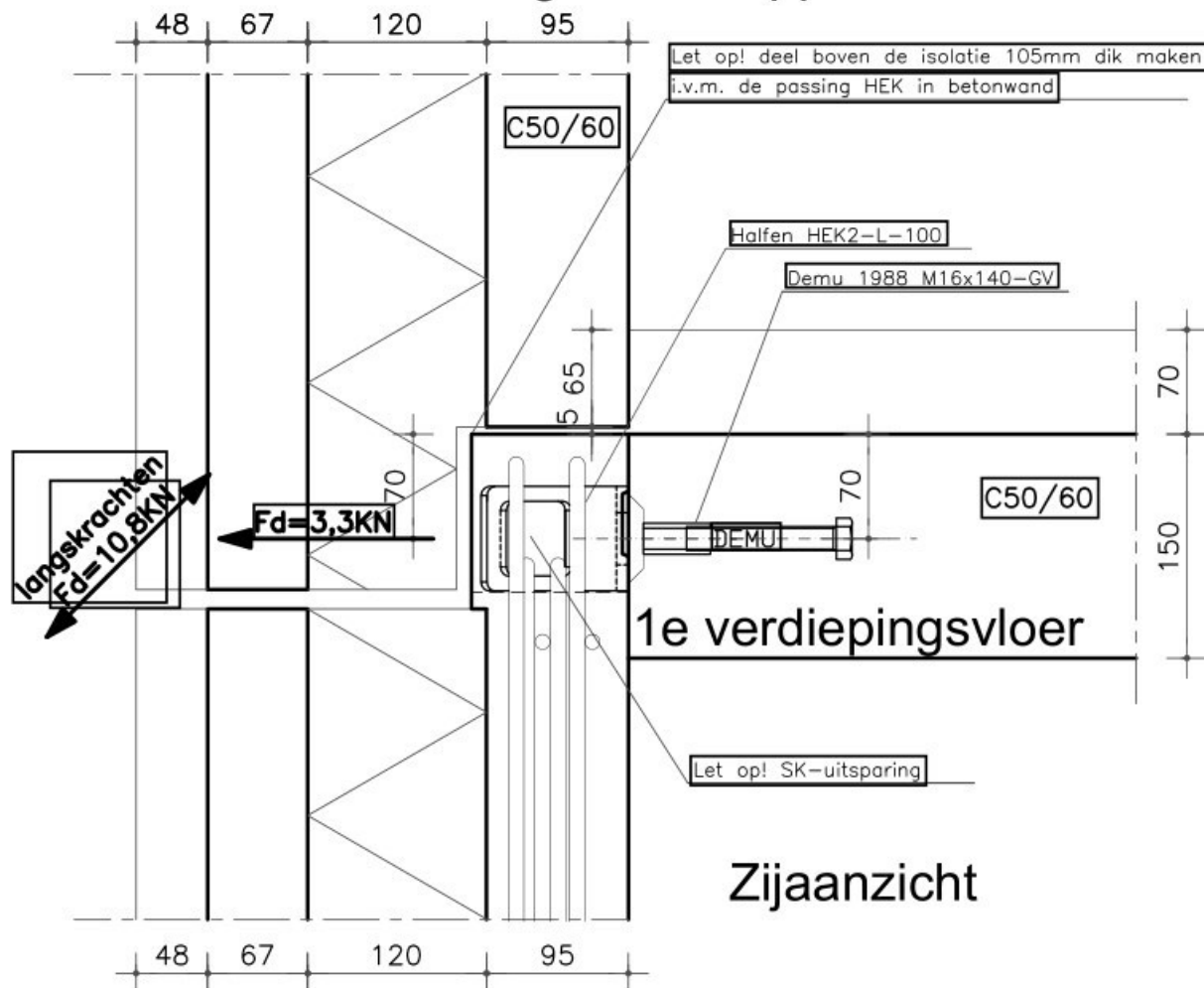
## Koppeling voor- en achtergevel - onderling Eindwoning dwarskapper



### Vertikaal detail

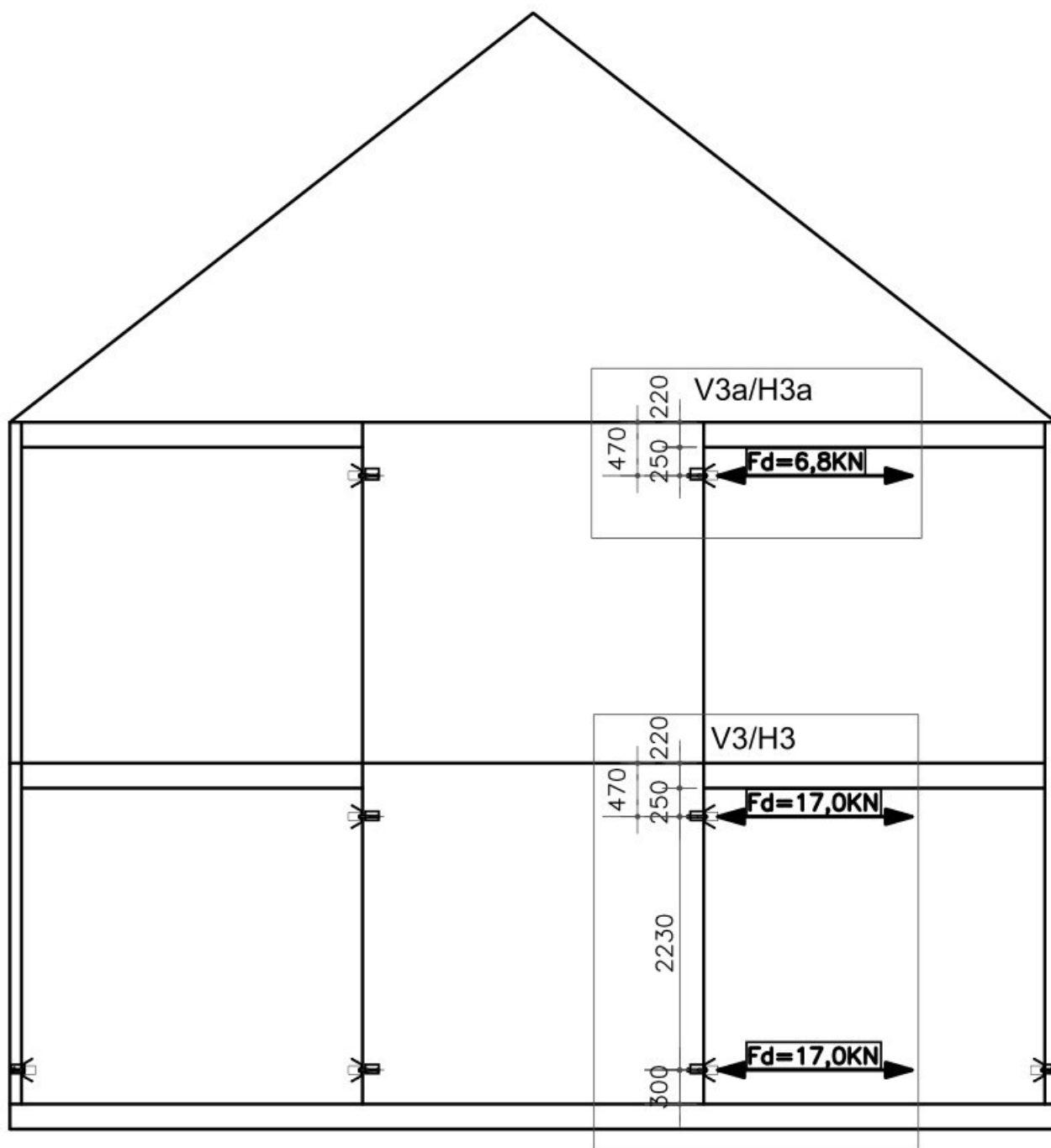


## Koppeling vloer / voor- en achtergevel Eindwoning dwarskapper

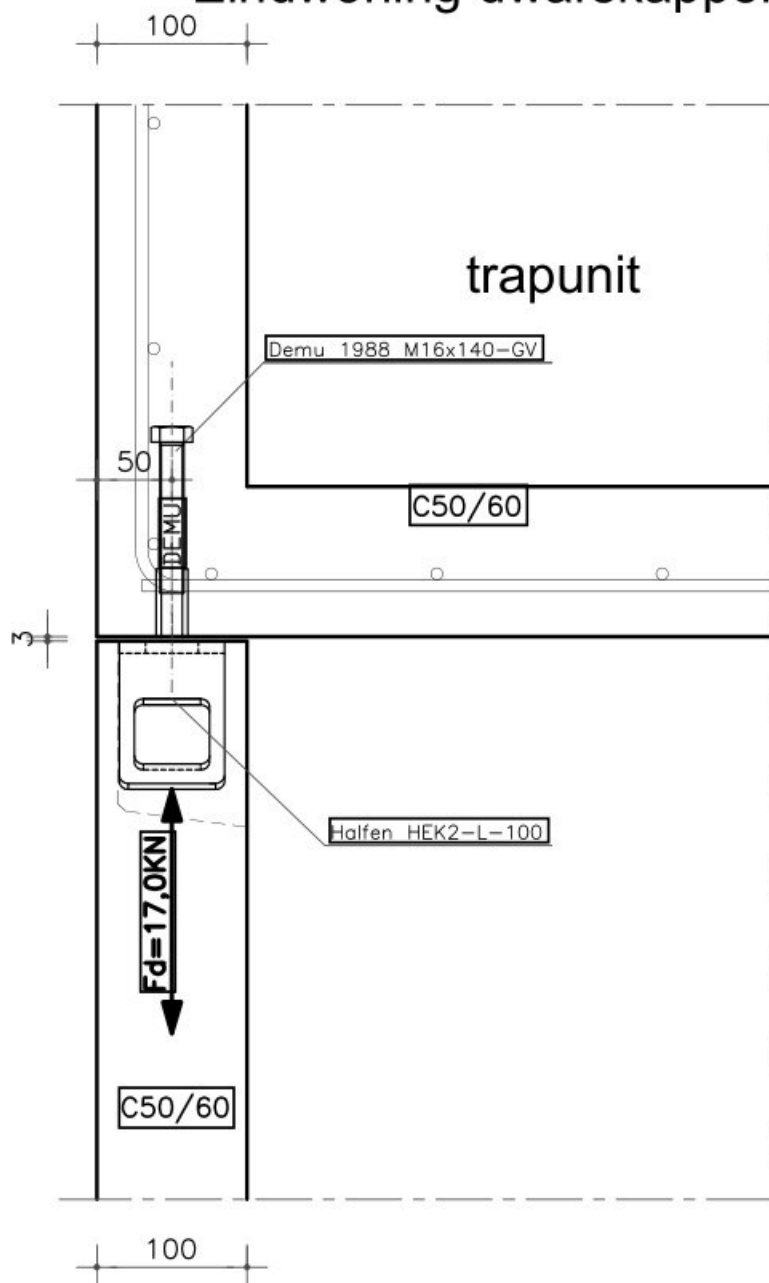


Vooraanzicht

## Aanzicht bouwmuur met trapunit Eindwoning dwarskapper



Koppeling wand / trapunit  
1e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper

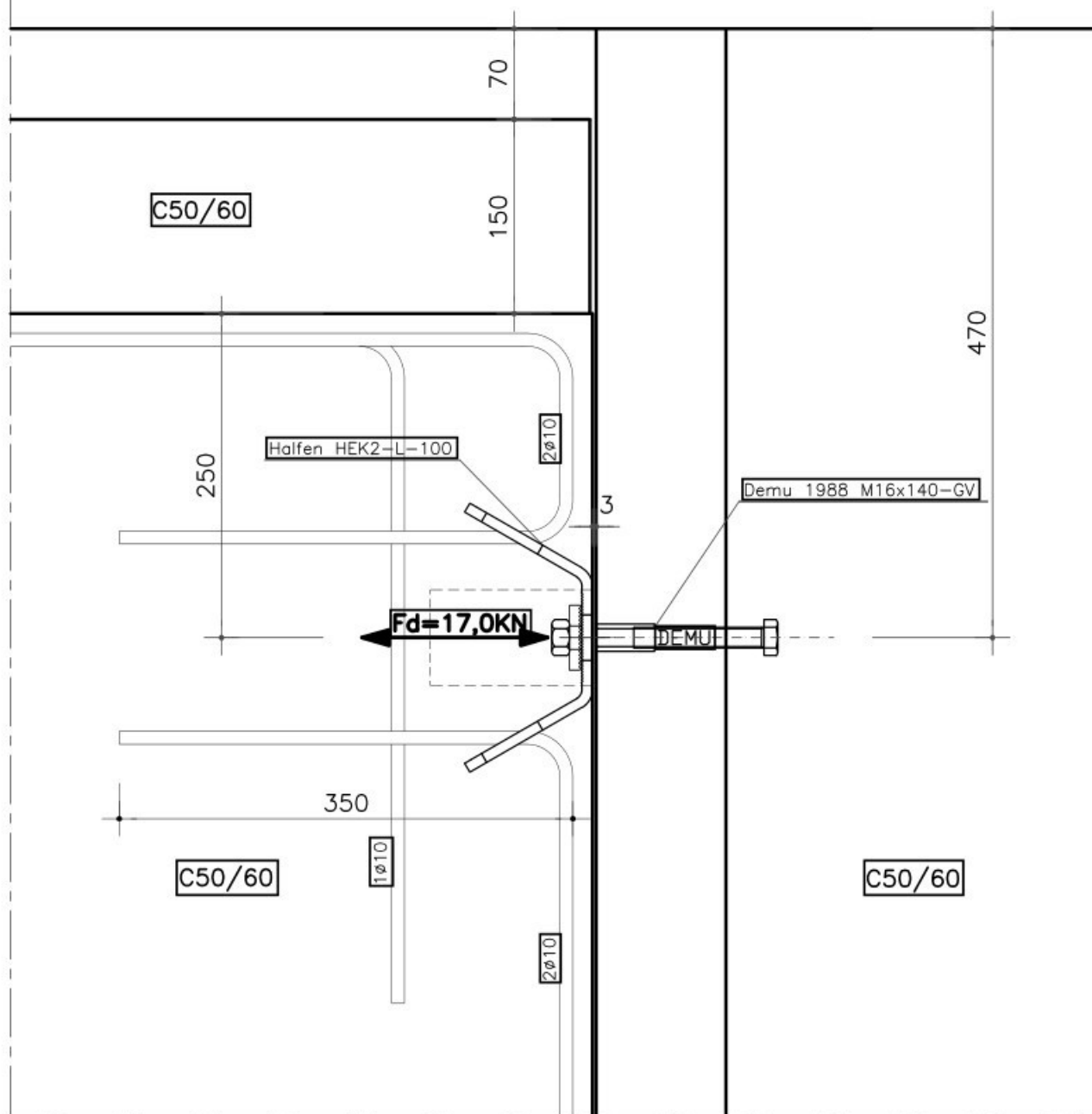


Bovenaanzicht

# Koppeling wand / trapunit

## 1e verdiepingsvloer

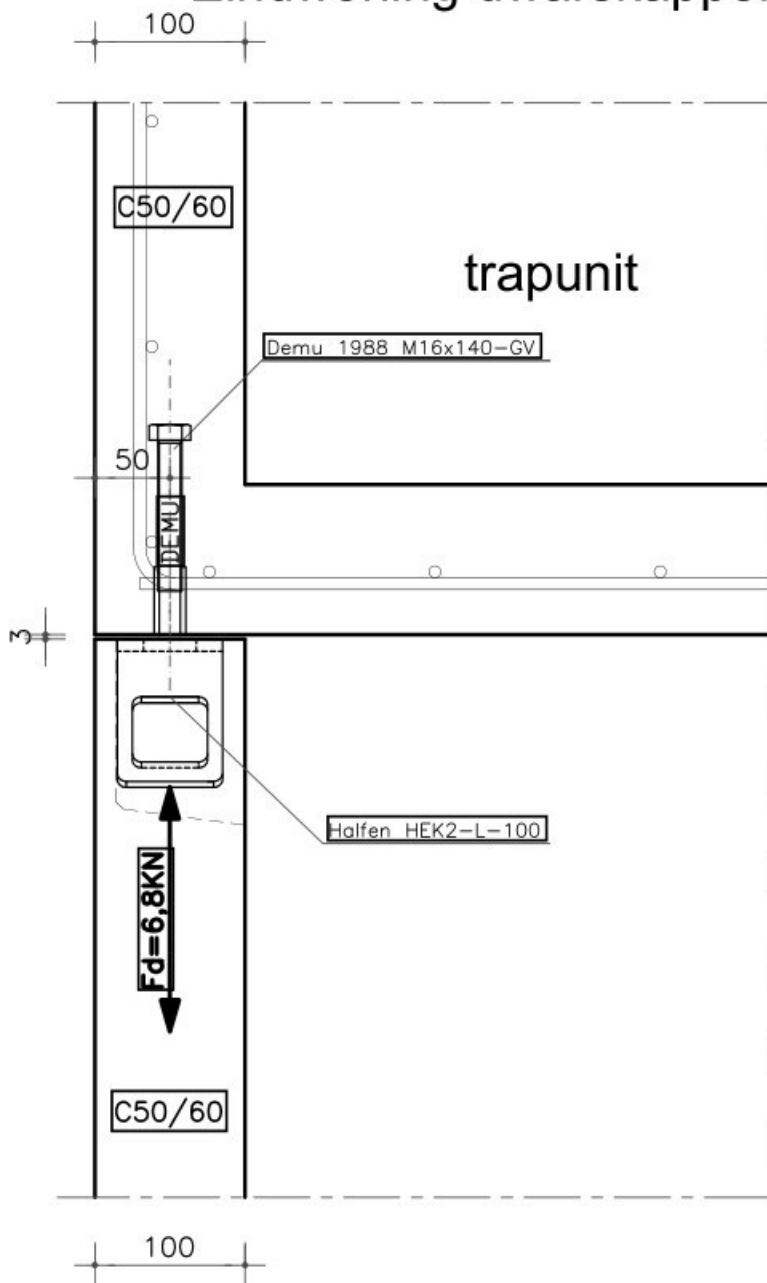
### Eindwoning dwarskapper



## Zijaanzicht



Koppeling wand / trapunit  
2e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper

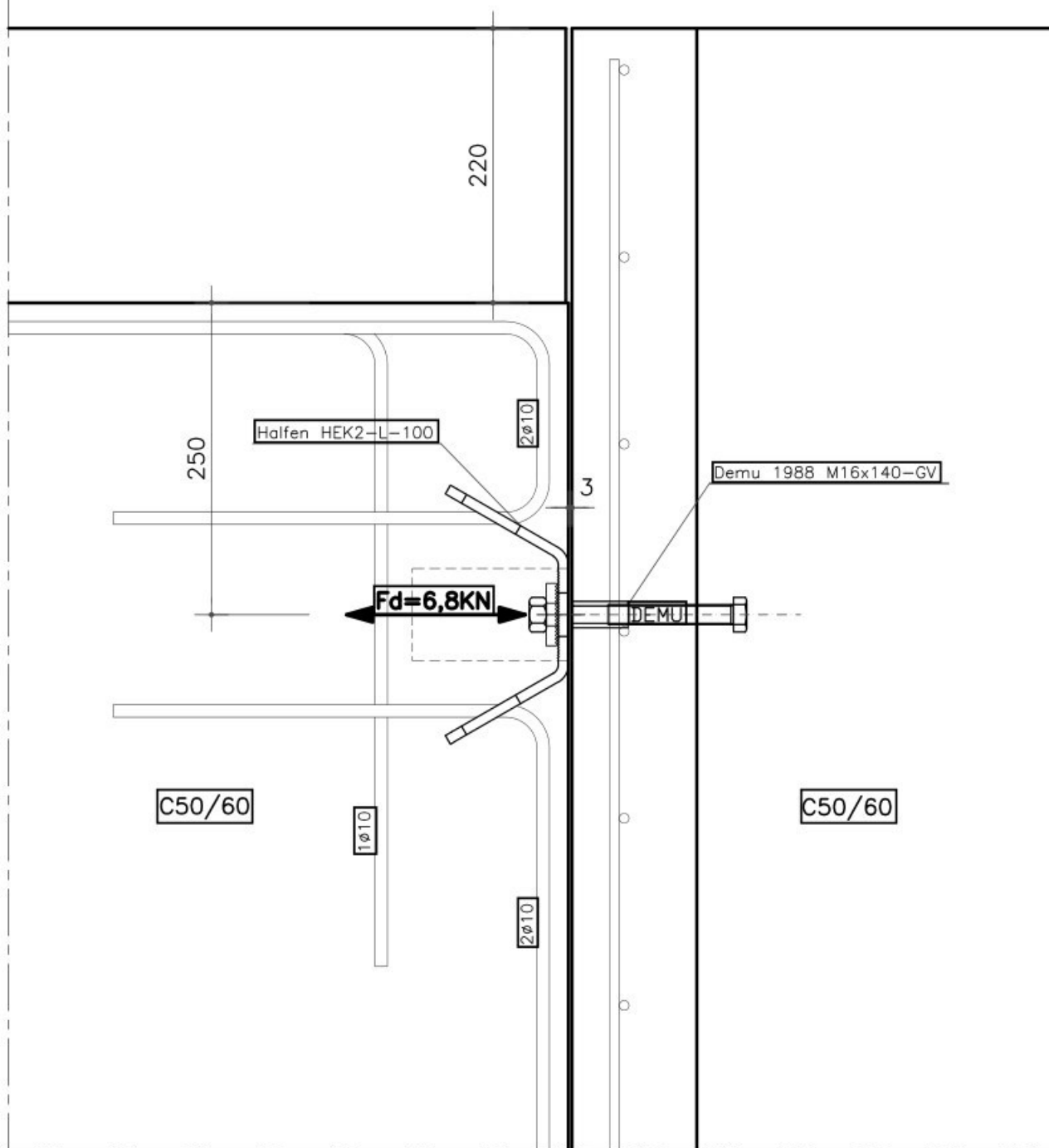


Bovenaanzicht

# Koppeling wand / trapunit

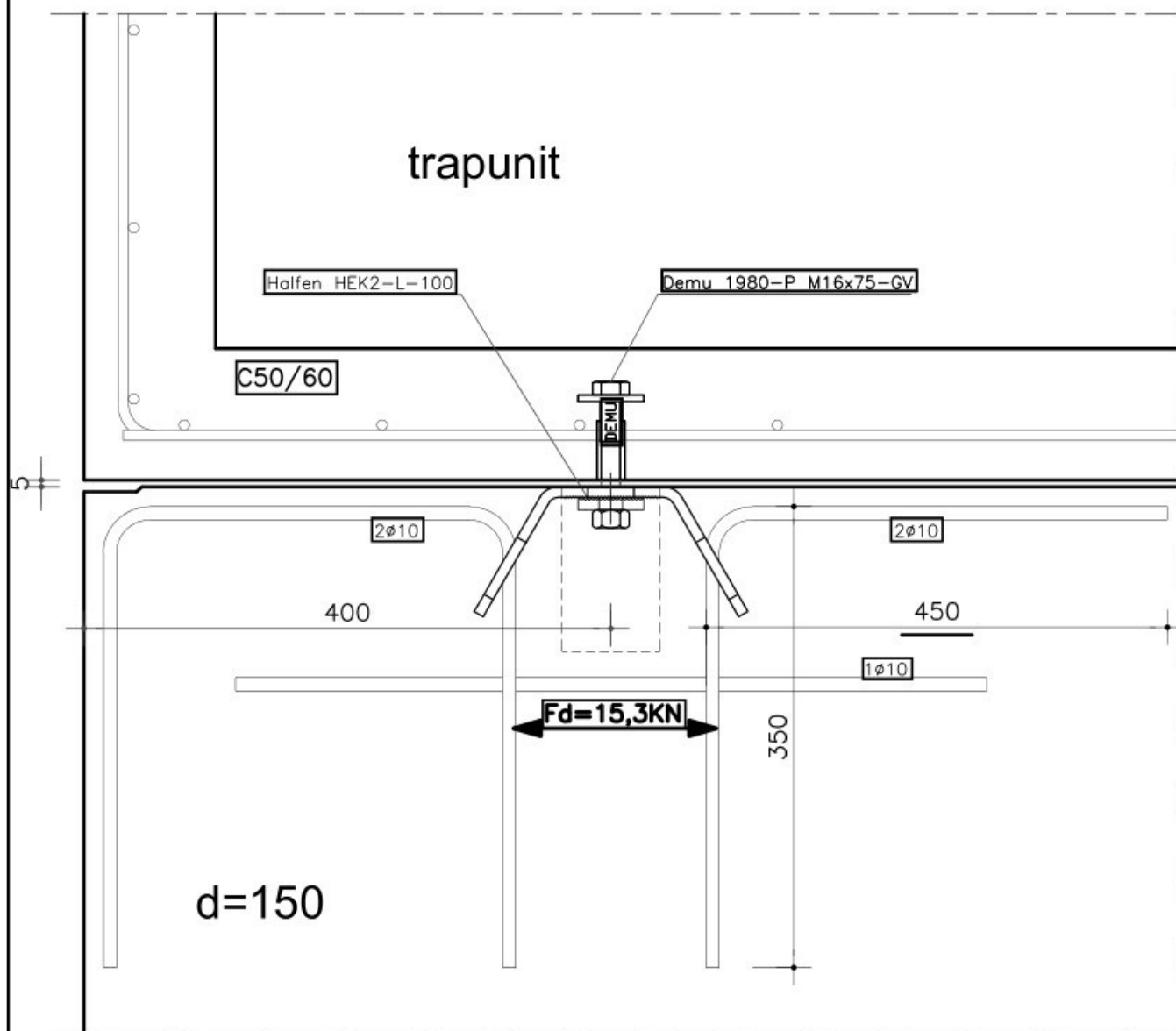
## 2e verdiepingsvloer

### Eindwoning dwarskapper



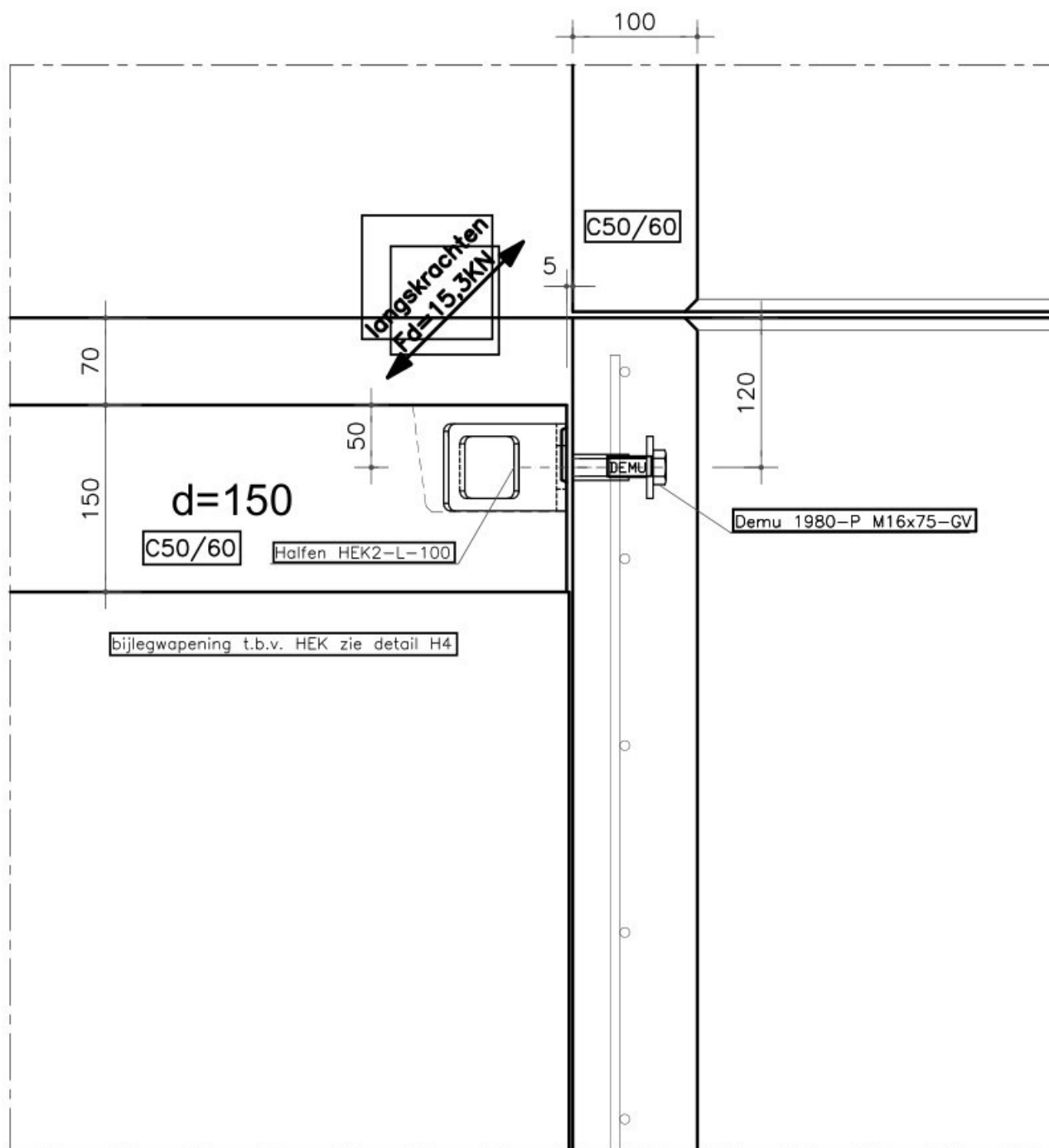
### Zijaanzicht

Koppeling vloer / trapunit  
1e verdiepingvloer  
Eindwoning dwarskapper



Bovenaanzicht

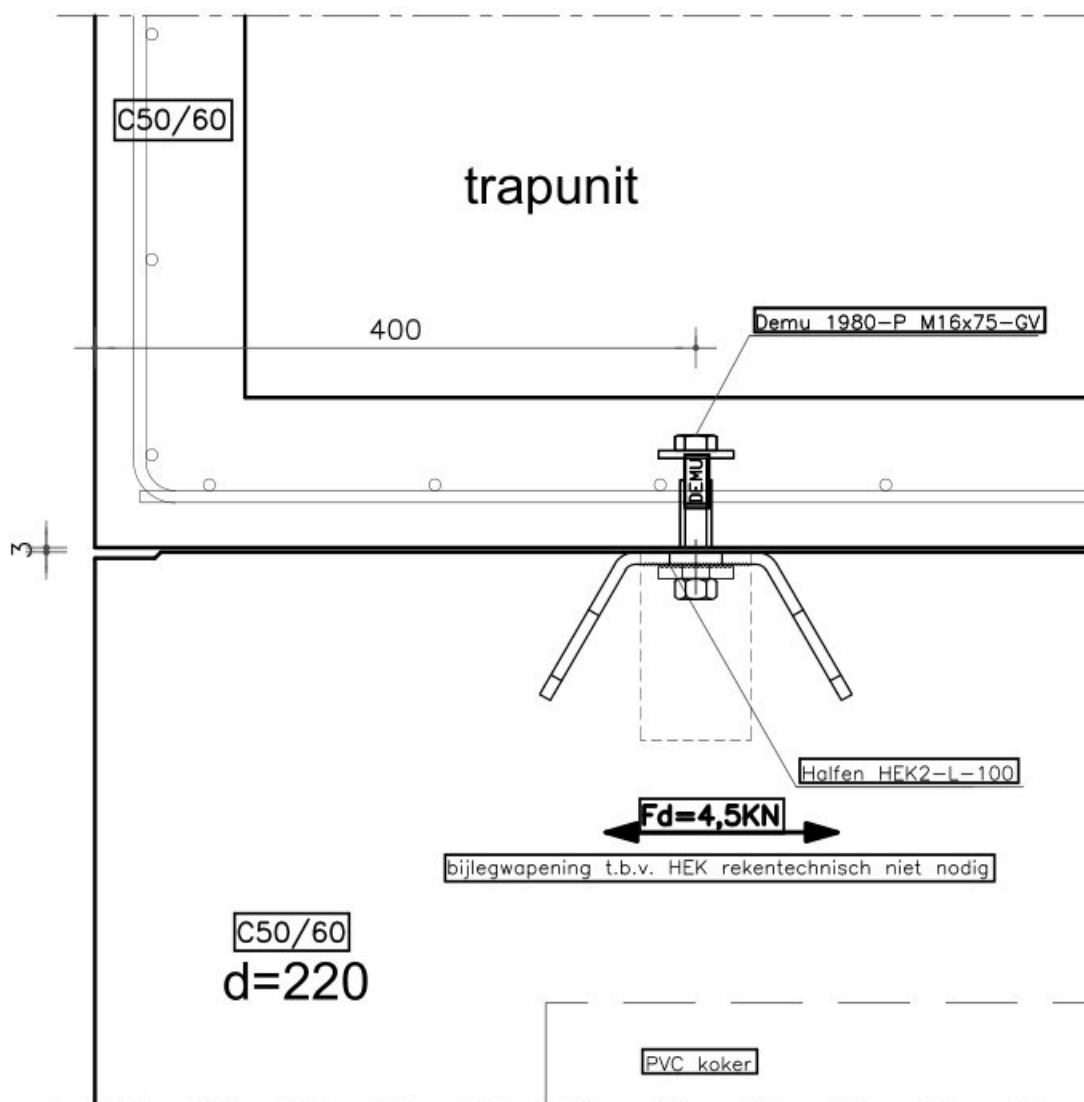
Koppeling wand / trapunit  
1e verdiepingvloer  
Eindwoning dwarskapper



Zijaanzicht

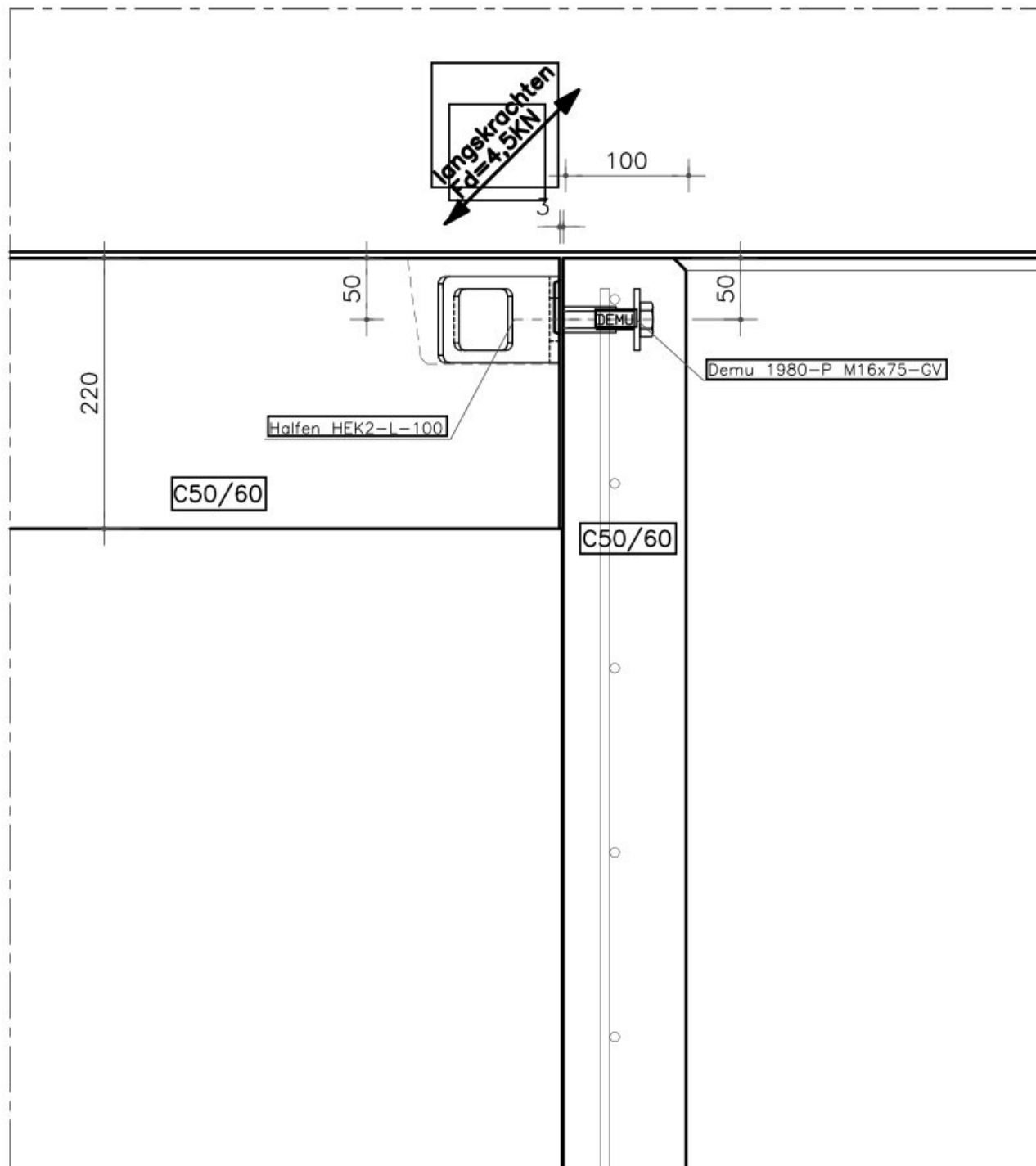


Koppeling vloer / trapunit  
2e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper



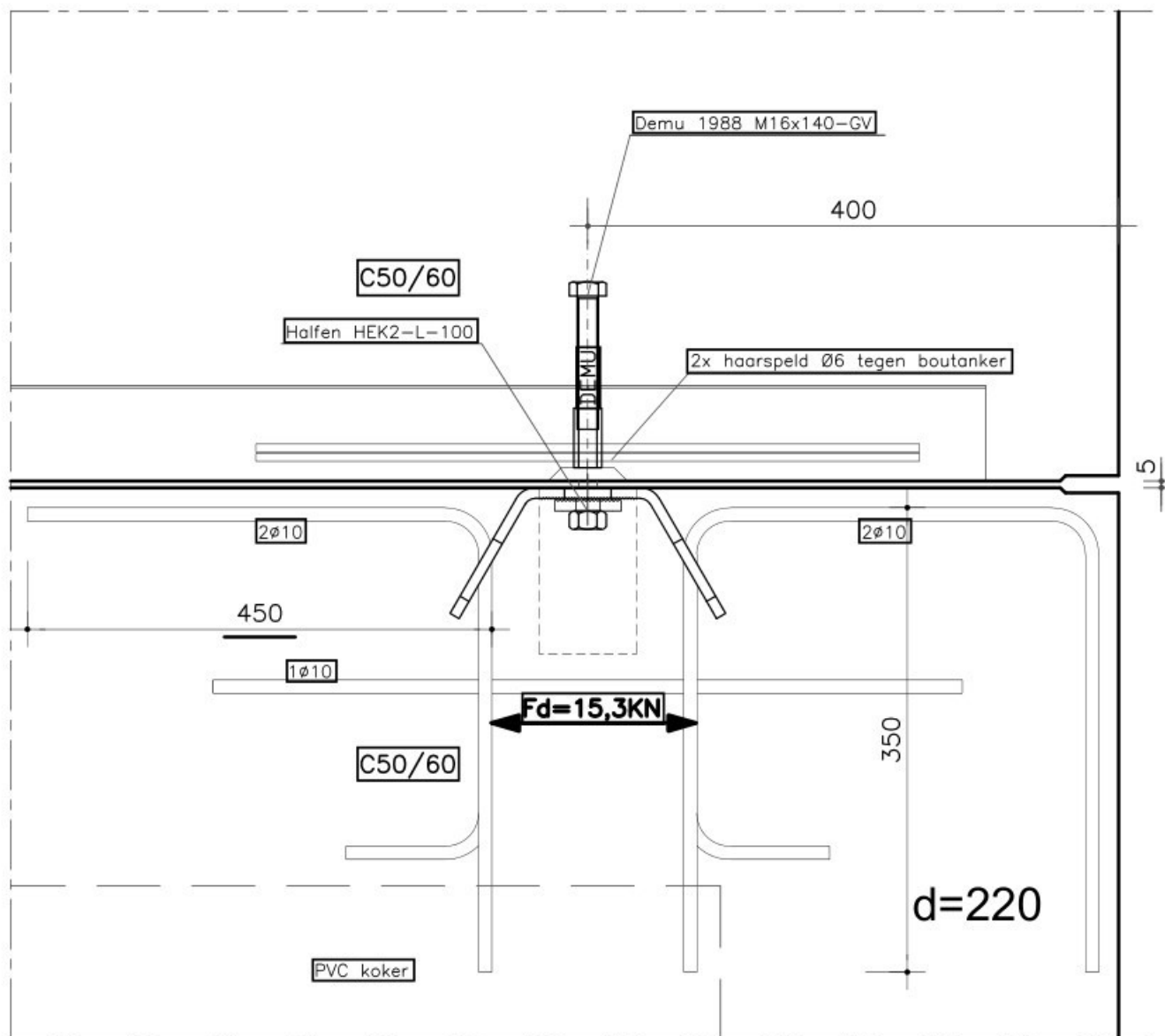
Bovenaanzicht

Koppeling wand / trapunit  
2e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper



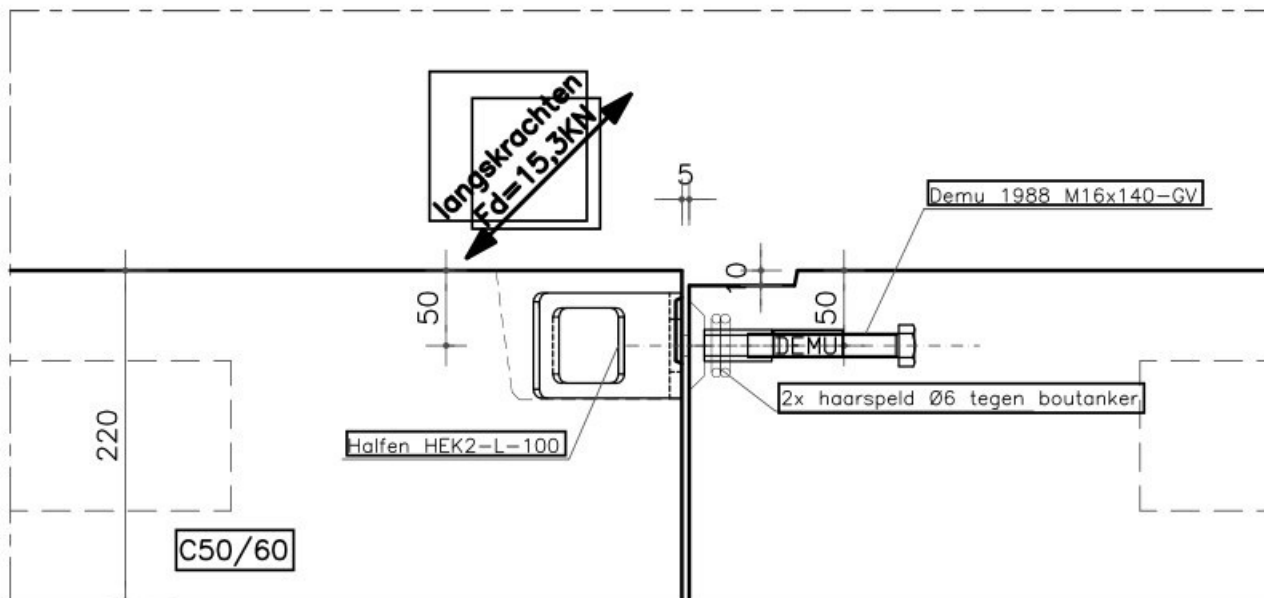
Zijaanzicht

Koppeling vloer / vloer  
1e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper

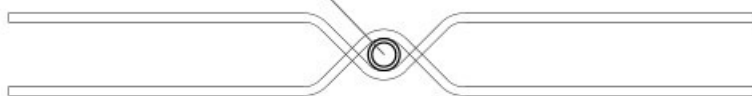


Bovenaanzicht

Koppeling vloer / vloer  
1e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper



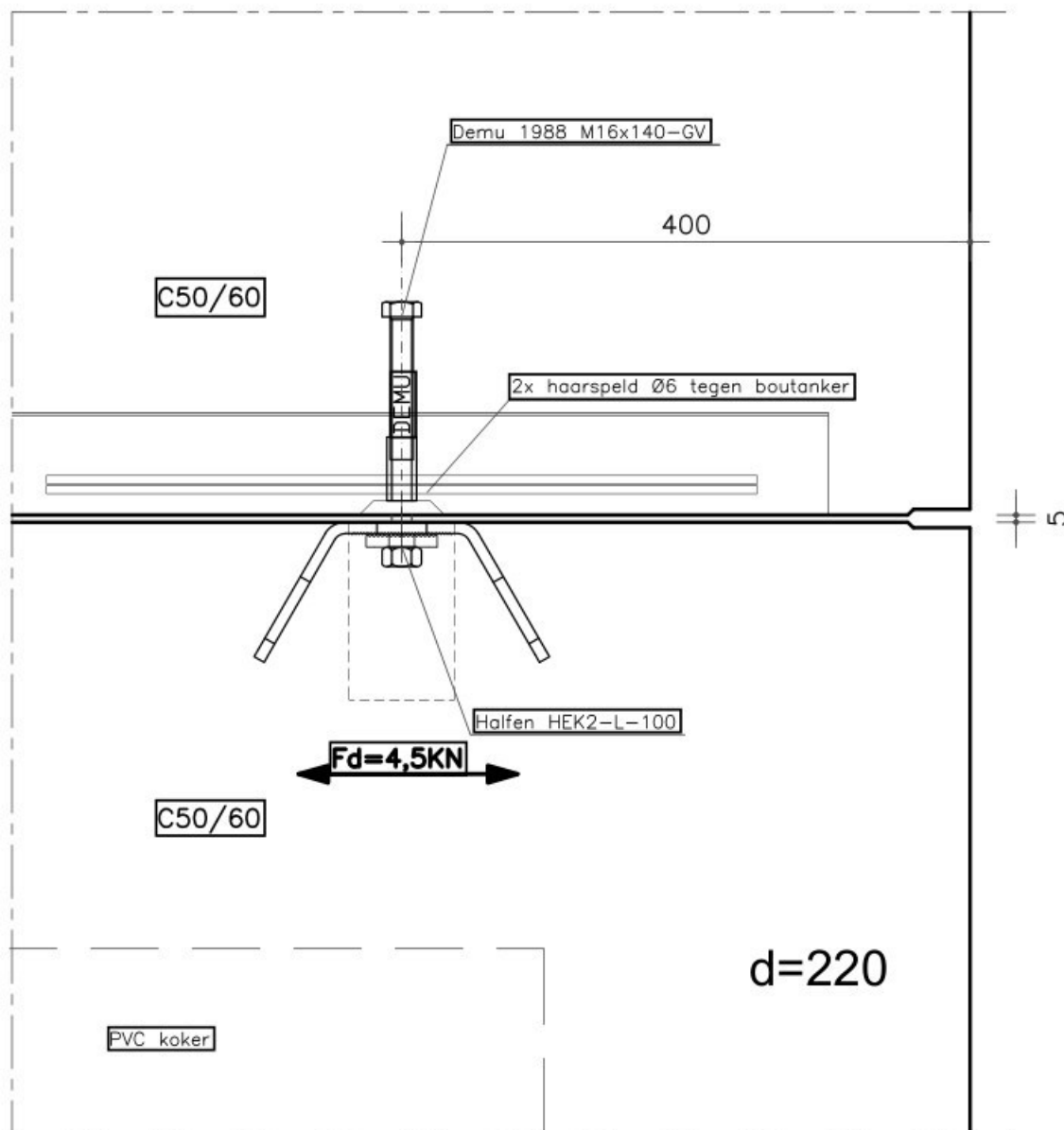
2x haarspeld Ø6 om Demu



Vooraanzicht

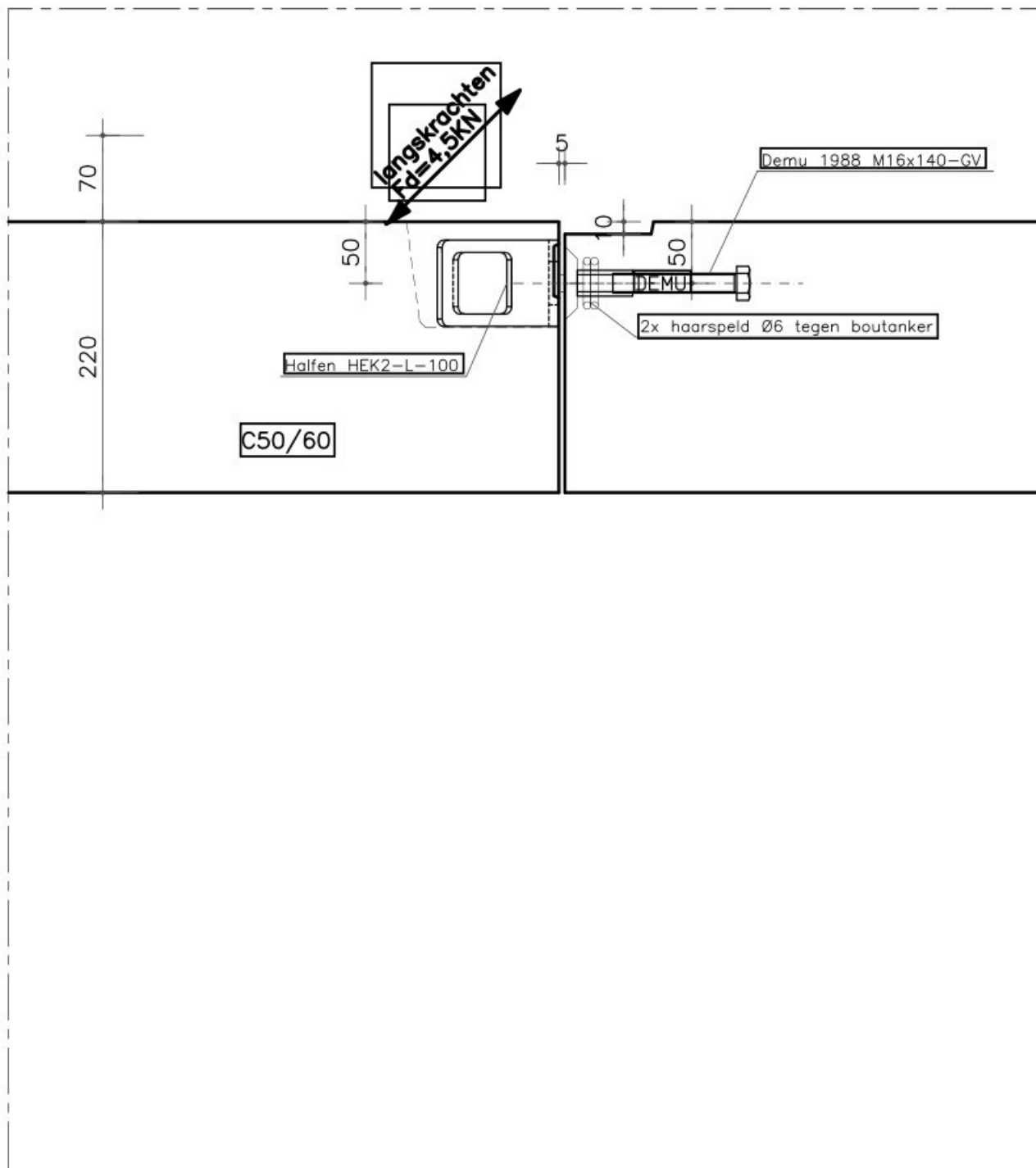
Zijaanzicht

Koppeling vloer / vloer  
2e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper



Bovenaanzicht

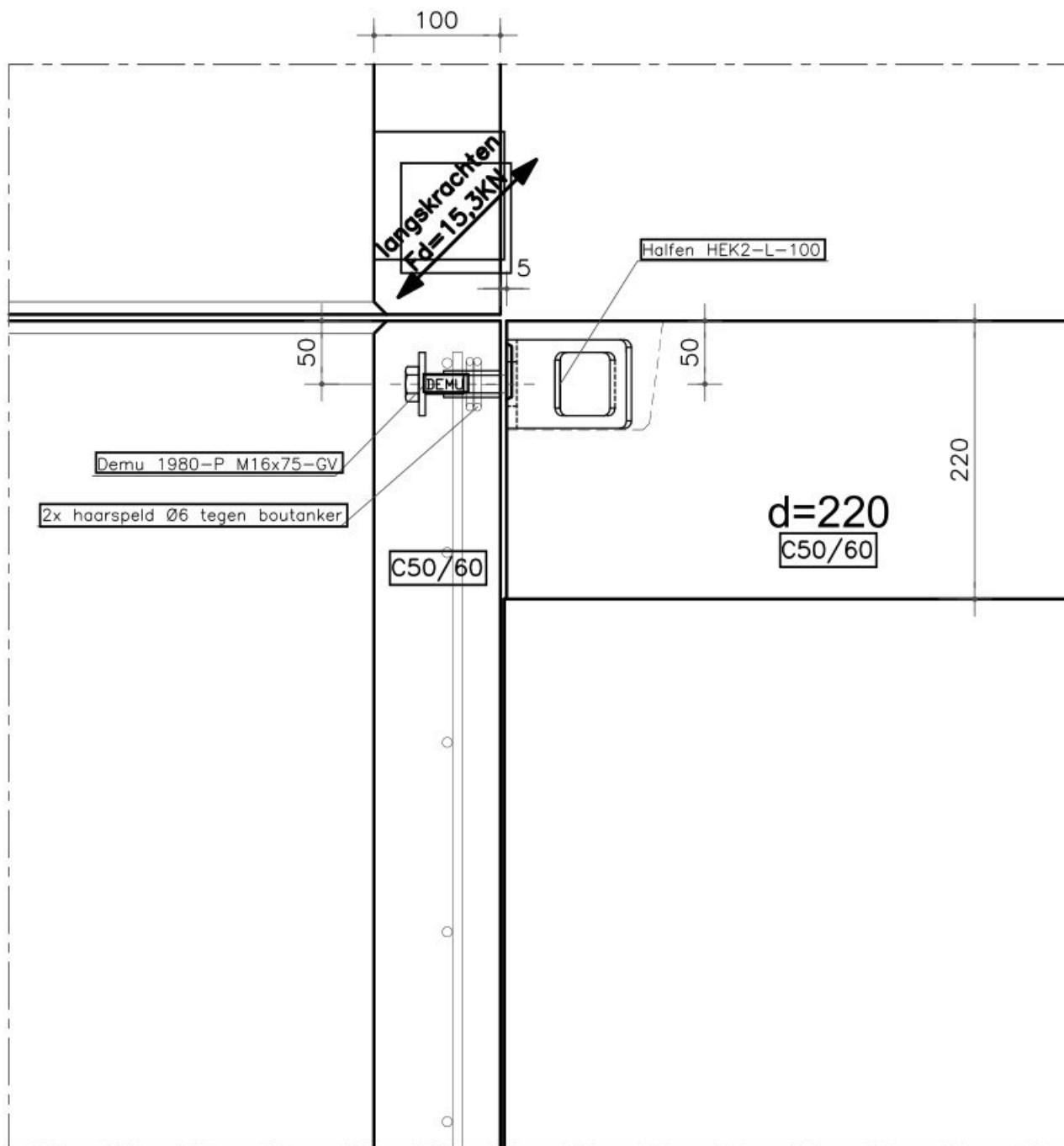
Koppeling vloer / vloer  
2e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper



Zijaanzicht



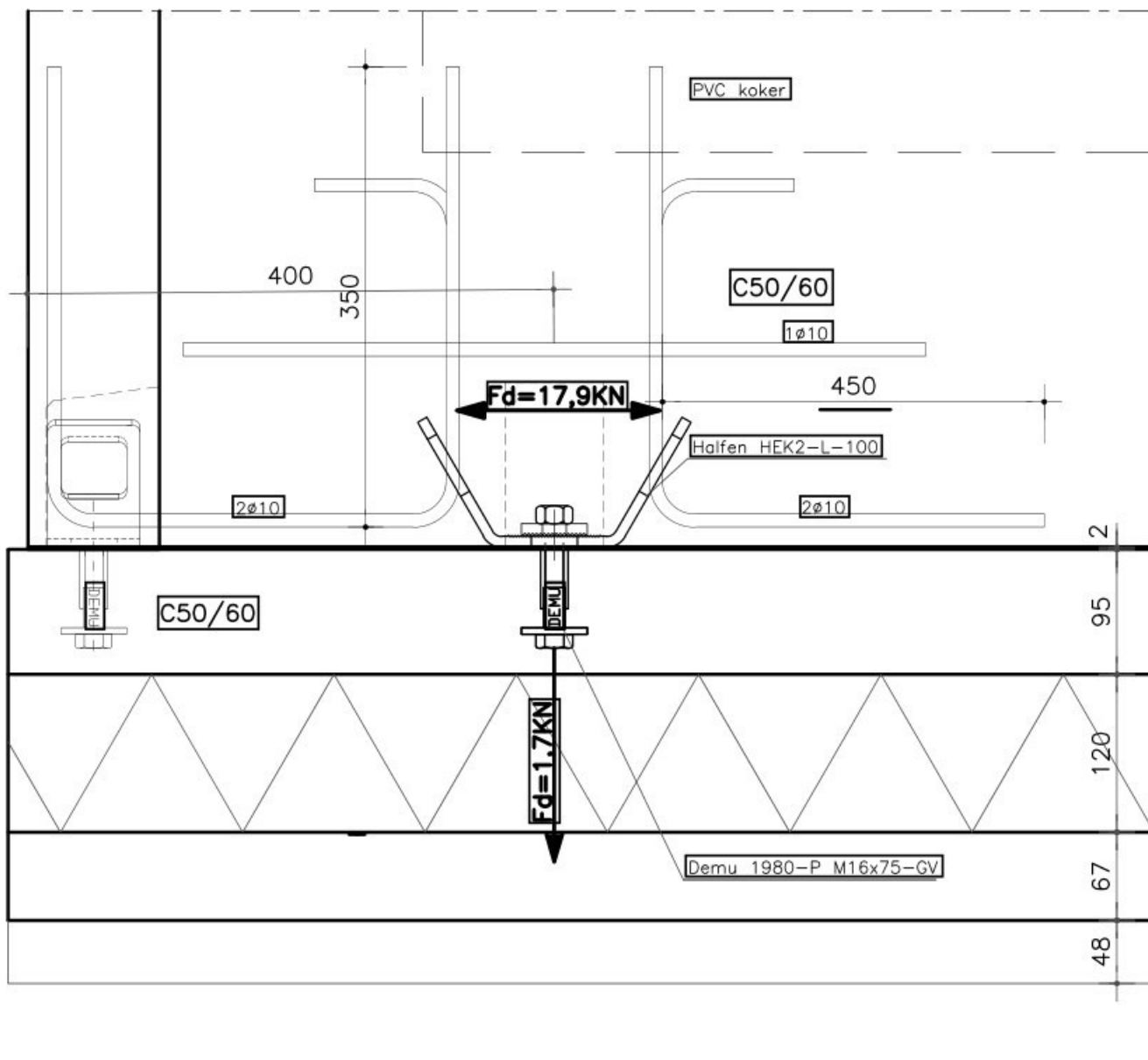
Koppeling wand / trapunit  
1e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper



Zijaanzicht



## Koppeling voorgevel / beg grondvloer Eindwoning dwarskapper



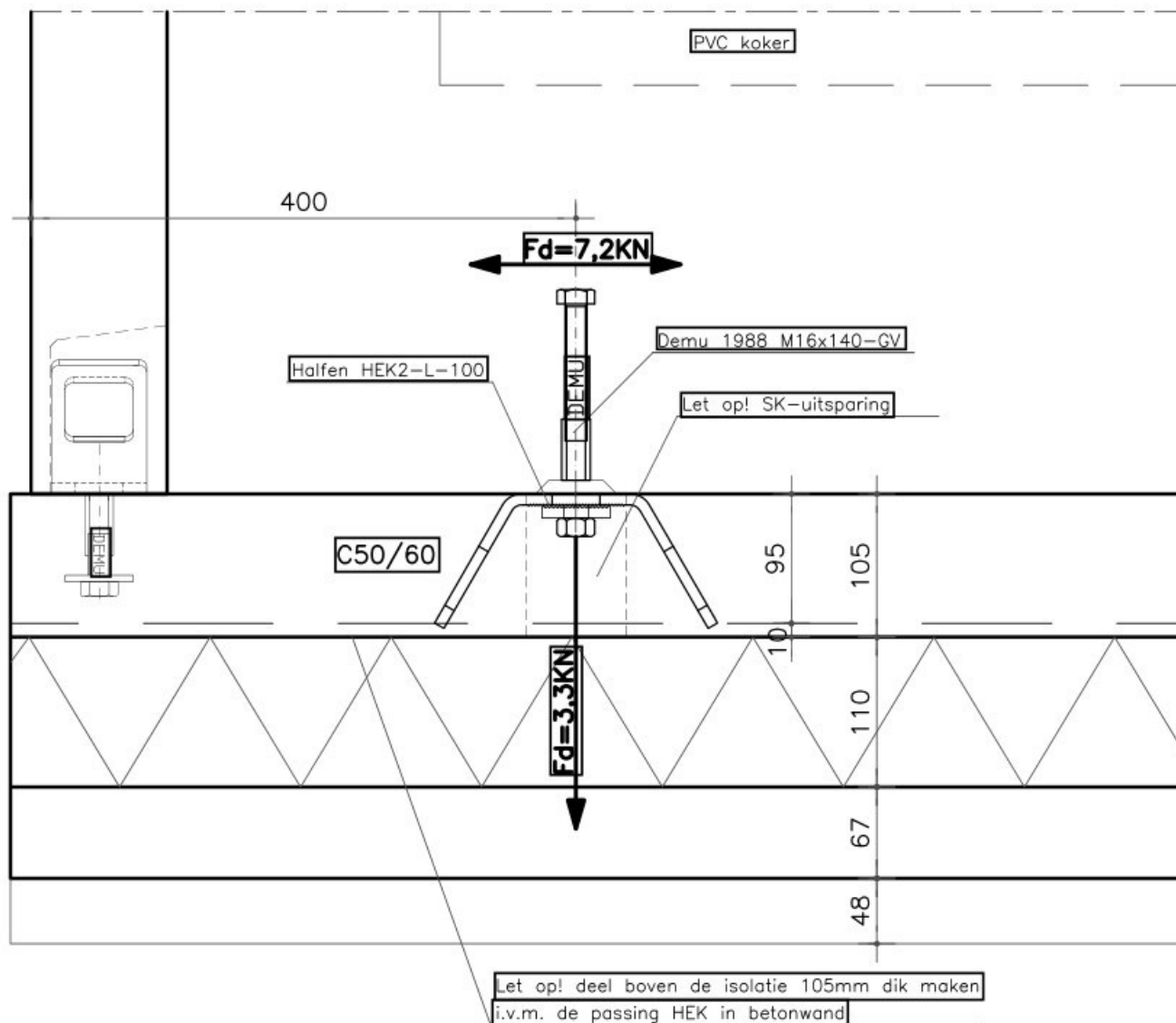
Bovenaanzicht





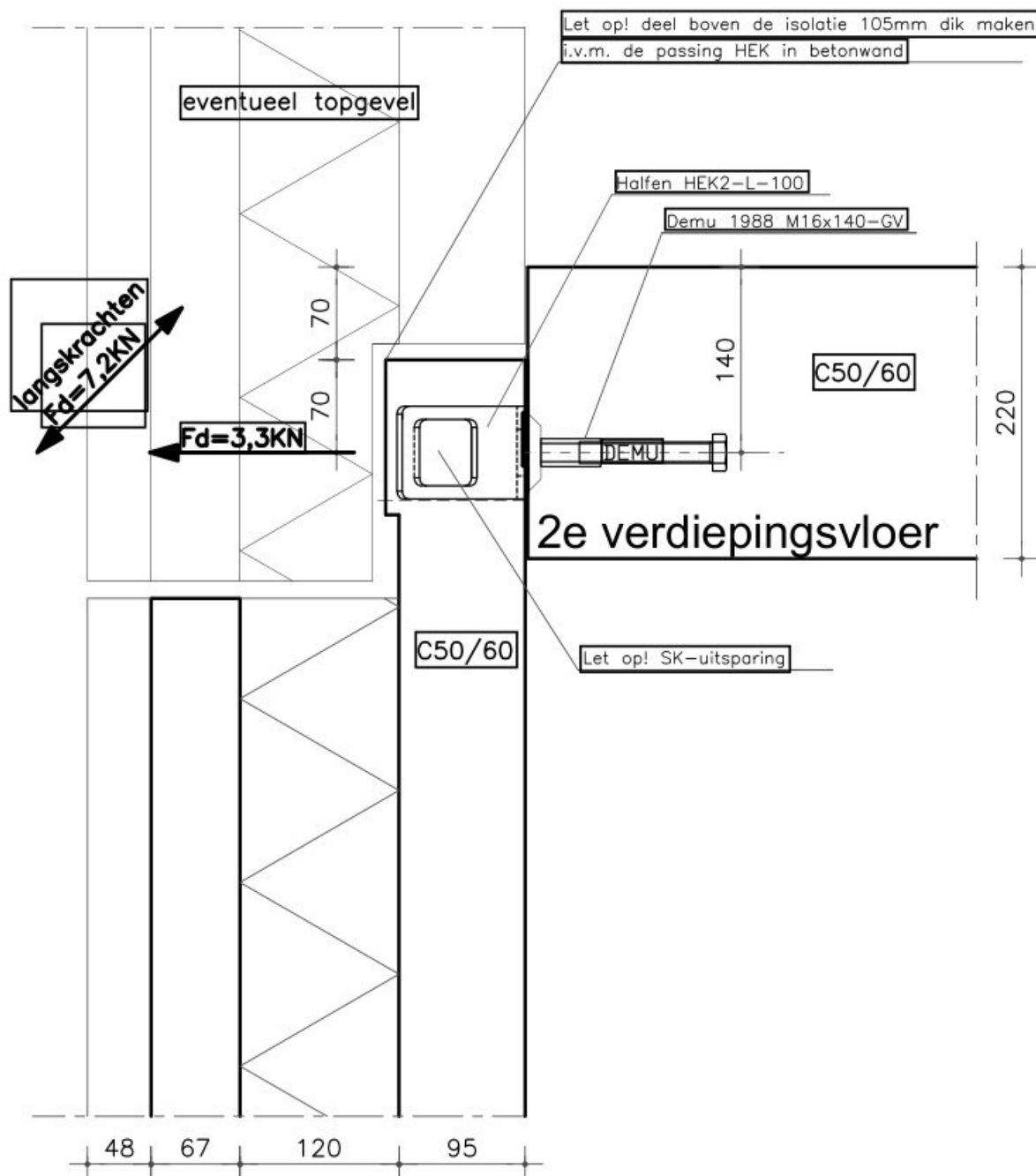


Koppeling vloer / voor- en achtergevel  
2e verdiepingsvloer  
Eindwoning dwarskapper



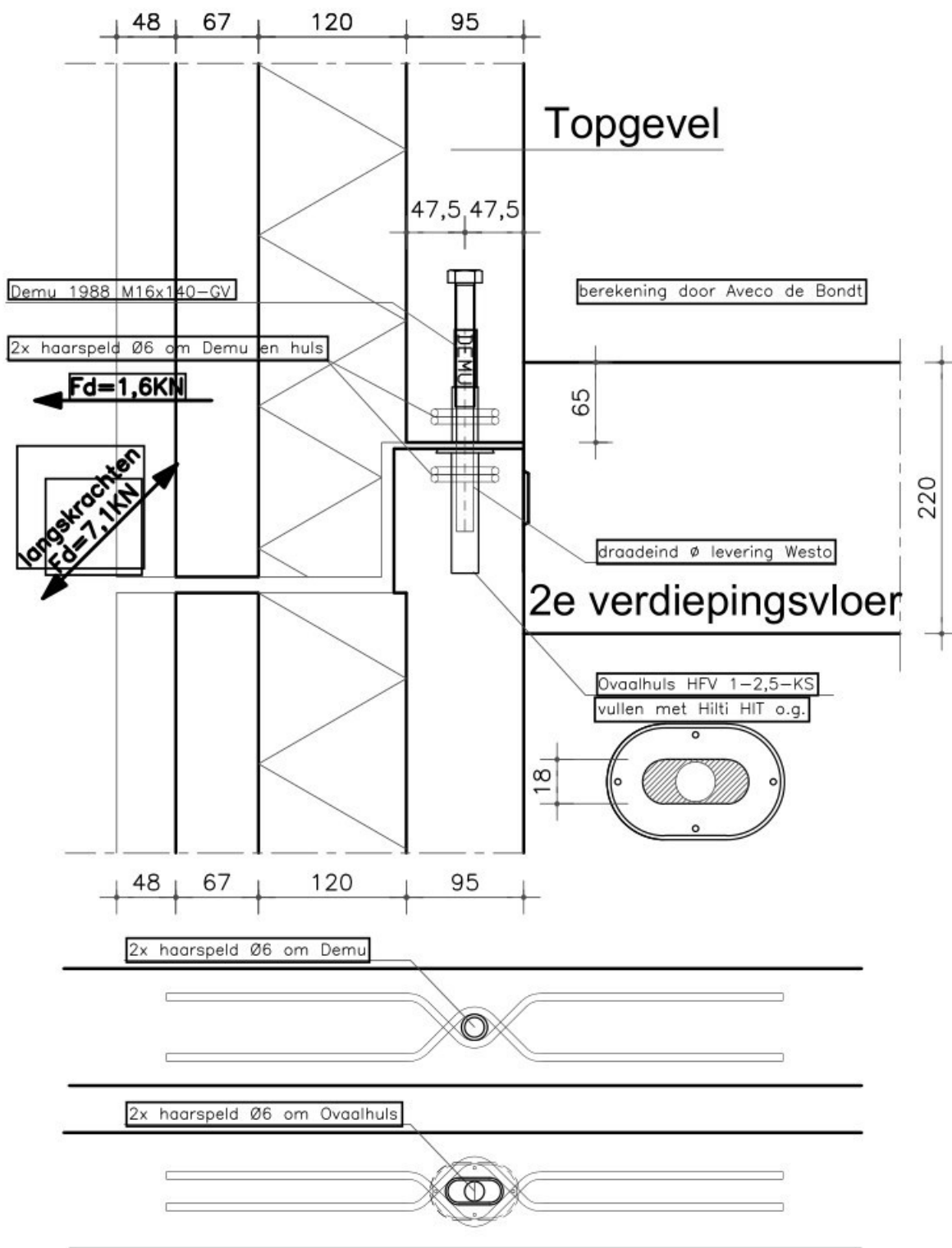
Bovenaanzicht

## Koppeling vloer / voor- en achtergevel Eindwoning dwarskapper



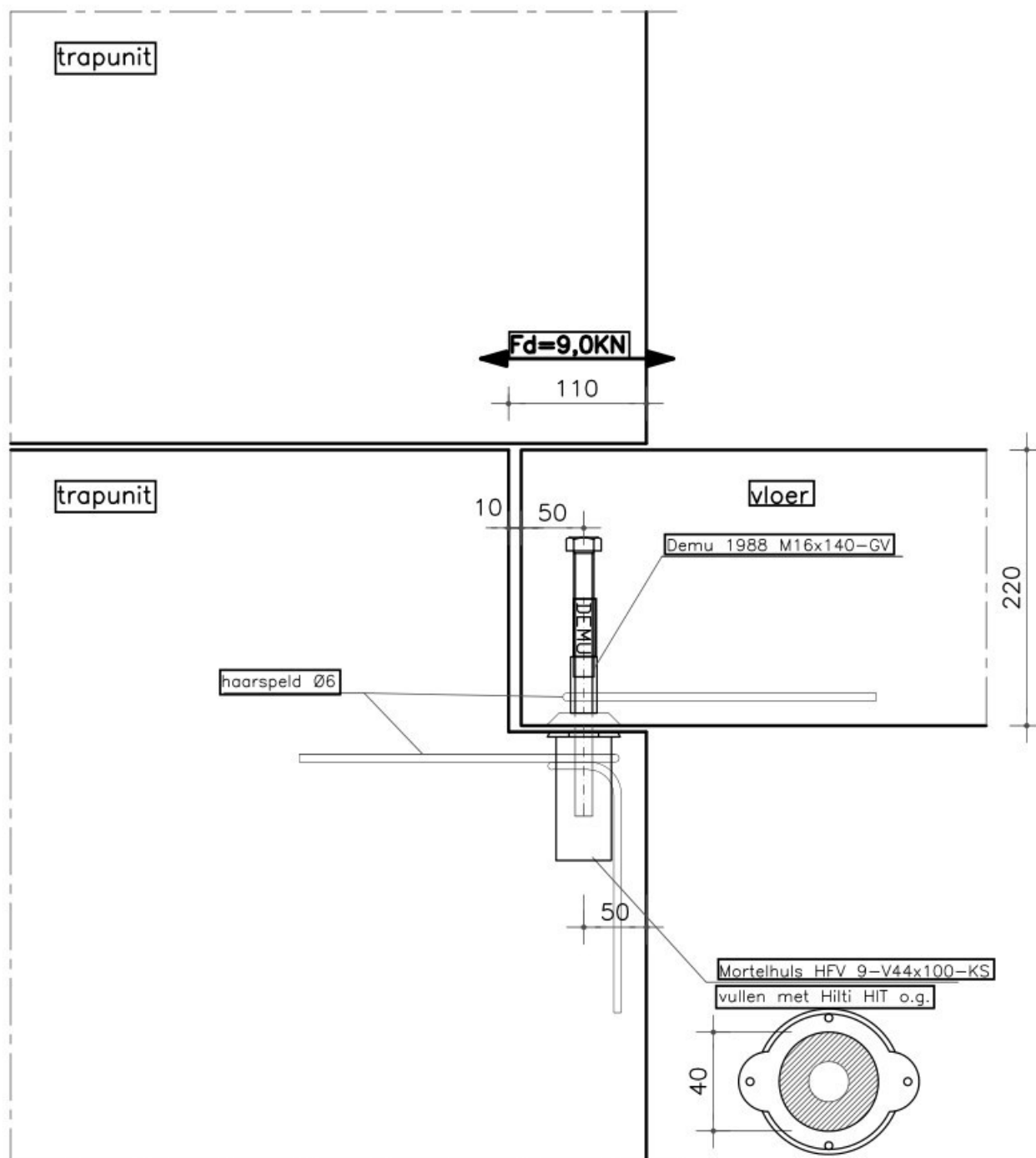
Zijaanzicht

## Koppeling voor- en achtergevel - onderling Eindwoning dwarskapper



## Vertikaal detail

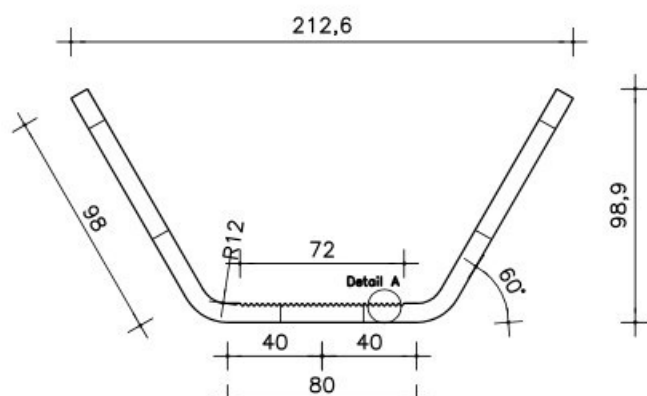
## Koppeling vloer / trapunit



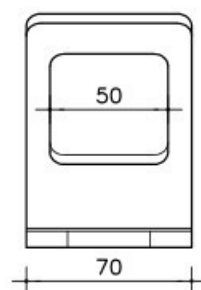
## Zijaanzicht



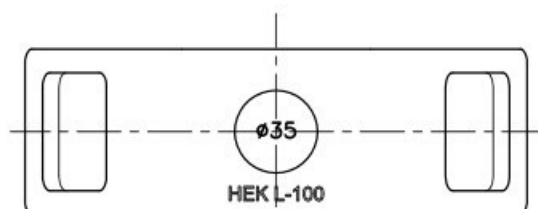
Stuck



Seitenansicht

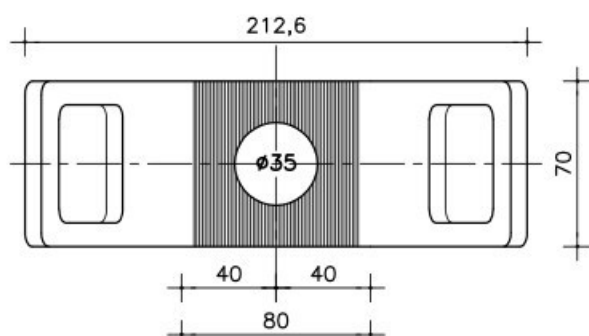
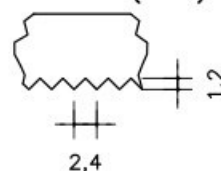


Seitenansicht

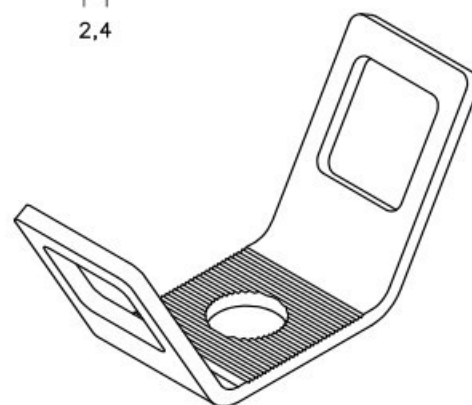


Hintenansicht

Detail A (2:1)

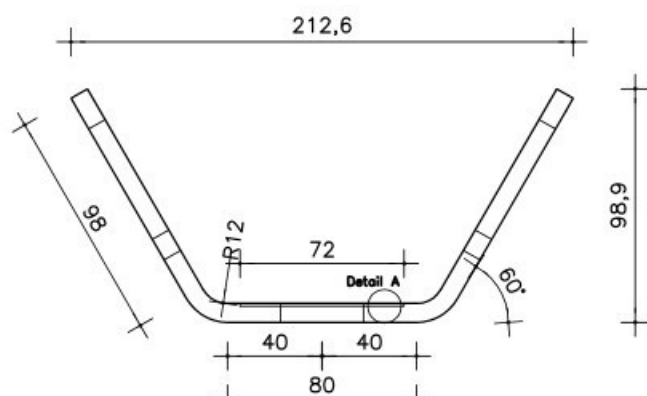


Vorderansicht

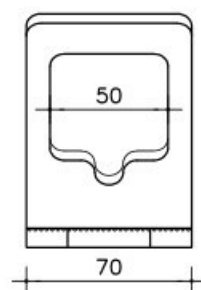


Änderung:	<div data-bbox="571 1809 823 2018">  <p><b>HALFEN</b></p> <p>YOUR BEST CONNECTIONS</p> </div> <div data-bbox="509 2038 1437 2065">           Halfen b.v., Postbus 1, NL - 7620 AA Borne, Telefoon +31(0)74-2671449, Telefax +31(0)74-2672659         </div>	Werkzeichnung	
Datum: 19-12-2016		Bezeichnung: HEK2-L-100- FV	
Werkstoff: S235JR		Kunde : Westo	
Pos.: HEK2-L-100		BV: MorgenWonen	
Bearbeiter: EBR		Proj.nr.: 20121358	Blatt nr.: 1
		dateiname:	

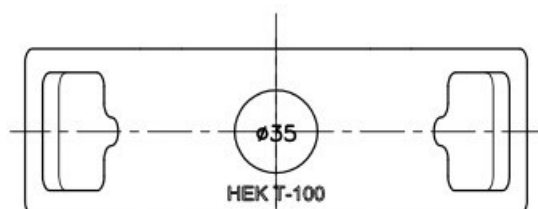
Stuck



Seitenansicht

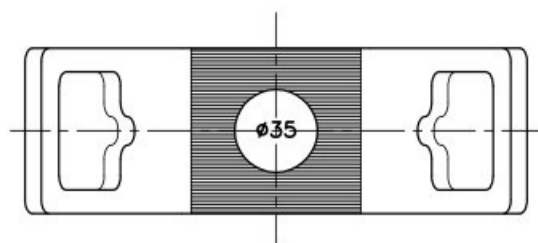
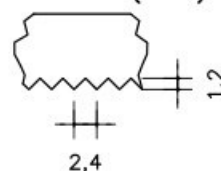


Seitenansicht

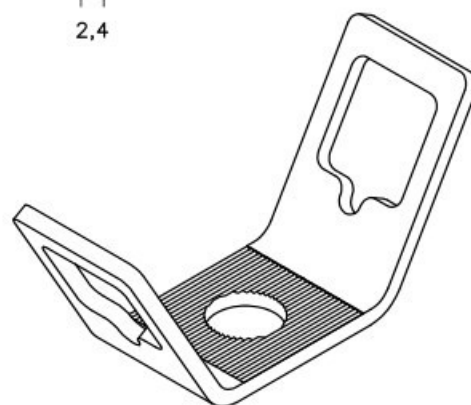


Hintenansicht

Detail A (2:1)



Vorderansicht



Änderung:	<div data-bbox="571 1809 823 2018">  <p><b>HALFEN</b></p> <p>YOUR BEST CONNECTIONS</p> </div> <div data-bbox="507 2036 1441 2065">           Halfen b.v., Postbus 1, NL - 7620 AA Borne, Telefoon +31(0)74-2671449, Telefax +31(0)74-2672659         </div>	Werkzeichnung	
Datum: 19-12-2016		Bezeichnung: HEK2-T-100- FV	
Werkstoff: S235JR		Kunde : Westo	
Pos.: HEK2-T-100		BV: MorgenWonen	
Bearbeiter: EBR		Proj.nr.: 20121358	Blatt nr.: 1
		dateiname:	

## Berekening zeskantbout M16 in HEK2-verbinding => det. H2/V2

- Volgens CEN TS 1992
- Boutkwaliteit 8.8  $f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$  ;  $f_{yk} = 640 \text{ N/mm}^2$
- Hefboomsarm:  $l = 8 - 1,0 + 5 = 12 \text{ mm}$
- Geen rotatie tussen beide constructiedelen  $\alpha_M = 2,0$

Maximale krachten (deze treden wel in combinatie op!)

- $N_{Ed} = 3,3 \text{ kN}$
- $V_{Ed} = 10,8 \text{ kN}$

### 1. Trek

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{M,s} = 157 \times 800 \times 10^{-3} / 1,5$$

$$\gamma_{M,s} = 1,2 \times 800 / 640 = 1,5$$

$$N_{Rd,s} = 83,73 \text{ kN}$$

$$\beta_N = 3,3 / 83,73 = \underline{0,039} < 1,0 \quad \text{OK}$$

### 2. Afschuiving

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_{M,s}$$

$$\gamma_{M,s} = 1,0 \times 800 / 640 = 1,25$$

$$V_{Rk,s} = \alpha_M \times M_{Rk,s} / l \quad (\alpha_M = 2,0 ; l = 12)$$

$$M_{Rk,s} = M_{R^0_{K,s}} \times (1 - N_{Sd} / N_{Rd,s})$$

$$M_{R^0_{K,s}} = 1,2 \times W_{el} \times f_{uk} \Rightarrow 1,2 \times \pi / 32 \times 14,14^3 \times 800 = 0,266 \text{ kNm}$$

$$M_{Rk,s} = 0,266 \times (1 - 0 / 83,73) = 0,266 \text{ kNm}$$

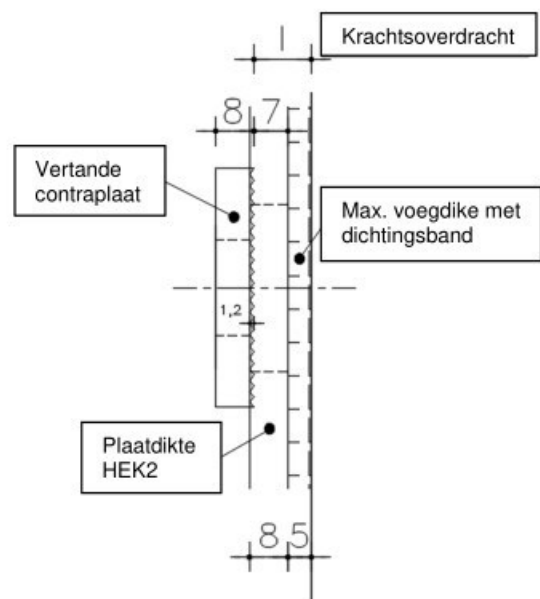
$$V_{Rk,s} = 2,0 \times 0,266 / 0,012 = 44,33 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} = 44,33 / 1,25 = 35,46 \text{ kN}$$

$$\beta_V = 10,8 / 35,46 = \underline{0,304} < 1,0 \quad \text{OK}$$

### 3. Combinatie

$$\beta_V^2 + \beta_N^2 = 0,304^2 + 0,039^2 = 0,094 < 1,0 \quad \underline{\text{OK}}$$



## Berekening zeskantbout M16 in HEK2-verbinding => det. H7/V7

- Volgens CEN TS 1992
- Boutkwaliteit 8.8  $f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$  ;  $f_{yk} = 640 \text{ N/mm}^2$
- Hefboomsarm:  $l = 8 - 1,0 + 5 = 12 \text{ mm}$
- Geen rotatie tussen beide constructiedelen  $\alpha_M = 2,0$

Maximale krachten (deze treden wel in combinatie op!)

- $N_{Ed} = 1,7 \text{ kN}$
- $V_{Ed} = 17,9 \text{ kN}$

### 1. Trek

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{M,s} = 157 \times 800 \times 10^{-3} / 1,5$$

$$\gamma_{M,s} = 1,2 \times 800 / 640 = 1,5$$

$$N_{Rd,s} = 83,73 \text{ kN}$$

$$\beta_N = 1,7 / 83,73 = \underline{0,020} < 1,0 \quad \text{OK}$$

### 2. Afschuiving

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_{M,s}$$

$$\gamma_{M,s} = 1,0 \times 800 / 640 = 1,25$$

$$V_{Rk,s} = \alpha_M \times M_{Rk,s} / l \quad (\alpha_M = 2,0 ; l = 12)$$

$$M_{Rk,s} = M_{R^0_{K,s}} \times (1 - N_{Sd} / N_{Rd,s})$$

$$M_{R^0_{K,s}} = 1,2 \times W_{el} \times f_{uk} \Rightarrow 1,2 \times \pi / 32 \times 14,14^3 \times 800 = 0,266 \text{ kNm}$$

$$M_{Rk,s} = 0,266 \times (1 - 0 / 83,73) = 0,266 \text{ kNm}$$

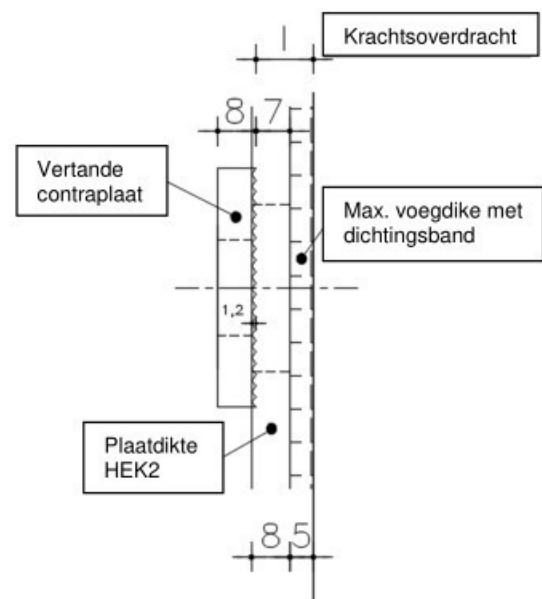
$$V_{Rk,s} = 2,0 \times 0,266 / 0,012 = 44,33 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} = 44,33 / 1,25 = 35,46 \text{ kN}$$

$$\beta_v = 17,9 / 35,46 = \underline{0,504} < 1,0 \quad \text{OK}$$

### 3. Combinatie

$$\beta_v^2 + \beta_N^2 = 0,504^2 + 0,020^2 = 0,254 < 1,0 \quad \text{OK}$$



### Berekening zeskantbout M16 in HEK2-verbinding (combinatie) => det. H3/V3

- Volgens CEN TS 1992
- Boutkwaliteit 8.8  $f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$  ;  $f_{yk} = 640 \text{ N/mm}^2$
- Hefboomsarm:  $l = 8 - 1,0 + 5 = 12 \text{ mm}$
- Geen rotatie tussen beide constructiedelen  $\alpha_M = 2,0$

#### Maximale krachten

- $N_{Ed} = 17,0 \text{ kN}$

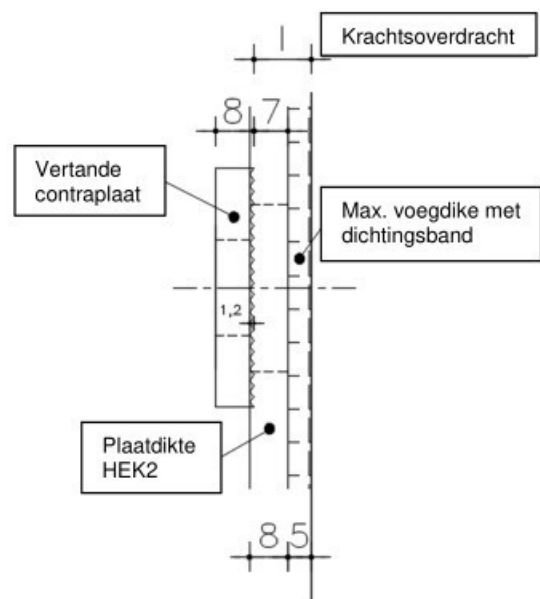
#### 1. Trek

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{M,s} = 157 \times 800 \times 10^{-3} / 1,5$$

$$\gamma_{M,s} = 1,2 \times 800 / 640 = 1,5$$

$$N_{Rd,s} = 83,73 \text{ kN}$$

$$\beta_N = 17,0 / 83,73 = \underline{\underline{0,203}} < 1,0 \quad \text{OK}$$



## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden:

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1980 GV**

Afmeting		M16-75
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	68.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Splijtwapening is aanwezig		Ja
Randwapening		Zonder randwapening

### Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkkracht	$N_{Ed,z}$	11.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	0.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden (ETA 13/0401):

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1988 GV**

Afmeting		M16-140
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	132.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Splijtwapening is aanwezig		Ja
Randwapening		Zonder randwapening

### Belasting (Belastinggeval #1)

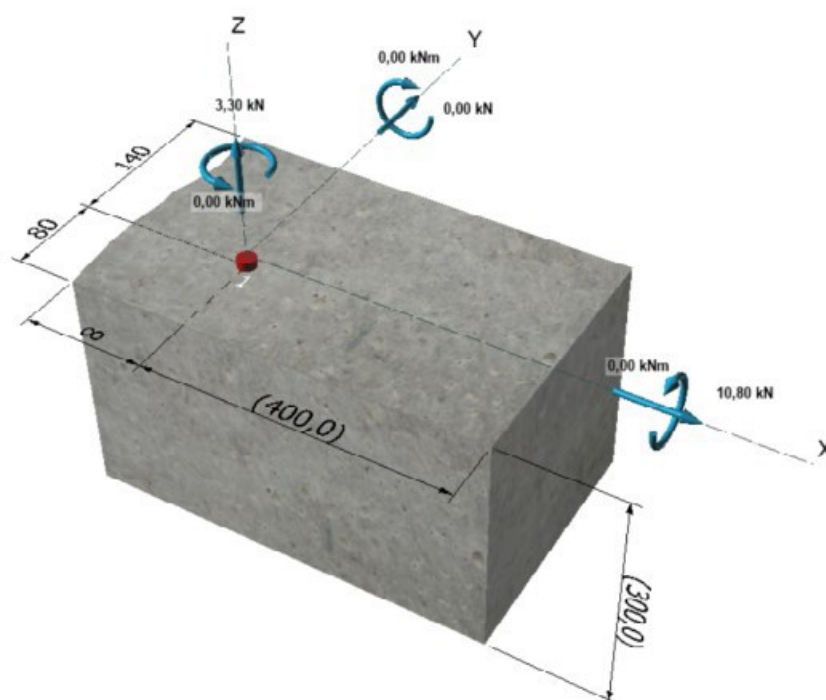
Normaaltrekkkracht	$N_{Ed,z}$	3.30 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	10.80 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee



### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri rs} \text{ [kN]}$	$V_{Edri ry} \text{ [kN]}$
1	3.300	10.800	10.800	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resulterende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 3.30 \text{ [kN]}$   
 Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 10.80 \text{ [kN]}$



## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

#### 1. Staalbreuk anker (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.3)

$$N_{Rds} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 93.10 / 1.58 = 58.92 \text{ kN}$$

#### 2. Uittrekken (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.4)

$$N_{Rdp} = N_{Rk,p} * \psi_c / \gamma_{Mc} = 44.70 * 2.40 / 1.50 = 71.52 \text{ kN}$$

#### 3. Betonkegelbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.5)

$$N_{Rdc} = N^{\circ}_{Rk,c} * A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} / \gamma_{Mc} = 30.37 \text{ kN}$$

$$N^{\circ}_{Rk,c} = k_{cr} * f_{ct,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN}$$

$$h_{ef} = 132.0 \text{ mm}$$

$$s_{ctr,N} = 396.0 \text{ mm}$$

$$c_{ctr,N} = 198.0 \text{ mm}$$

$$A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} = 87120.00 / 156816.00 = 0.56$$

$$\psi_{s,N} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 80.00 / 198.00] = 0.82$$

$$\psi_{re,N} = 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00$$

$$\psi_{ec,N} = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_N / s_{ctr,N})] = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * 0.0 / 396.00)] = 1.00$$

#### 4. Splijten (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.6)

##### 4.1 Splijten ten gevolge van plaatsen van de ankers en monteren van de verbinding

Splijten t.g.v. plaatsen van het anker en monteren van de verbinding treedt niet op. De verbinding voldoet aan de minimum eisen gesteld aan de randafstand, onderlinge afstand van ankers en elementdikte.

##### 4.2 Splijten ten gevolge van belasten

Het controleren op splijten ten gevolge van het belasten is niet relevant. Met speciale wapening volgens CEN/TS 1992-4-2, artikel 6.2.6.2 b) kan splijten worden voorkomen.

Benodigde doorsnede  $A_s$  van de splijtwapening:

$$A_s = 0.5 * \Sigma N_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_{Ms,rc}) = 0.5 * 3300 / (500 / 1.15) = 4 \text{ mm}^2$$

#### 5. Zijdelingsuitbreken (ankerrij dichtst bij de rand) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.7)

Controle van de randen aan de criterium  $c_i > 0.5 * h_{ef}$ :

Rand rechts	$c_1 = 400.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
-------------	--------------------------	---------------------	-----------

Rand onder	$c_2 = 80.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	-------------------------	---------------------	-----------

Rand boven	$c_4 = 140.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	--------------------------	---------------------	-----------

In deze situatie zal zijdelingsuitbreken niet optreden omdat alle randen voldoen aan het gestelde criterium.

## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

### 1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

#### 1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

#### 1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

### 2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$\begin{aligned} c_1 &= 400.0 \text{ mm} \\ c'_1 &= 200.0 \text{ mm} \\ c_2 &= 80.0 \text{ mm} \\ V_{Rdc} &= V_{Rkc}^o \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^o \cdot \psi_{sv,V} \cdot \psi_{hv,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 11.65 \text{ kN} \\ V_{Rkc}^o &= 1.6 \cdot d_{nom}^a \cdot l_{\beta} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot c_1^{1.5} = 1.6 \cdot 21.0^{0.081} \cdot 130.0^{0.064} \cdot 60^{0.5} \cdot 200.0^{1.5} = 61.10 \text{ kN} \\ \alpha &= 0.1 \cdot (l_f / c'_1)^{0.5} = 0.1 \cdot (130.0 / 200.0)^{0.5} = 0.081 \\ \beta &= 0.1 \cdot (d_{nom} / c'_1)^{0.2} = 0.1 \cdot (21.0 / 200.0)^{0.2} = 0.064 \\ A_{c,V} / A_{c,V}^o &= 66000.00 / 180000.00 = 0.37 \\ \psi_{sv,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c_2 / (1.5 \cdot c'_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 80.0 / (1.5 \cdot 200.0)] = 0.78 \\ \psi_{hv,V} &= \max [1.0; (1.5 \cdot c'_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 \cdot 200.0 / 300.0)^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot e_v / (3 \cdot c'_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot 0.0 / (3 \cdot 200.0)))] = 1.00 \\ \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 \cdot \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{re,V} &= \text{(Gescheurd beton, Zonder randwapening)} = 1.00 \end{aligned}$$

### 3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned} V_{Rdcp} &= K_3 \cdot N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 \cdot 45.56 / 1.50 = 60.74 \text{ kN} \\ N_{Rkc} &= N_{Rkc}^o \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^o \cdot \psi_{sv,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 45.56 \text{ kN} \\ N_{Rkc}^o &= K_{cr} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5} = 8.5 \cdot 60.0^{0.5} \cdot 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN} \\ h_{ef} &= 132.0 \text{ mm} \\ s_{ctr,N} &= 396.0 \text{ mm} \\ c_{ctr,N} &= 198.0 \text{ mm} \\ A_{c,N} / A_{c,N}^o &= 87120.00 / 156816.00 = 0.56 \\ \psi_{sv,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 80.00 / 198.00] = 0.82 \\ \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\ \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 \cdot e_v / s_{ctr,N})] = 1.00 \end{aligned}$$

### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

Maatgevende combinatie volgens CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4.1.2 (andere bezwijkmechanismen maatgevend)

$$\beta_N + \beta_V = N_{Ed}/N_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = 0.109 + 0.927 = 1.036$$

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezuikmechanieme	N <sub>Ed</sub> [kN]	N <sub>Rd</sub> [kN]	Benutting
Staalbreuk	3.300	58.924	5.60 %
Uittrekken	3.300	71.520	4.61 %
Betonkegelbreuk	3.300	30.370	10.87 %
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezuikmechanieme	V <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	Benutting
Staalbreuk	10.800	35.227	30.66 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	10.800	11.649	92.71 %
Betonachteruitbreken	10.800	60.740	17.78 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	β <sub>N</sub>	β <sub>V</sub>	Benutting
β <sub>N</sub> + β <sub>V</sub> ≤ 1.2	0.109	0.927	86.31 %

\* n/a = niet van toepassing

**Verbinding voldoet.**

### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Configuratie van de splijtwapening:

Bij plaatvormige constructies is splijtwapening vereist in beide richtingen. Bij overwegend trekbelasting dient de wapening aan beide zijden te worden geplaatst en bij overwegend buigbelasting aan de zijde van de trekspanningen. De splijtwapening dient minimaal uit drie staven te bestaan met een staafafstand van ≤150 en te worden verankerd volgens de nationale voorschriften. Voor lijnvormige constructies zoals bijv balken dient de splijtwapening in één richting te worden aangebracht. Bij verankeringen aan randen moet deze wapening tevens als randwapening aanwezig zijn met de benodigde ophangwapening.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden (ETA 13/0401):

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1988 GV**

Afmeting		M16-140
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	132.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Splijtwapening is aanwezig		Ja
Randwapening		Randwapening en beugels

### Belasting (Belastinggeval #1)

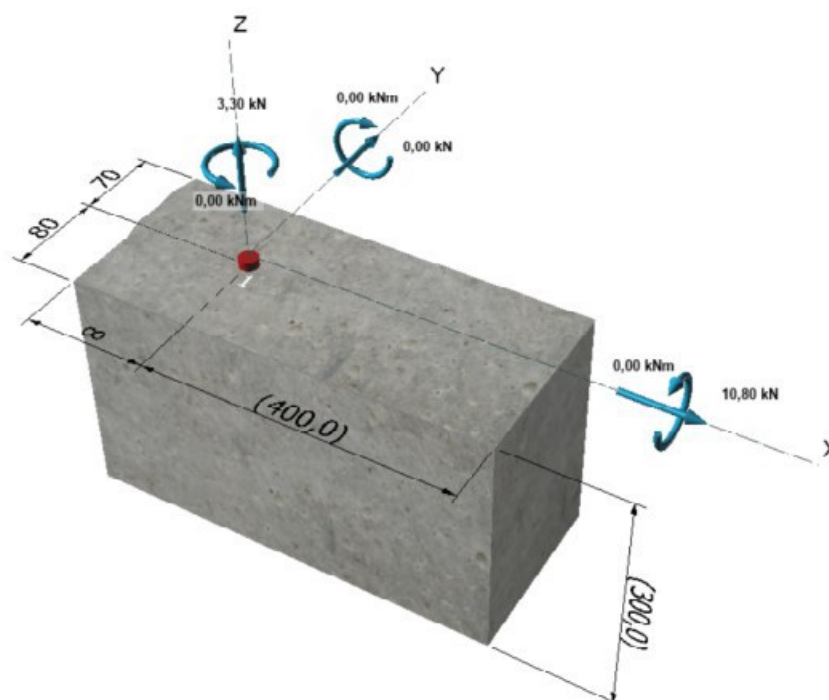
Normaaltrekkkracht	$N_{Ed,z}$	3.30 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	10.80 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee



### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edriys} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixy} \text{ [kN]}$
1	3.300	10.800	10.800	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resulterende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 3.30 \text{ [kN]}$   
 Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 10.80 \text{ [kN]}$

## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

#### 1. Staalbreuk anker (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.3)

$$N_{Rds} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 93.10 / 1.58 = 58.92 \text{ kN}$$

#### 2. Uittrekken (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.4)

$$N_{Rdp} = N_{Rk,p} * \psi_c / \gamma_{Mc} = 44.70 * 2.40 / 1.50 = 71.52 \text{ kN}$$

#### 3. Betonkegelbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.5)

$$N_{Rdc} = N^{\circ}_{Rk,c} * A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} / \gamma_{Mc} = 20.32 \text{ kN}$$

$$N^{\circ}_{Rk,c} = k_{cr} * f_{ck,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN}$$

$$h_{ef} = 132.0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 396.0 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 198.0 \text{ mm}$$

$$A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} = 59400.00 / 156816.00 = 0.38$$

$$\psi_{s,N} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 70.00 / 198.00] = 0.81$$

$$\psi_{re,N} = 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00$$

$$\psi_{ec,N} = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_N / s_{cr,N})] = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * 0.0 / 396.00)] = 1.00$$

#### 4. Splijten (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.6)

##### 4.1 Splijten ten gevolge van plaatsen van de ankers en monteren van de verbinding

Splijten t.g.v. plaatsen van het anker en monteren van de verbinding treedt niet op. De verbinding voldoet aan de minimum eisen gesteld aan de randafstand, onderlinge afstand van ankers en elementdikte.

##### 4.2 Splijten ten gevolge van belasten

Het controleren op splijten ten gevolge van het belasten is niet relevant. Met speciale wapening volgens CEN/TS 1992-4-2, artikel 6.2.6.2 b) kan splijten worden voorkomen.

Benodigde doorsnede  $A_s$  van de splijtwapening:

$$A_s = 0.5 * \Sigma N_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_{Ms,rc}) = 0.5 * 3300 / (500 / 1.15) = 4 \text{ mm}^2$$

#### 5. Zijdelingsuitbreken (ankerrij dichtst bij de rand) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.7)

Controle van de randen aan de criterium  $c_i > 0.5 * h_{ef}$ :

Rand rechts	$c_1 = 400.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
-------------	--------------------------	---------------------	-----------

Rand onder	$c_2 = 80.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	-------------------------	---------------------	-----------

Rand boven	$c_4 = 70.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	-------------------------	---------------------	-----------

In deze situatie zal zijdelingsuitbreken niet optreden omdat alle randen voldoen aan het gestelde criterium.

## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

### 1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

#### 1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

#### 1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

### 2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$\begin{aligned} c_1 &= 400.0 \text{ mm} \\ c'_1 &= 200.0 \text{ mm} \\ c_2 &= 70.0 \text{ mm} \\ V_{Rdc} &= V_{Rkc}^o * A_{c,V} / A_{c,V}^o * \psi_{sv,V} * \psi_{hv,V} * \psi_{ec,V} * \psi_{\alpha,V} * \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 10.98 \text{ kN} \\ V_{Rkc}^o &= 1.6 * d_{nom}^a * l_{\beta} * f_{ck,cube}^{0.5} * c_1^{1.5} = 1.6 * 21.0^{0.081} * 130.0^{0.064} * 60^{0.5} * 200.0^{1.5} = 61.10 \text{ kN} \\ \alpha &= 0.1 * (l_f / c'_1)^{0.5} = 0.1 * (130.0 / 200.0)^{0.5} = 0.081 \\ \beta &= 0.1 * (d_{nom} / c'_1)^{0.2} = 0.1 * (21.0 / 200.0)^{0.2} = 0.064 \\ A_{c,V} / A_{c,V}^o &= 45000.00 / 180000.00 = 0.25 \\ \psi_{sv,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c_2 / (1.5 * c'_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 70.0 / (1.5 * 200.0)] = 0.77 \\ \psi_{hv,V} &= \max [1.0; (1.5 * c'_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 * 200.0 / 300.0)^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 * e_v / (3 * c'_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 * 0.0 / (3 * 200.0)))] = 1.00 \\ \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 * \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{re,V} &= (\text{Gescheurd beton, Randwapening en beugels}) = 1.40 \end{aligned}$$

### 3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned} V_{Rdcp} &= K_3 * N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 * 30.49 / 1.50 = 40.65 \text{ kN} \\ N_{Rkc} &= N_{Rkc}^o * A_{c,N} / A_{c,N}^o * \psi_{sv,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} = 30.49 \text{ kN} \\ N_{Rkc}^o &= K_{cr} * f_{ck,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN} \\ h_{ef} &= 132.0 \text{ mm} \\ s_{ctr,N} &= 396.0 \text{ mm} \\ c_{ctr,N} &= 198.0 \text{ mm} \\ A_{c,N} / A_{c,N}^o &= 59400.00 / 156816.00 = 0.38 \\ \psi_{sv,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 70.00 / 198.00] = 0.81 \\ \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\ \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_v / s_{ctr,N})] = 1.00 \end{aligned}$$

### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

Maatgevende combinatie volgens CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4.1.2 (andere bezwijkmechanismen maatgevend)

$$\beta_N + \beta_V = N_{Ed}/N_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = 0.162 + 0.984 = 1.146$$

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezuikmechanieme	N <sub>Ed</sub> [kN]	N <sub>Rd</sub> [kN]	Benutting
Staalbreuk	3.300	58.924	5.60 %
Uittrekken	3.300	71.520	4.61 %
Betonkegelbreuk	3.300	20.325	16.24 %
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezuikmechanieme	V <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	Benutting
Staalbreuk	10.800	35.227	30.66 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	10.800	10.977	98.38 %
Betonachteruitbreken	10.800	40.650	26.57 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	β <sub>N</sub>	β <sub>V</sub>	Benutting
β <sub>N</sub> + β <sub>V</sub> ≤ 1.2	0.162	0.984	95.52 %

\* n/a = niet van toepassing

**Verbinding voldoet.**

#### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Configuratie van de splijtwapening:

Bij plaatvormige constructies is splijtwapening vereist in beide richtingen. Bij overwegend trekbelasting dient de wapening aan beide zijden te worden geplaatst en bij overwegend buigbelasting aan de zijde van de trekspanningen. De splijtwapening dient minimaal uit drie staven te bestaan met een staafafstand van ≤150 en te worden verankerd volgens de nationale voorschriften. Voor lijnvormige constructies zoals bijv balken dient de splijtwapening in één richting te worden aangebracht. Bij verankeringen aan randen moet deze wapening tevens als randwapening aanwezig zijn met de benodigde ophangwapening.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).



## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden (ETA 13/0401):

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1988 GV**

Afmeting		M16-140
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	132.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Randwapening		Zonder randwapening

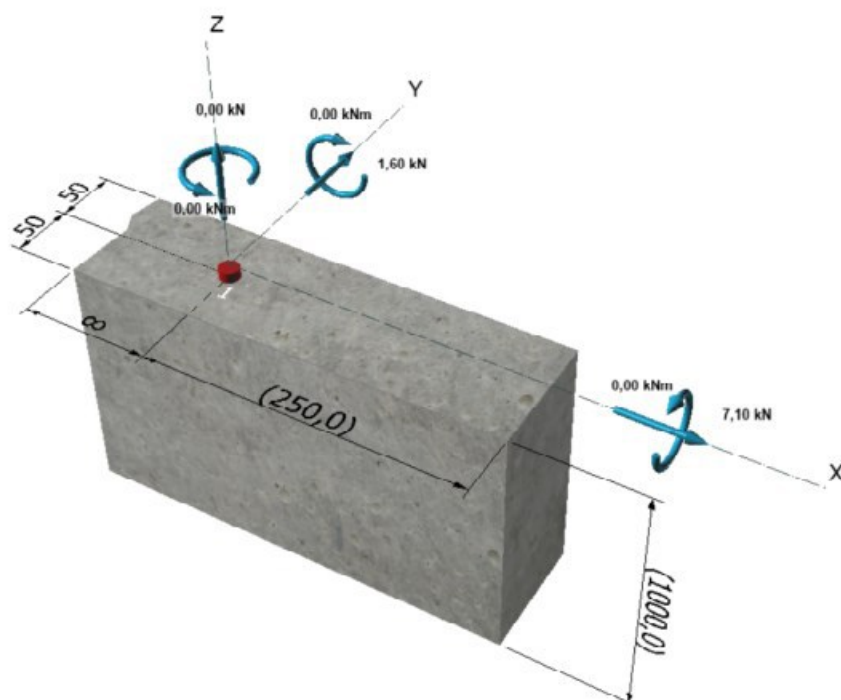
### Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkracht	$N_{Ed,z}$	0.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	7.10 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	1.60 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edriys} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixy} \text{ [kN]}$
1	0.000	7.278	7.100	1.600

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resulterende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 7.28 \text{ [kN]}$

## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

n/a

## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

### 1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

#### 1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

#### 1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

### 2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$\begin{aligned} c_1 &= 250.0 \text{ mm} \\ c_2 &= 50.0 \text{ mm} \\ V_{Rdc} &= V^{\circ}_{Rkc} \cdot A_{c,V} / A^{\circ}_{c,V} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 5.51 \text{ kN} \\ V^{\circ}_{Rkc} &= 1.6 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot c_1^{1.5} = 1.6 \cdot 21.0^{0.072} \cdot 130.0^{0.061} \cdot 60^{0.5} \cdot 250.0^{1.5} = 82.08 \text{ kN} \\ \alpha &= 0.1 \cdot (l_f / c_1)^{0.5} = 0.1 \cdot (130.0 / 250.0)^{0.5} = 0.072 \\ \beta &= 0.1 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0.2} = 0.1 \cdot (21.0 / 250.0)^{0.2} = 0.061 \\ A_{c,V} / A^{\circ}_{c,V} &= 37500.00 / 281250.00 = 0.13 \\ \psi_{s,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c_2 / (1.5 \cdot c_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 50.0 / (1.5 \cdot 250.0)] = 0.74 \\ \psi_{h,V} &= \max [1.0; (1.5 \cdot c_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 \cdot 250.0 / 375.0)^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot e_v / (3 \cdot c_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot 0.0 / (3 \cdot 250.0)))] = 1.00 \\ \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 \cdot \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.02 \\ \psi_{re,V} &= \text{(Gescheurd beton, Zonder randwapening)} = 1.00 \end{aligned}$$

### 3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned} V_{Rdcp} &= k_3 \cdot N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 \cdot 19.56 / 1.50 = 26.08 \text{ kN} \\ N_{Rkc} &= N^{\circ}_{Rkc} \cdot A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 19.56 \text{ kN} \\ N^{\circ}_{Rkc} &= k_{cr} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5} = 8.5 \cdot 60.0^{0.5} \cdot 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN} \\ h_{ef} &= 132.0 \text{ mm} \\ s_{ctr,N} &= 396.0 \text{ mm} \\ c_{ctr,N} &= 198.0 \text{ mm} \\ A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} &= 39600.00 / 156816.00 = 0.25 \\ \psi_{s,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 50.00 / 198.00] = 0.78 \\ \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\ \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 \cdot e_v / s_{ctr,N})] = 1.00 \end{aligned}$$

### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

n/a

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezwijkmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	n/a	n/a	n/a
Uittrekken	n/a	n/a	n/a
Betonkegelbreuk	n/a	n/a	n/a
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	7.278	35.227	20.66 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	7.278	5.512	132.03 %
Betonachteruitbreken	7.278	26.081	27.91 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
Interactie	n/a	n/a	n/a

\* n/a = niet van toepassing

**Niet alle controles zijn succesvol uitgevoerd.**

#### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

Betonrandbreuk kan niet optreden, omdat er beugelwapening direct om het anker wordt toegepast

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden (ETA 13/0401):

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1988 GV**

Afmeting		M16-140
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	132.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Splijtwapening is aanwezig		Ja
Randwapening		Randwapening en beugels

### Belasting (Belastinggeval #1)

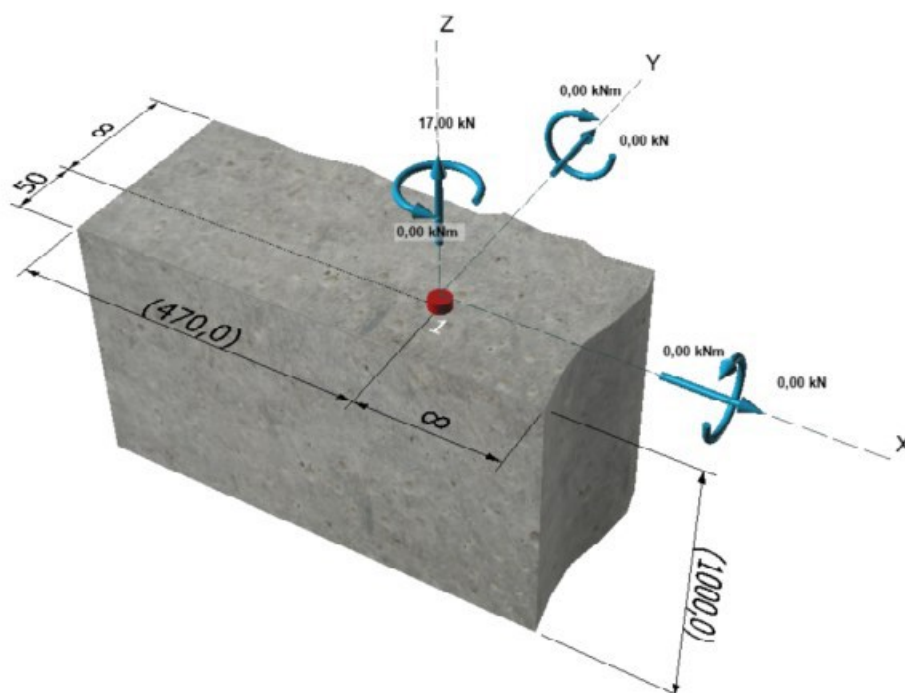
Normaaltrekkracht	$N_{Ed,z}$	17.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	0.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee



### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resultierende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixs} \text{ [kN]}$	$V_{Edriys} \text{ [kN]}$
1	17.000	0.000	0.000	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resultierende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resultierende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 17.00 \text{ [kN]}$   
 Resultierende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$

## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

#### 1. Staalbreuk anker (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.3)

$$N_{Rds} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 93.10 / 1.58 = 58.92 \text{ kN}$$

#### 2. Uittrekken (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.4)

$$N_{Rdp} = N_{Rk,p} * \psi_c / \gamma_{Mc} = 44.70 * 2.40 / 1.50 = 71.52 \text{ kN}$$

#### 3. Betonkegelbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.5)

$$N_{Rdc} = N^{\circ}_{Rk,c} * A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} / \gamma_{Mc} = 32.34 \text{ kN}$$

$$N^{\circ}_{Rk,c} = k_{cr} * f_{ck,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN}$$

$$h_{ef} = 132.0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 396.0 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 198.0 \text{ mm}$$

$$A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} = 98208.00 / 156816.00 = 0.63$$

$$\psi_{s,N} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 50.00 / 198.00] = 0.78$$

$$\psi_{re,N} = 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00$$

$$\psi_{ec,N} = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_N / s_{cr,N})] = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * 0.0 / 396.00)] = 1.00$$

#### 4. Splijten (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.6)

##### 4.1 Splijten ten gevolge van plaatsen van de ankers en monteren van de verbinding

Splijten t.g.v. plaatsen van het anker en monteren van de verbinding treedt niet op. De verbinding voldoet aan de minimum eisen gesteld aan de randafstand, onderlinge afstand van ankers en elementdikte.

##### 4.2 Splijten ten gevolge van belasten

Het controleren op splijten ten gevolge van het belasten is niet relevant. Met speciale wapening volgens CEN/TS 1992-4-2, artikel 6.2.6.2 b) kan splijten worden voorkomen.

Benodigde doorsnede  $A_s$  van de splijtwapening:

$$A_s = 0.5 * \Sigma N_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_{Ms,rc}) = 0.5 * 17000 / (500 / 1.15) = 20 \text{ mm}^2$$

#### 5. Zijdelingsuitbreken (ankerrij dichtst bij de rand) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.7)

Controle van de randen aan de criterium  $c_i > 0.5 * h_{ef}$ :

Rand onder	$c_2 = 50.0 \text{ mm}$	$< 66.0 \text{ mm}$	Onvoldoende
------------	-------------------------	---------------------	-------------

Rand links	$c_3 = 470.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	--------------------------	---------------------	-----------

→ Berekening van de sterkte voor zijdelingsuitbreken aan de rand  $c_2$ :

$$N_{Rdc,b} = N^{\circ}_{Rk,c,b} * A_{c,Nb} / A^{\circ}_{c,Nb} * \psi_{s,Nb} * \psi_{g,Nb} * \psi_{ec,Nb} * \psi_{ucr,N} / \gamma_{Mc,b} = 35.65 \text{ kN}$$

$$N^{\circ}_{Rk,c,b} = 8 * c_2 * A_h^{0.5} * f_{ck,cube}^{0.5} = 8 * 50 * 297.80^{0.5} * 60.0^{0.5} = 53.47 \text{ kN}$$

$$A_{c,Nb} / A^{\circ}_{c,Nb} = 40000.00 / 40000.00 = 1.00$$

$$\psi_{s,Nb} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * \min [c_1, c_3, c_4] / c_2] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 50.0 / 50.00] = 1.00$$

$$\psi_{g,Nb} = \min [1.0; n^{0.5} + (1 - n^{0.5}) * s_1 / (4 * c_2)] = 1.00$$

$$\psi_{ec,Nb} = 1 / (1 + 2 * e_N / (4 * c_2)) = 1 / (1 + 2 * 0.0 / (4 * 50.0)) = 1.00$$

$$\psi_{ucr,N} \text{ (Gescheurd beton)} = 1.00$$



## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

Controle niet noodzakelijk, omdat  $V_{Ed} = 0$

### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

n/a

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkracht - bezwijkmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	17.000	58.924	28.85 %
Uittrekken	17.000	71.520	23.77 %
Betonkegelbreuk	17.000	32.340	52.57 %
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	17.000	35.646	47.69 %
Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	n/a	n/a	n/a
Betonrandbreuk	n/a	n/a	n/a
Betonachteruitbreken	n/a	n/a	n/a
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
Interactie	n/a	n/a	n/a

\* n/a = niet van toepassing

**Verbinding voldoet.**

### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Configuratie van de splijtwapening:

Bij plaatvormige constructies is splijtwapening vereist in beide richtingen. Bij overwegend trekbelasting dient de wapening aan beide zijden te worden geplaatst en bij overwegend buigbelasting aan de zijde van de trekspanningen. De splijtwapening dient minimaal uit drie staven te bestaan met een staafafstand van  $\leq 150$  en te worden verankerd volgens de nationale voorschriften. Voor lijnvormige constructies zoals bijv balken dient de splijtwapening in één richting te worden aangebracht. Bij verankeringen aan randen moet deze wapening tevens als randwapening aanwezig zijn met de benodigde ophangwapening.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden:

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1980 GV**

Afmeting		M16-75
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	68.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Randwapening		Zonder randwapening

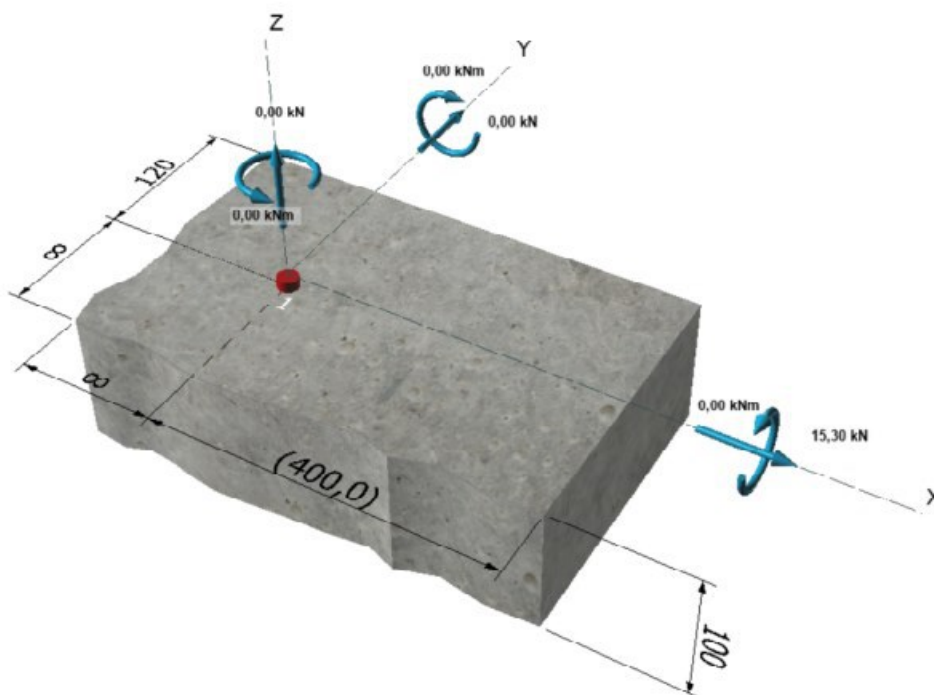
### Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkracht	$N_{Ed,z}$	0.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	15.30 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resultierende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edris} \text{ [kN]}$	$V_{Edriy} \text{ [kN]}$
1	0.000	15.300	15.300	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$

Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

Resultierende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$

Resultierende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$

Resultierende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 15.30 \text{ [kN]}$

**Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2**

**A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)**

n/a

## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$\begin{aligned} c_1 &= 400.0 \text{ mm} \\ c_2 &= 120.0 \text{ mm} \\ V_{Rdc} &= V_{Rkc}^0 \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^0 \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 17.37 \text{ kN} \\ V_{Rkc}^0 &= 1.6 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot c_1^{1.5} = 1.6 \cdot 21.0^{0.039} \cdot 60.0^{0.055} \cdot 60^{0.5} \cdot 400.0^{1.5} = 140.00 \text{ kN} \\ \alpha &= 0.1 \cdot (l_f / c_1)^{0.5} = 0.1 \cdot (60.0 / 400.0)^{0.5} = 0.039 \\ \beta &= 0.1 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0.2} = 0.1 \cdot (21.0 / 400.0)^{0.2} = 0.055 \\ A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 72000.00 / 720000.00 = 0.10 \\ \psi_{s,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c_2 / (1.5 \cdot c_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 120.0 / (1.5 \cdot 400.0)] = 0.76 \\ \psi_{h,V} &= \max [1.0; (1.5 \cdot c_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 \cdot 400.0 / 100.0)^{0.5}] = 2.45 \\ \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot e_v / (3 \cdot c_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot 0.0 / (3 \cdot 400.0)))] = 1.00 \\ \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 \cdot \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{re,V} &= \text{(Gescheurd beton, Zonder randwapening)} = 1.00 \end{aligned}$$

3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned} V_{Rdcp} &= k_3 \cdot N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 \cdot 36.92 / 1.50 = 49.23 \text{ kN} \\ N_{Rkc} &= N_{Rkc}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 36.92 \text{ kN} \\ N_{Rkc}^0 &= k_{cr} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5} = 8.5 \cdot 60.0^{0.5} \cdot 68.0^{1.5} = 36.92 \text{ kN} \\ h_{ef} &= 68.0 \text{ mm} \\ s_{ctr,N} &= 204.0 \text{ mm} \\ c_{ctr,N} &= 102.0 \text{ mm} \\ A_{c,N} / A_{c,N}^0 &= 41616.00 / 41616.00 = 1.00 \\ \psi_{s,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{ctr,N}] = 1.0 \text{ (} c > c_{ctr,N} = 102.00 \text{)} = 1.00 \\ \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\ \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 \cdot e_v / s_{ctr,N})] = 1.00 \end{aligned}$$



### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

n/a

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezwijkmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	n/a	n/a	n/a
Uittrekken	n/a	n/a	n/a
Betonkegelbreuk	n/a	n/a	n/a
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	15.300	35.227	43.43 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	15.300	17.375	88.06 %
Betonachteruitbreken	15.300	49.226	31.08 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
Interactie	n/a	n/a	n/a

\* n/a = niet van toepassing

**Verbinding voldoet.**

#### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden:

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1980 GV**

Afmeting		M16-75
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	68.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Randwapening		Zonder randwapening

### Belasting (Belastinggeval #1)

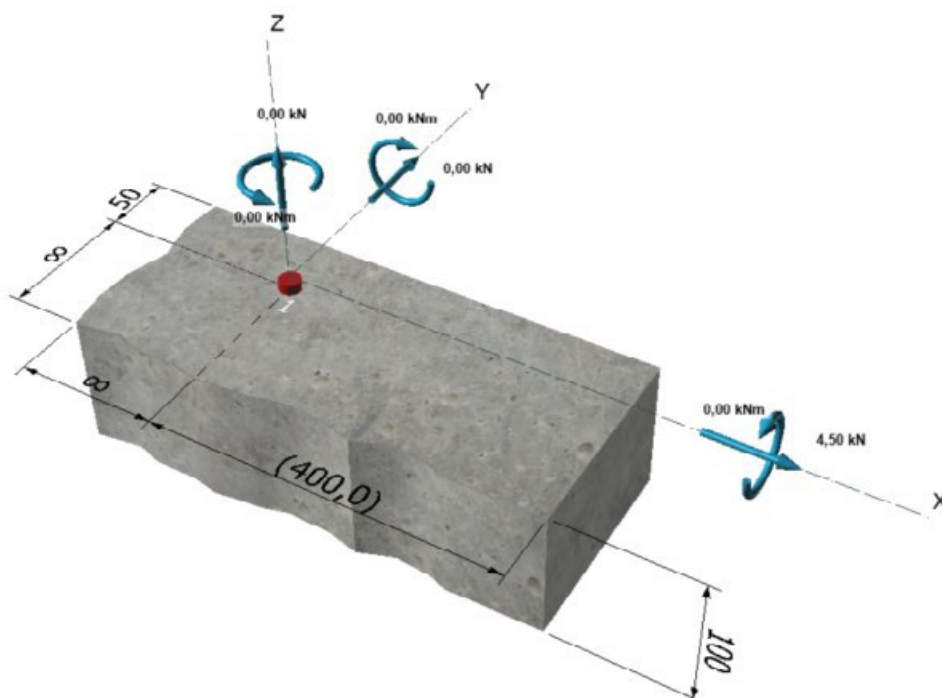
Normaaltrekkkracht	$N_{Ed,z}$	0.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	4.50 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee



### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edriys} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixy} \text{ [kN]}$
1	0.000	4.500	4.500	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resulterende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 4.50 \text{ [kN]}$

## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

n/a

## B. Bezijsmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +y):

$$\begin{aligned} c_1 &= 50.0 \text{ mm} \\ c_2 &= 400.0 \text{ mm} \\ V_{Rdc} &= V_{Rkc}^{\circ} \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^{\circ} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 14.38 \text{ kN} \\ V_{Rkc}^{\circ} &= 1.6 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_{\beta} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot c_1^{1.5} = 1.6 \cdot 21.0^{0.110} \cdot 60.0^{0.084} \cdot 60^{0.5} \cdot 50.0^{1.5} = 8.63 \text{ kN} \\ \alpha &= 0.1 \cdot (l_{\beta} / c_1)^{0.5} = 0.1 \cdot (60.0 / 50.0)^{0.5} = 0.110 \\ \beta &= 0.1 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0.2} = 0.1 \cdot (21.0 / 50.0)^{0.2} = 0.084 \\ A_{c,V} / A_{c,V}^{\circ} &= 11250.00 / 11250.00 = 1.00 \\ \psi_{s,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c_2 / (1.5 \cdot c_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 400.0 / (1.5 \cdot 50.0)] = 1.00 \\ \psi_{h,V} &= \max [1.0; (1.5 \cdot c_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 \cdot 50.0 / 75.0)^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot e_v / (3 \cdot c_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot 0.0 / (3 \cdot 50.0)))] = 1.00 \\ \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 \cdot \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 2.50 \\ \psi_{re,V} &= \text{(Gescheurd beton, Zonder randwapening)} = 1.00 \end{aligned}$$

3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned} V_{Rdcp} &= k_3 \cdot N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 \cdot 23.30 / 1.50 = 31.07 \text{ kN} \\ N_{Rkc} &= N_{Rkc}^{\circ} \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^{\circ} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 23.30 \text{ kN} \\ N_{Rkc}^{\circ} &= k_{cr} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5} = 8.5 \cdot 60.0^{0.5} \cdot 68.0^{1.5} = 36.92 \text{ kN} \\ h_{ef} &= 68.0 \text{ mm} \\ s_{ctr,N} &= 204.0 \text{ mm} \\ c_{ctr,N} &= 102.0 \text{ mm} \\ A_{c,N} / A_{c,N}^{\circ} &= 31008.00 / 41616.00 = 0.75 \\ \psi_{s,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 50.00 / 102.00] = 0.85 \\ \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\ \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 \cdot e_v / s_{ctr,N})] = 1.00 \end{aligned}$$

### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

n/a

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezwijkmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	n/a	n/a	n/a
Uittrekken	n/a	n/a	n/a
Betonkegelbreuk	n/a	n/a	n/a
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	4.500	35.227	12.77 %
Betonrandbreuk (Richting +y)	4.500	14.382	31.29 %
Betonachteruitbreken	4.500	31.069	14.48 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
Interactie	n/a	n/a	n/a

\* n/a = niet van toepassing

**Verbinding voldoet.**

#### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden (ETA 13/0401):

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1988 GV**

Afmeting		M16-140
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	132.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Randwapening		Zonder randwapening

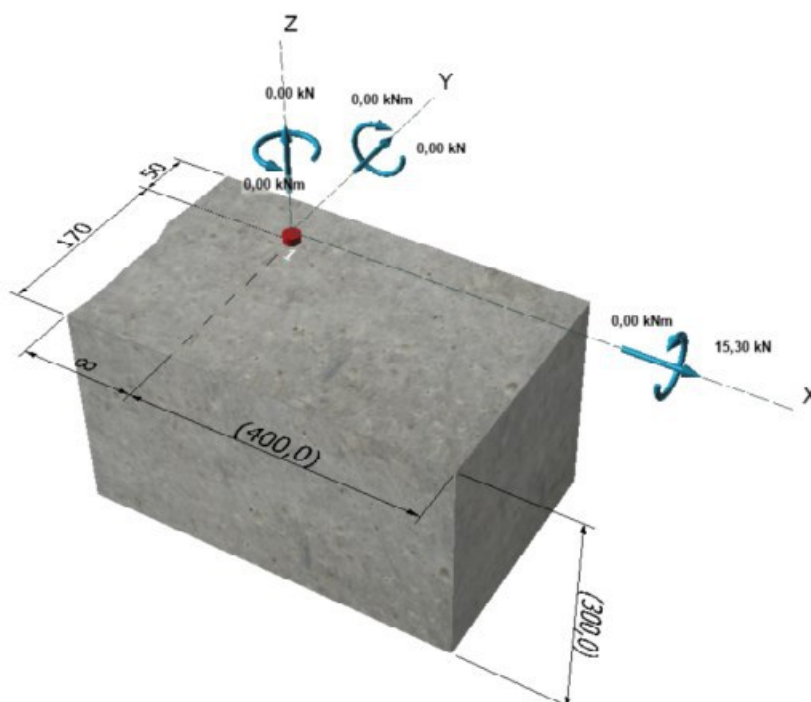
### Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkracht	$N_{Ed,z}$	0.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	15.30 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixs} \text{ [kN]}$	$V_{Edriys} \text{ [kN]}$
1	0.000	15.300	15.300	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resulterende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 15.30 \text{ [kN]}$



## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

n/a

## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

### 1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

#### 1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

#### 1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

### 2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$\begin{aligned}
 c_1 &= 400.0 \text{ mm} \\
 c'_1 &= 200.0 \text{ mm} \\
 c_2 &= 50.0 \text{ mm} \\
 V_{Rdc} &= V_{Rkc}^o * A_{c,V} / A_{c,V}^o * \psi_{sv,V} * \psi_{hv,V} * \psi_{ec,V} * \psi_{\alpha,V} * \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 11.20 \text{ kN} \\
 V_{Rkc}^o &= 1.6 * d_{nom}^o * l_f \beta * f_{ck,cube}^{0.5} * c'_1^{1.5} = 1.6 * 21.0^{0.081} * 130.0^{0.064} * 60^{0.5} * 200.0^{1.5} = 61.10 \text{ kN} \\
 \alpha &= 0.1 * (l_f / c'_1)^{0.5} = 0.1 * (130.0 / 200.0)^{0.5} = 0.081 \\
 \beta &= 0.1 * (d_{nom} / c'_1)^{0.2} = 0.1 * (21.0 / 200.0)^{0.2} = 0.064 \\
 A_{c,V} / A_{c,V}^o &= 66000.00 / 180000.00 = 0.37 \\
 \psi_{sv,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c_2 / (1.5 * c'_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 50.0 / (1.5 * 200.0)] = 0.75 \\
 \psi_{hv,V} &= \max [1.0; (1.5 * c'_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 * 200.0 / 300.0)^{0.5}] = 1.00 \\
 \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 * e_v / (3 * c'_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 * 0.0 / (3 * 200.0)))] = 1.00 \\
 \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 * \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00 \\
 \psi_{re,V} &= \text{(Gescheurd beton, Zonder randwapening)} = 1.00
 \end{aligned}$$

### 3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned}
 V_{Rdcp} &= k_3 * N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 * 43.03 / 1.50 = 57.38 \text{ kN} \\
 N_{Rkc} &= N_{Rkc}^o * A_{c,N} / A_{c,N}^o * \psi_{sv,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} = 43.03 \text{ kN} \\
 N_{Rkc}^o &= k_{cr} * f_{ck,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN} \\
 h_{ef} &= 132.0 \text{ mm} \\
 s_{ctr,N} &= 396.0 \text{ mm} \\
 c_{ctr,N} &= 198.0 \text{ mm} \\
 A_{c,N} / A_{c,N}^o &= 87120.00 / 156816.00 = 0.56 \\
 \psi_{sv,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 50.00 / 198.00] = 0.78 \\
 \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\
 \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_v / s_{ctr,N})] = 1.00
 \end{aligned}$$



### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

n/a

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezwijkmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	n/a	n/a	n/a
Uittrekken	n/a	n/a	n/a
Betonkegelbreuk	n/a	n/a	n/a
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	15.300	35.227	43.43 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	15.300	11.201	136.59 %
Betonachteruitbreken	15.300	57.378	26.67 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
Interactie	n/a	n/a	n/a

\* n/a = niet van toepassing

**Niet alle controles zijn succesvol uitgevoerd.**

#### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

Betonrandbreuk kan niet optreden, omdat er beugelwapening direct om het anker wordt toegepast

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden (ETA 13/0401):

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1988 GV**

Afmeting		M16-140
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	132.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Randwapening		Zonder randwapening

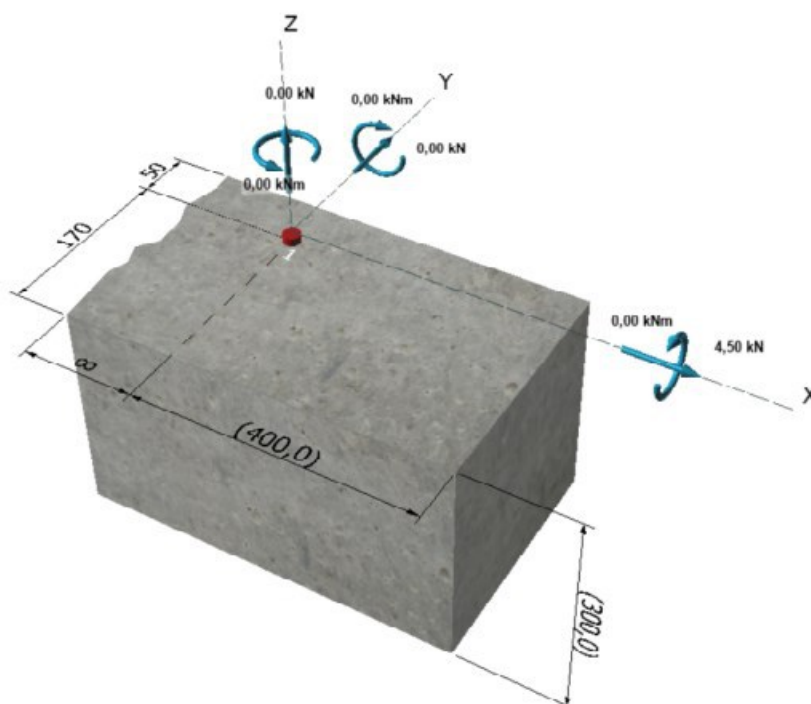
### Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkkracht	$N_{Ed,z}$	0.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	4.50 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixs} \text{ [kN]}$	$V_{Edriys} \text{ [kN]}$
1	0.000	4.500	4.500	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resulterende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 4.50 \text{ [kN]}$

## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

n/a

## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

### 1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

#### 1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

#### 1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

### 2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$\begin{aligned} c_1 &= 400.0 \text{ mm} \\ c'_1 &= 200.0 \text{ mm} \\ c_2 &= 50.0 \text{ mm} \\ V_{Rdc} &= V_{Rkc}^o * A_{c,V} / A_{c,V}^o * \psi_{sv,V} * \psi_{hv,V} * \psi_{ec,V} * \psi_{\alpha,V} * \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 11.20 \text{ kN} \\ V_{Rkc}^o &= 1.6 * d_{nom}^a * l_f^{\beta} * f_{ck,cube}^{0.5} * c'_1^{1.5} = 1.6 * 21.0^{0.081} * 130.0^{0.064} * 60^{0.5} * 200.0^{1.5} = 61.10 \text{ kN} \\ \alpha &= 0.1 * (l_f / c'_1)^{0.5} = 0.1 * (130.0 / 200.0)^{0.5} = 0.081 \\ \beta &= 0.1 * (d_{nom} / c'_1)^{0.2} = 0.1 * (21.0 / 200.0)^{0.2} = 0.064 \\ A_{c,V} / A_{c,V}^o &= 66000.00 / 180000.00 = 0.37 \\ \psi_{sv,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c_2 / (1.5 * c'_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 50.0 / (1.5 * 200.0)] = 0.75 \\ \psi_{hv,V} &= \max [1.0; (1.5 * c'_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 * 200.0 / 300.0)^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 * e_v / (3 * c'_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 * 0.0 / (3 * 200.0)))] = 1.00 \\ \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 * \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{re,V} &= \text{(Gescheurd beton, Zonder randwapening)} = 1.00 \end{aligned}$$

### 3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned} V_{Rdcp} &= k_3 * N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 * 43.03 / 1.50 = 57.38 \text{ kN} \\ N_{Rkc} &= N_{Rkc}^o * A_{c,N} / A_{c,N}^o * \psi_{sv,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} = 43.03 \text{ kN} \\ N_{Rkc}^o &= k_{cr} * f_{ck,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN} \\ h_{ef} &= 132.0 \text{ mm} \\ s_{ctr,N} &= 396.0 \text{ mm} \\ c_{ctr,N} &= 198.0 \text{ mm} \\ A_{c,N} / A_{c,N}^o &= 87120.00 / 156816.00 = 0.56 \\ \psi_{sv,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 50.00 / 198.00] = 0.78 \\ \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\ \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_v / s_{ctr,N})] = 1.00 \end{aligned}$$

### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

n/a

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezwijkmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	n/a	n/a	n/a
Uittrekken	n/a	n/a	n/a
Betonkegelbreuk	n/a	n/a	n/a
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	4.500	35.227	12.77 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	4.500	11.201	40.17 %
Betonachteruitbreken	4.500	57.378	7.84 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
Interactie	n/a	n/a	n/a

\* n/a = niet van toepassing

**Verbinding voldoet.**

#### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).



## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden:

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1980 GV**

Afmeting		M16-75
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	68.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Randwapening		Zonder randwapening

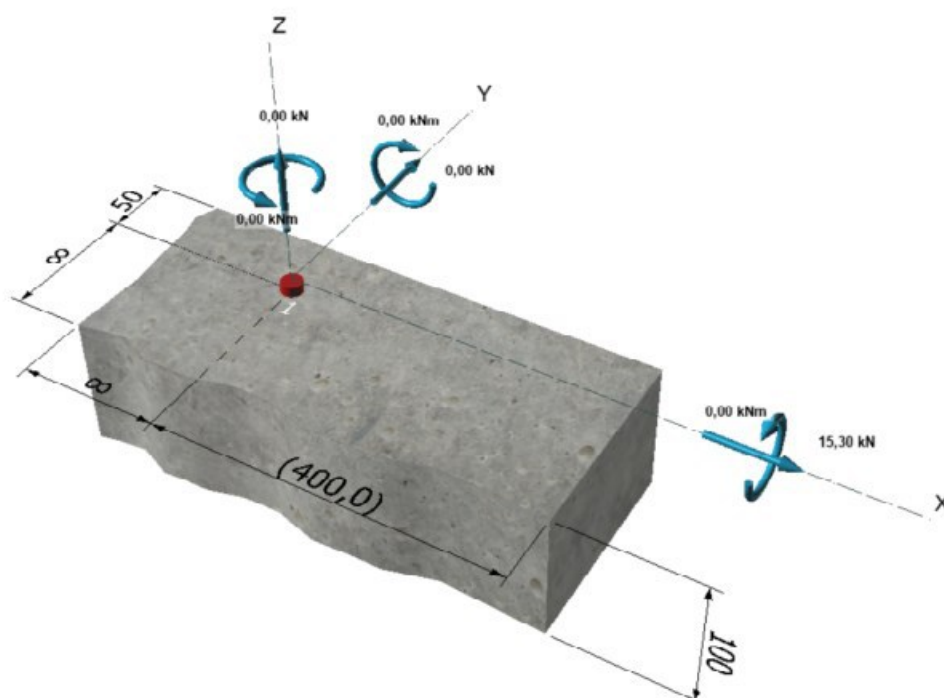
### Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkracht	$N_{Ed,z}$	0.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	15.30 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edriys} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixy} \text{ [kN]}$
1	0.000	15.300	15.300	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resulterende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 15.30 \text{ [kN]}$



## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

n/a

## B. Bezijsmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +y):

$$\begin{aligned} c_1 &= 50.0 \text{ mm} \\ c_2 &= 400.0 \text{ mm} \\ V_{Rdc} &= V_{Rkc}^0 \cdot A_{cv} / A_{cv}^0 \cdot \psi_{sv} \cdot \psi_{hv} \cdot \psi_{ecv} \cdot \psi_{\alpha v} \cdot \psi_{rev} / \gamma_{Mc} = 14.38 \text{ kN} \\ V_{Rkc}^0 &= 1.6 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot c_1^{1.5} = 1.6 \cdot 21.0^{0.110} \cdot 60.0^{0.084} \cdot 60^{0.5} \cdot 50.0^{1.5} = 8.63 \text{ kN} \\ \alpha &= 0.1 \cdot (l_f / c_1)^{0.5} = 0.1 \cdot (60.0 / 50.0)^{0.5} = 0.110 \\ \beta &= 0.1 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0.2} = 0.1 \cdot (21.0 / 50.0)^{0.2} = 0.084 \\ A_{cv} / A_{cv}^0 &= 11250.00 / 11250.00 = 1.00 \\ \psi_{sv} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c_2 / (1.5 \cdot c_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 400.0 / (1.5 \cdot 50.0)] = 1.00 \\ \psi_{hv} &= \max [1.0; (1.5 \cdot c_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 \cdot 50.0 / 75.0)^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{ecv} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot e_v / (3 \cdot c_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot 0.0 / (3 \cdot 50.0)))] = 1.00 \\ \psi_{\alpha v} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 \cdot \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 2.50 \\ \psi_{rev} &= \text{(Gescheurd beton, Zonder randwapening)} = 1.00 \end{aligned}$$

3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned} V_{Rdcp} &= k_3 \cdot N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 \cdot 23.30 / 1.50 = 31.07 \text{ kN} \\ N_{Rkc} &= N_{Rkc}^0 \cdot A_{cn} / A_{cn}^0 \cdot \psi_{sn} \cdot \psi_{ren} \cdot \psi_{ecn} = 23.30 \text{ kN} \\ N_{Rkc}^0 &= k_{cr} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5} = 8.5 \cdot 60.0^{0.5} \cdot 68.0^{1.5} = 36.92 \text{ kN} \\ h_{ef} &= 68.0 \text{ mm} \\ s_{ctrN} &= 204.0 \text{ mm} \\ c_{ctrN} &= 102.0 \text{ mm} \\ A_{cn} / A_{cn}^0 &= 31008.00 / 41616.00 = 0.75 \\ \psi_{sn} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{ctrN}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 50.00 / 102.00] = 0.85 \\ \psi_{ren} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\ \psi_{ecn} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 \cdot e_v / s_{ctrN})] = 1.00 \end{aligned}$$

### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

n/a

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezwijkmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	n/a	n/a	n/a
Uittrekken	n/a	n/a	n/a
Betonkegelbreuk	n/a	n/a	n/a
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	15.300	35.227	43.43 %
Betonrandbreuk (Richting +y)	15.300	14.382	106.38 %
Betonachteruitbreken	15.300	31.069	49.25 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
Interactie	n/a	n/a	n/a

\* n/a = niet van toepassing

**Niet alle controles zijn succesvol uitgevoerd.**

#### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

Betonrandbreuk kan niet optreden, omdat er beugelwapening direct om het anker wordt toegepast

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden:

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1980 GV**

Afmeting		M16-75
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	68.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Splijtwapening is aanwezig		Ja
Randwapening		Zonder randwapening

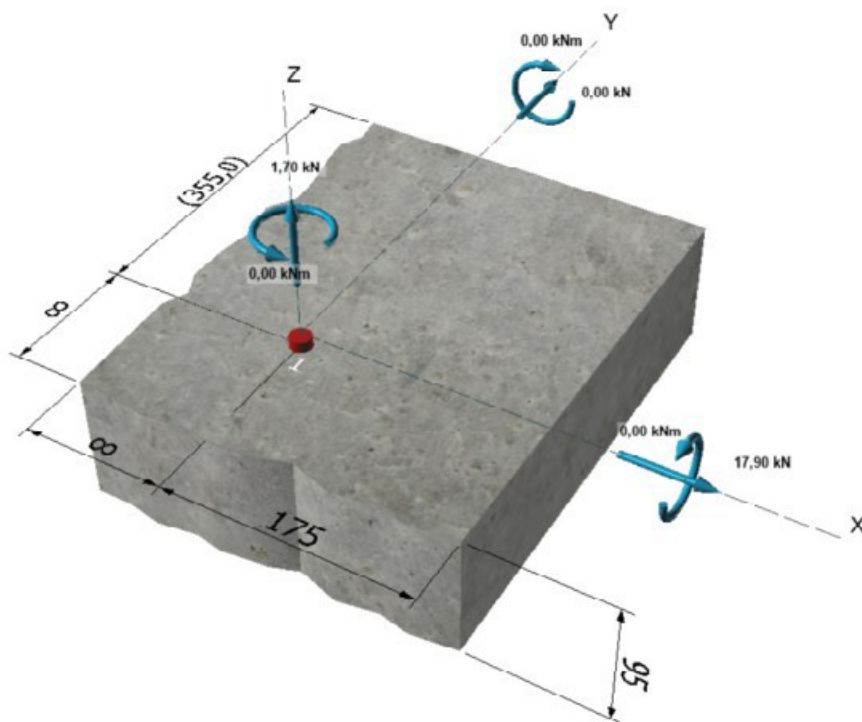
### Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkracht	$N_{Ed,z}$	1.70 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	17.90 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri}[\text{kN}]$	$V_{Edri}[\text{kN}]$	$V_{EdriL}[\text{kN}]$	$V_{EdriR}[\text{kN}]$
1	1.700	17.900	17.900	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resulterende drukkracht ( $x=0.0$ ,  $y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende normaaltrekkkracht ( $x=0.0$ ,  $y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 1.70 \text{ [kN]}$   
 Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0$ ,  $y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 17.90 \text{ [kN]}$



## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

#### 1. Staalbreuk anker (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.3)

$$N_{Rds} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 93.10 / 1.58 = 58.92 \text{ kN}$$

#### 2. Uittrekken (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.4)

$$N_{Rdp} = N_{Rk,p} * \psi_c / \gamma_{Mc} = 264.40 * 2.40 / 1.50 = 423.04 \text{ kN}$$

#### 3. Betonkegelbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.5)

$$N_{Rdc} = N^{\circ}_{Rk,c} * A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} / \gamma_{Mc} = 24.61 \text{ kN}$$

$$N^{\circ}_{Rk,c} = k_{cr} * f_{ck,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 68.0^{1.5} = 36.92 \text{ kN}$$

$$h_{ef} = 68.0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 204.0 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 102.0 \text{ mm}$$

$$A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} = 41616.00 / 41616.00 = 1.00$$

$$\psi_{s,N} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N}] = 1.0 \text{ (} c > c_{cr,N} = 102.00 \text{)} = 1.00$$

$$\psi_{re,N} = 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00$$

$$\psi_{ec,N} = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_N / s_{cr,N})] = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * 0.0 / 204.00)] = 1.00$$

#### 4. Splijten (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.6)

##### 4.1 Splijten ten gevolge van plaatsen van de ankers en monteren van de verbinding

Splijten t.g.v. plaatsen van het anker en monteren van de verbinding treedt niet op. De verbinding voldoet aan de minimum eisen gesteld aan de randafstand, onderlinge afstand van ankers en elementdikte.

##### 4.2 Splijten ten gevolge van belasten

Het controleren op splijten ten gevolge van het belasten is niet relevant. Met speciale wapening volgens CEN/TS 1992-4-2, artikel 6.2.6.2 b) kan splijten worden voorkomen.

Benodigde doorsnede  $A_s$  van de splijtwapening:

$$A_s = 0.5 * \Sigma N_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_{Ms,rc}) = 0.5 * 1700 / (500 / 1.15) = 2 \text{ mm}^2$$

#### 5. Zijdelingsuitbreken (ankerrij dichtst bij de rand) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.7)

Controle van de randen aan de criterium  $c_i > 0.5 * h_{ef}$ :

Rand rechts	$c_1 = 175.0 \text{ mm}$	$> 34.0 \text{ mm}$	Voldoende
-------------	--------------------------	---------------------	-----------

Rand boven	$c_4 = 355.0 \text{ mm}$	$> 34.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	--------------------------	---------------------	-----------

In deze situatie zal zijdelingsuitbreken niet optreden omdat alle randen voldoen aan het gestelde criterium.

## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$c_1 = 175.0 \text{ mm}$$

$$c_2 = 355.0 \text{ mm}$$

$$V_{Rdc} = V_{Rkc}^o \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^o \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 17.98 \text{ kN}$$

$$V_{Rkc}^o = 1.6 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot c_1^{1.5} = 1.6 \cdot 21.0^{0.059} \cdot 60.0^{0.065} \cdot 60^{0.5} \cdot 175.0^{1.5} = 44.83 \text{ kN}$$

$$\alpha = 0.1 \cdot (l_f / c_1)^{0.5} = 0.1 \cdot (60.0 / 175.0)^{0.5} = 0.059$$

$$\beta = 0.1 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0.2} = 0.1 \cdot (21.0 / 175.0)^{0.2} = 0.065$$

$$A_{c,V} / A_{c,V}^o = 49875.00 / 137812.50 = 0.36$$

$$\psi_{s,V} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c_2 / (1.5 \cdot c_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 355.0 / (1.5 \cdot 175.0)] = 1.00$$

$$\psi_{h,V} = \max [1.0; (1.5 \cdot c_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 \cdot 175.0 / 95.0)^{0.5}] = 1.66$$

$$\psi_{ec,V} = \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot e_v / (3 \cdot c_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot 0.0 / (3 \cdot 175.0)))] = 1.00$$

$$\psi_{\alpha,V} = \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 \cdot \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00$$

$$\psi_{re,V} \text{ (Gescheurd beton, Zonder randwapening)} = 1.00$$

3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$V_{Rdrcp} = k_3 \cdot N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 \cdot 36.92 / 1.50 = 49.23 \text{ kN}$$

$$N_{Rkc} = N_{Rkc}^o \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^o \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 36.92 \text{ kN}$$

$$N_{Rkc}^o = k_{cr} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5} = 8.5 \cdot 60.0^{0.5} \cdot 68.0^{1.5} = 36.92 \text{ kN}$$

$$h_{ef} = 68.0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 204.0 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 102.0 \text{ mm}$$

$$A_{c,N} / A_{c,N}^o = 41616.00 / 41616.00 = 1.00$$

$$\psi_{s,N} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N}] = 1.0 \text{ (} c > c_{cr,N} = 102.00 \text{)} = 1.00$$

$$\psi_{re,N} = 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00$$

$$\psi_{ec,N} = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 \cdot e_v / s_{cr,N})] = 1.00$$



### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

Maatgevende combinatie volgens CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4.1.2 (andere bezwijkmechanismen maatgevend)

$$\beta_N + \beta_V = N_{Ed}/N_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = 0.069 + 0.996 = 1.065$$

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezuikmechanieme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	1.700	58.924	2.89 %
Uittrekken	1.700	423.040	0.40 %
Betonkegelbreuk	1.700	24.613	6.91 %
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezuikmechanieme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	17.900	35.227	50.81 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	17.900	17.978	99.57 %
Betonachteruitbreken	17.900	49.226	36.36 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
$\beta_N + \beta_V \leq 1.2$	0.069	0.996	88.73 %

\* n/a = niet van toepassing

**Verbinding voldoet.**

#### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Configuratie van de splijtwapening:

Bij plaatvormige constructies is splijtwapening vereist in beide richtingen. Bij overwegend trekbelasting dient de wapening aan beide zijden te worden geplaatst en bij overwegend buigbelasting aan de zijde van de trekspanningen. De splijtwapening dient minimaal uit drie staven te bestaan met een staafafstand van  $\leq 150$  en te worden verankerd volgens de nationale voorschriften. Voor lijnvormige constructies zoals bijv balken dient de splijtwapening in één richting te worden aangebracht. Bij verankeringen aan randen moet deze wapening tevens als randwapening aanwezig zijn met de benodigde ophangwapening.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden (ETA 13/0401):

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1988 GV**

Afmeting		M16-140
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	132.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschuifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschuifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Splijtwapening is aanwezig		Ja
Randwapening		Zonder randwapening

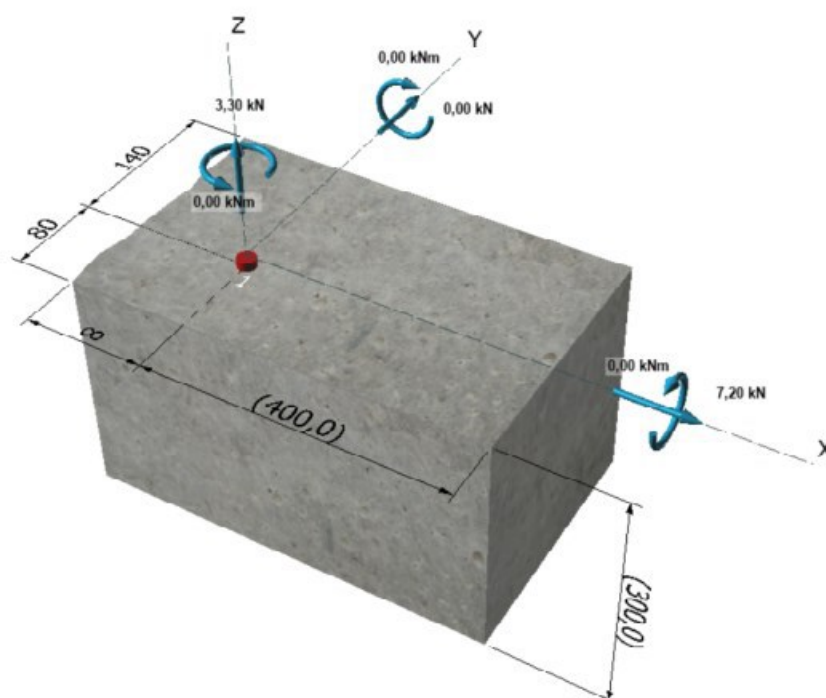
### Belasting (Belastinggeval #1)

Normaaltrekkracht	$N_{Ed,z}$	3.30 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	7.20 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee

### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edris} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixy} \text{ [kN]}$
1	3.300	7.200	7.200	0.000

Max. Betondeformatie:	$\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$
Max. Betondrukspanning:	$\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
Resulterende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):	$C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$
Resulterende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):	$N_{Ed} = 3.30 \text{ [kN]}$
Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):	$V_{Ed} = 7.20 \text{ [kN]}$

## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

#### 1. Staalbreuk anker (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.3)

$$N_{Rds} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 93.10 / 1.58 = 58.92 \text{ kN}$$

#### 2. Uittrekken (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.4)

$$N_{Rdp} = N_{Rk,p} * \psi_c / \gamma_{Mc} = 44.70 * 2.40 / 1.50 = 71.52 \text{ kN}$$

#### 3. Betonkegelbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.5)

$$N_{Rdc} = N^{\circ}_{Rk,c} * A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} / \gamma_{Mc} = 30.37 \text{ kN}$$

$$N^{\circ}_{Rk,c} = k_{cr} * f_{ct,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN}$$

$$h_{ef} = 132.0 \text{ mm}$$

$$s_{ctr,N} = 396.0 \text{ mm}$$

$$c_{ctr,N} = 198.0 \text{ mm}$$

$$A_{c,N} / A^{\circ}_{c,N} = 87120.00 / 156816.00 = 0.56$$

$$\psi_{s,N} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 80.00 / 198.00] = 0.82$$

$$\psi_{re,N} = 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00$$

$$\psi_{ec,N} = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_N / s_{ctr,N})] = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * 0.0 / 396.00)] = 1.00$$

#### 4. Splijten (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.6)

##### 4.1 Splijten ten gevolge van plaatsen van de ankers en monteren van de verbinding

Splijten t.g.v. plaatsen van het anker en monteren van de verbinding treedt niet op. De verbinding voldoet aan de minimum eisen gesteld aan de randafstand, onderlinge afstand van ankers en elementdikte.

##### 4.2 Splijten ten gevolge van belasten

Het controleren op splijten ten gevolge van het belasten is niet relevant. Met speciale wapening volgens CEN/TS 1992-4-2, artikel 6.2.6.2 b) kan splijten worden voorkomen.

Benodigde doorsnede  $A_s$  van de splijtwapening:

$$A_s = 0.5 * \Sigma N_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_{Ms,rc}) = 0.5 * 3300 / (500 / 1.15) = 4 \text{ mm}^2$$

#### 5. Zijdelingsuitbreken (ankerrij dichtst bij de rand) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.7)

Controle van de randen aan de criterium  $c_i > 0.5 * h_{ef}$ :

Rand rechts	$c_1 = 400.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
-------------	--------------------------	---------------------	-----------

Rand onder	$c_2 = 80.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	-------------------------	---------------------	-----------

Rand boven	$c_4 = 140.0 \text{ mm}$	$> 66.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	--------------------------	---------------------	-----------

In deze situatie zal zijdelingsuitbreken niet optreden omdat alle randen voldoen aan het gestelde criterium.



## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

### 1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

#### 1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

#### 1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

### 2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$\begin{aligned} c_1 &= 400.0 \text{ mm} \\ c'_1 &= 200.0 \text{ mm} \\ c_2 &= 80.0 \text{ mm} \\ V_{Rdc} &= V_{Rkc}^o * A_{c,V} / A_{c,V}^o * \psi_{s,V} * \psi_{h,V} * \psi_{ec,V} * \psi_{\alpha,V} * \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 11.65 \text{ kN} \\ V_{Rkc}^o &= 1.6 * d_{nom}^a * l_{\beta} * f_{ck,cube}^{0.5} * c_1^{1.5} = 1.6 * 21.0^{0.081} * 130.0^{0.064} * 60^{0.5} * 200.0^{1.5} = 61.10 \text{ kN} \\ \alpha &= 0.1 * (l_f / c'_1)^{0.5} = 0.1 * (130.0 / 200.0)^{0.5} = 0.081 \\ \beta &= 0.1 * (d_{nom} / c'_1)^{0.2} = 0.1 * (21.0 / 200.0)^{0.2} = 0.064 \\ A_{c,V} / A_{c,V}^o &= 66000.00 / 180000.00 = 0.37 \\ \psi_{s,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c_2 / (1.5 * c'_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 80.0 / (1.5 * 200.0)] = 0.78 \\ \psi_{h,V} &= \max [1.0; (1.5 * c'_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 * 200.0 / 300.0)^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 * e_v / (3 * c'_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 * 0.0 / (3 * 200.0)))] = 1.00 \\ \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 * \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{re,V} &= (\text{Gescheurd beton, Zonder randwapening}) = 1.00 \end{aligned}$$

### 3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned} V_{Rdcp} &= k_3 * N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 * 45.56 / 1.50 = 60.74 \text{ kN} \\ N_{Rkc} &= N_{Rkc}^o * A_{c,N} / A_{c,N}^o * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} = 45.56 \text{ kN} \\ N_{Rkc}^o &= k_{cr} * f_{ck,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN} \\ h_{ef} &= 132.0 \text{ mm} \\ s_{ctr,N} &= 396.0 \text{ mm} \\ c_{ctr,N} &= 198.0 \text{ mm} \\ A_{c,N} / A_{c,N}^o &= 87120.00 / 156816.00 = 0.56 \\ \psi_{s,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 80.00 / 198.00] = 0.82 \\ \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\ \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_v / s_{ctr,N})] = 1.00 \end{aligned}$$

### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

Maatgevende combinatie volgens CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4.1.2 (andere bezwijkmechanismen maatgevend)

$$\beta_N^{1.5} + \beta_V^{1.5} = (N_{Ed}/N_{Rd})^{1.5} + (V_{Ed}/V_{Rd})^{1.5} = 0.109^{1.5} + 0.618^{1.5} = 0.522$$

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkracht - bezuikmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	3.300	58.924	5.60 %
Uittrekken	3.300	71.520	4.61 %
Betonkegelbreuk	3.300	30.370	10.87 %
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezuikmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	7.200	35.227	20.44 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	7.200	11.649	61.81 %
Betonachteruitbreken	7.200	60.740	11.85 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
$\beta_N^{1.5} + \beta_V^{1.5} \leq 1$	0.109	0.618	52.17 %

\* n/a = niet van toepassing

**Verbinding voldoet.**

### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Configuratie van de splijtwapening:

Bij plaatvormige constructies is splijtwapening vereist in beide richtingen. Bij overwegend trekbelasting dient de wapening aan beide zijden te worden geplaatst en bij overwegend buigbelasting aan de zijde van de trekspanningen. De splijtwapening dient minimaal uit drie staven te bestaan met een staafafstand van  $\leq 150$  en te worden verankerd volgens de nationale voorschriften. Voor lijnvormige constructies zoals bijv balken dient de splijtwapening in één richting te worden aangebracht. Bij verankeringen aan randen moet deze wapening tevens als randwapening aanwezig zijn met de benodigde ophangwapening.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

## Ankerberekening volgens CEN/TS 1992-4-1/2:2009

### Productspecifieke waarden (ETA 13/0401):

Ankertype: Ingestorte bevestigingsankers



**DEMU 1988 GV**

Afmeting		M16-140
Effectieve ankerlengte	$h_{ef}$	132.0 [mm]
Karakteristieke staalsterkte - normaaltrekkkracht	$N_{Rk,s}$	93.10 [kN]
Karakteristieke staalsterkte - afschruifkracht	$V_{Rk,s}$	46.50 [kN]
Partiele veiligheidsfactoren voor staal:		
- Partiele veiligheidsfactoren voor normaaltrekkkrachten	$\gamma_{Ms,Normaaltrekkkracht}$	1.58
- Partiele veiligheidsfactoren voor afschruifkrachten	$\gamma_{Ms,Afschruifkracht}$	1.32
Bevestigingsbout (niet meegeleverd)		M16, Kwaliteit 8.8

### Betongegevens / Wapening

Betonsterkteklasse		C50/60
Betondekking	$c_{nom}$	20.0 [mm]
Gescheurd beton		Ja
Partiele veiligheidsfactoren voor beton	$\gamma_c$	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte wapening		Nee
Randwapening		Zonder randwapening

### Belasting (Belastinggeval #1)

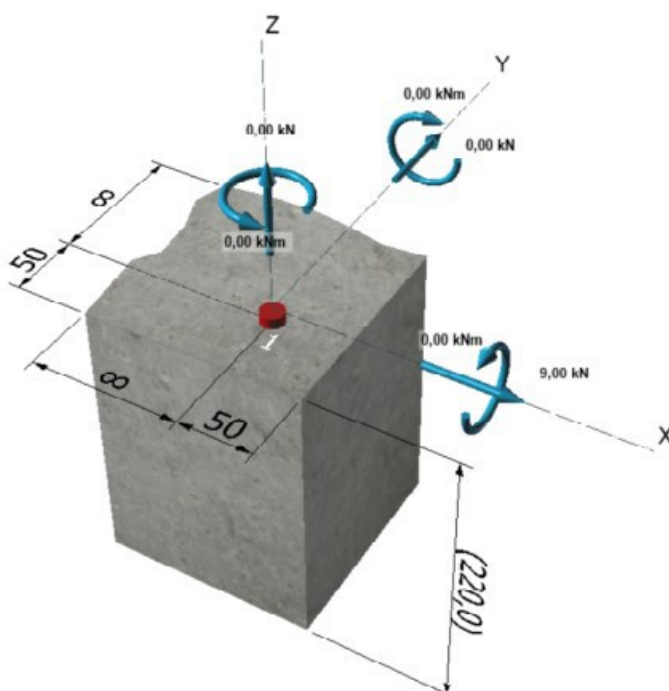
Normaaltrekkkracht	$N_{Ed,z}$	0.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting x	$V_{Ed,x}$	9.00 [kN]
Afschruifkracht in de richting y	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Buigend moment om de x-as	$M_{Ed,x}$	0.00 [kNm]
Buigend moment om de y-as	$M_{Ed,y}$	0.00 [kNm]
Torsiemoment (om de z-as)	$M_{Ed,T}$	0.00 [kNm]
Afstandsmontage		Nee



### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resultierende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edriys} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixy} \text{ [kN]}$
1	0.000	9.000	9.000	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resultierende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resultierende normaaltrekkkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resultierende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 9.00 \text{ [kN]}$

## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

n/a

## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

### 1. Staalbreuk (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3)

#### 1.1 Staalbreuk zonder hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.1)

$$V_{Rds} = V_{Rks} / \gamma_{Ms} = 46.50 / 1.32 = 35.23 \text{ kN}$$

#### 1.2 Staalbreuk met hefboomsarm (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.3.2)

n/a

### 2. Betonrandbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.5)

Maatgevende situatie (Richting +x):

$$\begin{aligned} c_1 &= 50.0 \text{ mm} \\ c_2 &= 50.0 \text{ mm} \\ V_{Rdc} &= V_{Rkc}^0 \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^0 \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} = 5.39 \text{ kN} \\ V_{Rkc}^0 &= 1.6 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot c_1^{1.5} = 1.6 \cdot 21.0^{0.161} \cdot 130.0^{0.084} \cdot 60^{0.5} \cdot 50.0^{1.5} = 10.78 \text{ kN} \\ \alpha &= 0.1 \cdot (l_f / c_1)^{0.5} = 0.1 \cdot (130.0 / 50.0)^{0.5} = 0.161 \\ \beta &= 0.1 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0.2} = 0.1 \cdot (21.0 / 50.0)^{0.2} = 0.084 \\ A_{c,V} / A_{c,V}^0 &= 9375.00 / 11250.00 = 0.83 \\ \psi_{s,V} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c_2 / (1.5 \cdot c_1)] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 50.0 / (1.5 \cdot 50.0)] = 0.90 \\ \psi_{h,V} &= \max [1.0; (1.5 \cdot c_1 / h)^{0.5}] = \max [1.0; (1.5 \cdot 50.0 / 75.0)^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{ec,V} &= \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot e_v / (3 \cdot c_1)))] = \min [1.0; (1 / (1 + 2 \cdot 0.0 / (3 \cdot 50.0)))] = 1.00 \\ \psi_{\alpha,V} &= \max [1.0; (1 / (\cos \alpha_v^2 + 0.4 \cdot \sin \alpha_v^2))^{0.5}] = 1.00 \\ \psi_{re,V} &= \text{(Gescheurd beton, Zonder randwapening)} = 1.00 \end{aligned}$$

### 3. Betonachteruitbreken (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3.4)

$$\begin{aligned} V_{Rdcp} &= k_3 \cdot N_{Rkc} / \gamma_{Mc} = 2.0 \cdot 30.38 / 1.50 = 40.51 \text{ kN} \\ N_{Rkc} &= N_{Rkc}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} = 30.38 \text{ kN} \\ N_{Rkc}^0 &= k_{cr} \cdot f_{ck,cube}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5} = 8.5 \cdot 60.0^{0.5} \cdot 132.0^{1.5} = 99.85 \text{ kN} \\ h_{ef} &= 132.0 \text{ mm} \\ s_{ctr,N} &= 396.0 \text{ mm} \\ c_{ctr,N} &= 198.0 \text{ mm} \\ A_{c,N} / A_{c,N}^0 &= 61504.00 / 156816.00 = 0.39 \\ \psi_{s,N} &= \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{ctr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 \cdot 50.00 / 198.00] = 0.78 \\ \psi_{re,N} &= 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00 \\ \psi_{ec,N} &= \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 \cdot e_v / s_{ctr,N})] = 1.00 \end{aligned}$$

### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

n/a

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezwijkmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	n/a	n/a	n/a
Uittrekken	n/a	n/a	n/a
Betonkegelbreuk	n/a	n/a	n/a
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	9.000	35.227	25.55 %
Betonrandbreuk (Richting +x)	9.000	5.389	166.99 %
Betonachteruitbreken	9.000	40.507	22.22 %
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
Interactie	n/a	n/a	n/a

\* n/a = niet van toepassing

**Niet alle controles zijn succesvol uitgevoerd.**

#### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

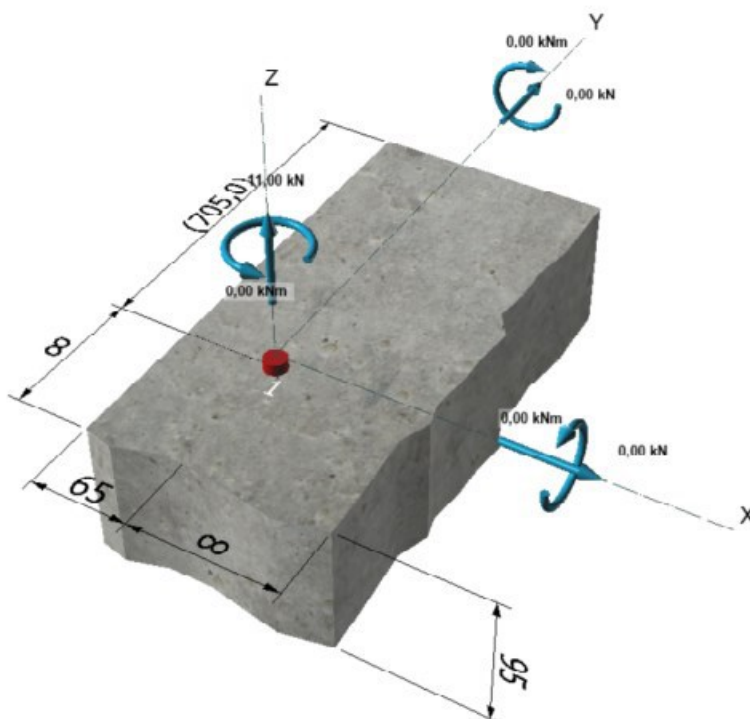
Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

Betonrandbreuk kan niet optreden, omdat er beugelwapening direct om het anker wordt toegepast

### Ankerconfiguratie en belasting

System aannames:

- Ankerplaat vervormt niet significant ten gevolgen van de ontwerpbelastingen
- Diameter van klaring gat en het onderdeel (bijv. ankerplaat) volgens goedkeuring
- De stijfheid van alle ankers zijn gelijk
- Lineaire rekverdeling langs de ankerplaat
- Elastisch materiaalgedrag
- $E_c = 30000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus beton),  $E_s = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (elasticiteitsmodulus staal)



### Resulterende anker krachten en interne krachten:

Anker	$N_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edri} \text{ [kN]}$	$V_{Edris} \text{ [kN]}$	$V_{Edrixy} \text{ [kN]}$
1	11.000	0.000	0.000	0.000

Max. Betondeformatie:  $\epsilon_c = 0.000 \text{ [‰]}$   
 Max. Betondrukspanning:  $\sigma_c = 0.000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$   
 Resulterende drukkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $C_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende normaaltrekracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $N_{Ed} = 11.00 \text{ [kN]}$   
 Resulterende afschuifkracht ( $x=0.0, y=0.0$ ):  $V_{Ed} = 0.00 \text{ [kN]}$



## Berekening rekenwaarde van de sterkte voor mogelijke bezwijkmechanismen volgens CEN/TS 1992-4-1 en CEN/TS 1992-4-2

### A. Bezwijkmechnismen ten gevolge van normaaltrekkkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2)

#### 1. Staalbreuk anker (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.3)

$$N_{Rds} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 93.10 / 1.58 = 58.92 \text{ kN}$$

#### 2. Uittrekken (enkel anker) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.4)

$$N_{Rdp} = N_{Rk,p} * \psi_c / \gamma_{Mc} = 264.40 * 2.40 / 1.50 = 423.04 \text{ kN}$$

#### 3. Betonkegelbreuk (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.5)

$$N_{Rdc} = N_{Rk,c} * A_{c,N} / A_{c,N} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} / \gamma_{Mc} = 17.96 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c} = k_{cr} * f_{ct,cube}^{0.5} * h_{ef}^{1.5} = 8.5 * 60.0^{0.5} * 68.0^{1.5} = 36.92 \text{ kN}$$

$$h_{ef} = 68.0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,N} = 204.0 \text{ mm}$$

$$c_{cr,N} = 102.0 \text{ mm}$$

$$A_{c,N} / A_{c,N} = 34068.00 / 41616.00 = 0.82$$

$$\psi_{s,N} = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N}] = \min [1.0; 0.7 + 0.3 * 65.00 / 102.00] = 0.89$$

$$\psi_{re,N} = 1.0 \text{ (Normale wapening)} = 1.00$$

$$\psi_{ec,N} = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * e_N / s_{cr,N})] = \min [1.0; 1.0 / (1.0 + 2.0 * 0.0 / 204.00)] = 1.00$$

#### 4. Splijten (ankergroep) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.6)

##### 4.1 Splijten ten gevolge van plaatsen van de ankers en monteren van de verbinding

Splijten t.g.v. plaatsen van het anker en monteren van de verbinding treedt niet op. De verbinding voldoet aan de minimum eisen gesteld aan de randafstand, onderlinge afstand van ankers en elementdikte.

##### 4.2 Splijten ten gevolge van belasten

Het controleren op splijten ten gevolge van het belasten is niet relevant. Met speciale wapening volgens CEN/TS 1992-4-2, artikel 6.2.6.2 b) kan splijten worden voorkomen.

Benodigde doorsnede  $A_s$  van de splijtwapening:

$$A_s = 0.5 * \Sigma N_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_{Ms,rc}) = 0.5 * 11000 / (500 / 1.15) = 13 \text{ mm}^2$$

#### 5. Zijdelingsuitbreken (ankerrij dichtst bij de rand) (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.2.7)

Controle van de randen aan de criterium  $c_i > 0.5 * h_{ef}$ :

Rand links	$c_3 = 65.0 \text{ mm}$	$> 34.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	-------------------------	---------------------	-----------

Rand boven	$c_4 = 705.0 \text{ mm}$	$> 34.0 \text{ mm}$	Voldoende
------------	--------------------------	---------------------	-----------

In deze situatie zal zijdelingsuitbreken niet optreden omdat alle randen voldoen aan het gestelde criterium.

## B. Bezwijkmechanismen ten gevolge van afschuifkracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.3)

Controle niet noodzakelijk, omdat  $V_{Ed} = 0$



### C. Gecombineerde trek- and dwarskracht (CEN/TS 1992-4-2 artikel 6.4)

n/a

### D. Controle bezwijkmechanismen; benutting

Normaaltrekkkracht - bezwijkmechanisme	$N_{Ed}$ [kN]	$N_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	11.000	58.924	18.67 %
Uittrekken	11.000	423.040	2.60 %
Betonkegelbreuk	11.000	17.956	61.26 %
Splijten	n/a	n/a	n/a
Zijdelingsuitbreken	n/a	n/a	n/a
Afschruifkracht - bezwijkmechanisme	$V_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Benutting
Staalbreuk	n/a	n/a	n/a
Betonrandbreuk	n/a	n/a	n/a
Betonachteruitbreken	n/a	n/a	n/a
Gecombineerde trek- and dwarskracht	$\beta_N$	$\beta_V$	Benutting
Interactie	n/a	n/a	n/a

\* n/a = niet van toepassing

**Verbinding voldoet.**

### Belangrijke opmerkingen

Deze berekening is alleen van toepassing op de DEMU boutankers 1988 / 1985, plaatankers 1980-P en DEMU T-FIXX.

Configuratie van de splijtwapening:

Bij plaatvormige constructies is splijtwapening vereist in beide richtingen. Bij overwegend trekbelasting dient de wapening aan beide zijden te worden geplaatst en bij overwegend buigbelasting aan de zijde van de trekspanningen. De splijtwapening dient minimaal uit drie staven te bestaan met een staafafstand van  $\leq 150$  en te worden verankerd volgens de nationale voorschriften. Voor lijnvormige constructies zoals bijv balken dient de splijtwapening in één richting te worden aangebracht. Bij verankeringen aan randen moet deze wapening tevens als randwapening aanwezig zijn met de benodigde ophangwapening.

Let op: voor de installatie volgens de instructies van de Montagehandleiding "INST\_DEMU-FIX" (te vinden onder [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)).

- (GB)** Precast coupler
- (D)** Fertigteilverbinder
- (NL)** Prefab verbinding
- (PL)** Łącznik do prefabrykatów



Assembly Instructions • Montageanleitung • Montagehandleiding • Instrukcja montażu

## Product overview



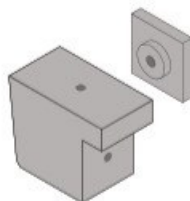
HEK Precast coupler HEK2 T-100-FV



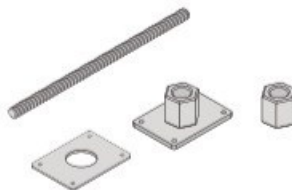
HEK Precast coupler HEK2 L-100-FV



HEK Counterplate



**Recess former-set**, consisting of a two part, reusable plastic recess former



**HEK Fixing set**, for connecting the recess former and HEK Precast coupler to the formwork



**Slotted u-shims**, to shim excessive joints gaps between a HEK Precast coupler and a fixing anchor. Separate proof required. See General notes for installation also.

## General notes for installation

The HEK Precast coupler is installed to be flush with one surface of the finished construction element. A reusable HEK Recess former must be used when fixing the precast coupler to the formwork.

After striking the formwork the HEK Recess former is removed; this leaves an installation access hole on one side of the construction element.

Care should be taken to keep the serration in the HEK Precast coupler clean. The concrete has to be poured carefully; avoid direct contact of the concrete vibrator with the precast coupler.

The precast coupler must only be subjected to load when the designed

concrete strength has been reached. Larger joint gaps or recessed sleeve anchor installations must be shimmed between the fixing anchor and the HEK base plate; in these cases bending in the bolt must be verified.

When installing the bolts, the installation torque ( $T_{inst}$ ) for the HEK Precast connection as specified in the tables must be observed. The minimum and maximum screw-in limits for the fixing anchor bolts in the sleeve anchor must be observed.

Only use bolts as specified by the static engineer in the design plans for precast element connections.

## Welding

All HALFEN HEK Precast coupler (steel) products listed in the "Technical catalogue" can be subjected to welding. Nevertheless, each type of welding including tack-welding may negatively affect the products characteristic properties.

If in exceptional cases welding is unavoidable, the following must be observed:

- due to heat generation, reduced functionality and reduced load capacities may result
- any coatings or covering must be removed before welding; appropriate measures must be taken to protect against fumes caused by the welding process
- mandatory protective equipment must be worn
- observing any applicable regulations for welding is the responsibility of the customer
- HALFEN does not accept any liability for damage to HALFEN products or consequential damage, caused by welding, which is not within the scope of the HALFEN production-process.



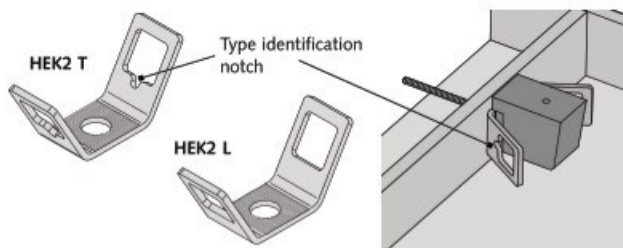
Always observe the installation instructions **INST\_DEMU-FIX** included with the DEMU Fixing anchors (scope of delivery).

Free download at [www.halfen.com](http://www.halfen.com)



## Type identification marking

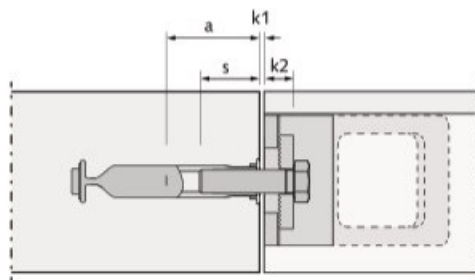
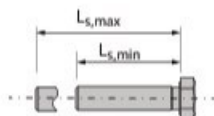
Additionally to the type embossing, the HEK type T is marked with a notch at the edge of the compound opening to easily distinguish it from the HEK2 L. The marking remains visible when the precast coupler is fixed to the formwork.



## Required bolt length

## General

The HEK Precast coupler is attached to a cast-in fixing anchor with a bolt or with a threaded rod and locking-nut. The fixing component (bolt) has to be selected according to the static engineers specifications. The required bolt length  $L_s$  must be verified.



## Required bolt length

$L_s \geq L_{s,min}$   
 $L_s \leq L_{s,max}$   
 with  
 $L_{s,min} = s + k_1 + k_2$  (minimum bolt length)  
 $L_{s,max} = a + k_1 + k_2$  (maximum bolt length)  
 $s$  = minimum screw-in depth of the fixing anchor is according to manufacturer's specification  
 $a$  = maximum screw-in depth of the fixing anchor is according to manufacturer's specification  
 $k_1$  = clamp thickness of the joint gap  
 $k_2$  = 14 mm (clamp thickness of the HEK Precast coupler with counterplate)

## Allowable screw-in depth of the DEMU Fixing anchor

Observe the minimum and maximum values for screw-in depth as specified in the Technical Product Information for DEMU fixing anchors. Download at: [www.halfen.com](http://www.halfen.com)

Clamp thickness  $k_2$ 

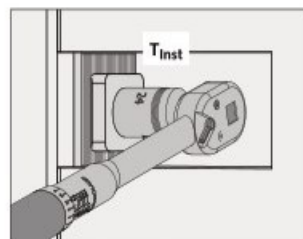
Type	$k_2$
HEK2 T-100-FV	14 mm
HEK2 L-100-FV	14 mm

## Torques

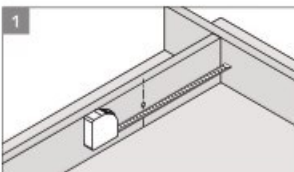
Tightening torque  $T_{inst}$  (recommended values) [Nm]

Bolt thread	HEK2 T-100-FV/ HEK2 L-100-FV
M 16	50 *
M 20	80 *

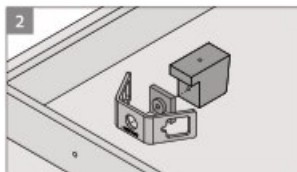
\* Values are valid for unlubricated bolts. It is strongly recommended to use washers for shimming the bolted connection of the HEK precast coupler in case of joints or recessed installed fixing anchors. The specific losses of the clamping force caused by bolt relaxation are already considered with these recommendation values.



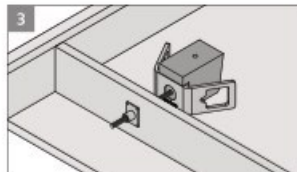
## Installation in the precast plant



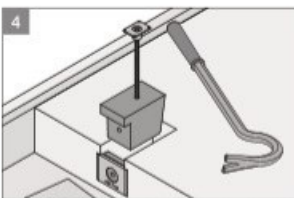
1  
Locate the exact position for the precast coupler and drill an 11 mm hole for the bolt in the formwork.



2  
Assemble the two-part, reusable recess former and the HEK Precast coupler.

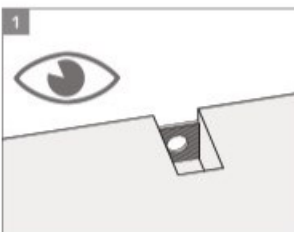


3  
Using the HEK Fixing set, fix the recess formers and the precast coupler assembly to the formwork.



4  
After the concrete has cured and sufficiently hardened, unscrew the bolt and remove the formwork. Screw the bolt into the other hole in the top of the recess former and lift out of the concrete.

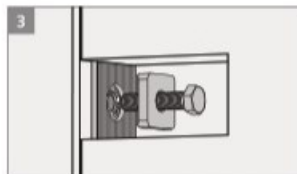
## On-site installation



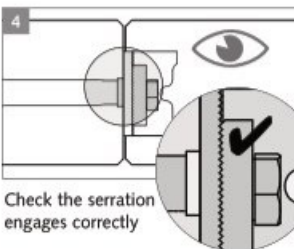
1  
Ensure the serration in the HEK Precast coupler is clean; remove all concrete or other dirt.



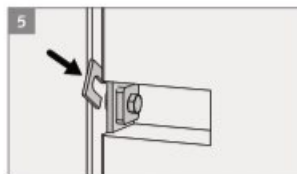
2  
Place and adjust the concrete element.



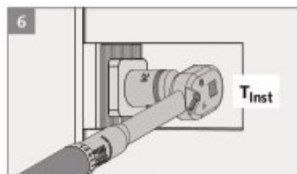
3  
Insert the counterplate with the fixing bolt into the installation access hole and screw the bolt into the fixing anchor. Ensure the correct bolt length. (Bolt is not scope of delivery)



4  
Check the serration engages correctly



5  
If necessary, use slotted shims between the precast connection and the fixing anchor.



6  
Observe the installation tightening torque for the HEK Precast connection as specified in the tables.



## Produktübersicht



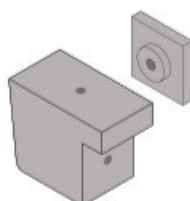
HEK Fertigteilverbinder HEK2 T-100-FV



HEK Fertigteilverbinder HEK2 L-100-FV



HEK Gegenplatte



**HEK Aussparkörper-Set**, bestehend aus einem zweiteiligen wiederverwendbaren Kunststoff-Aussparkörper



**HEK Befestigungs-Set**, zur Verwendung mit dem Aussparkörper-Set zur Fixierung des HEK Fertigteilverbinders an der Schalung



**HEK Schlitzscheiben**, zur Unterfütterung von Befestigungen am Hülseanker. Nur für große Rohbautoleranzen. Separater Nachweis erforderlich, s. Allgemeine Hinweise.

## Allgemeine Einbauhinweise

Der Fertigteilverbinder wird bündig mit einer Bauteiloberfläche eingebaut. Zur Befestigung an der Schalung ist der wiederverwendbare HEK-Aussparkörper zu verwenden.

Nach dem Ausschalen verbleibt eine zu einer Bauteilseite offene Montageaussparung.

Es ist darauf zu achten, dass die Rastungsfläche des Fertigteilverbinders beim Betonieren nicht verschmutzt wird. Der Beton sollte sorgsam eingebracht werden, der direkte Kontakt zwischen Rüttler und Fertigteilverbinder ist zu vermeiden.

Die Belastung des Fertigteilverbinders darf erst nach Erreichen der vorgesehenen Betonfestigkeit erfolgen. Bei einer offenen Anschlussfuge oder

bei rückversetzter Lage des Hülseankers ist die Befestigung am Hülseanker zu unterfüttern und die Schraubenbiegung nachzuweisen.

Bei der Montage der Schrauben sind die erforderlichen Installationsdrehmomente ( $T_{\text{Inst}}$ ) der HEK Fertigteilverbindung, siehe Tabelle, zu berücksichtigen. Die minimalen bzw. maximalen Einschraublängen der Schrauben in den Hülseankern sind einzuhalten.

Für die Fertigteilverbindung sind nur Schrauben nach den Konstruktionsunterlagen des verantwortlichen Planers zu verwenden.

## Schweißbarkeit

Alle im Katalog „HALFEN HEK Fertigteilverbindung“ aufgeführten Produkte (aus Stahl) sind generell schweißbar. Allerdings kann jede Form von Schweißen, einschließlich Heftschiweißen, die mechanischen Eigenschaften der Produkte beeinträchtigen. Sollte sich Schweißen in speziellen Anwendungsfällen nicht vermeiden lassen, so ist folgendes unbedingt zu beachten:

- Aufgrund der Wärmeentwicklung kann es zu verminderten Tragfähigkeiten bis hin zu eingeschränkten Funktionsfähigkeiten kommen.
- Evtl. vorhandene Überzüge oder Beschichtungen sind vor dem Schweißen zu entfernen; durch den Schweißvorgang auftretende Dämpfe sind mit geeigneten Hilfsmitteln abzusaugen.
- Es ist die vorgeschriebene Schutzausrüstung zu tragen.
- Der Kunde ist verantwortlich für die Einhaltung der geltenden Vorschriften bzgl. des Schweißvorgangs.
- HALFEN übernimmt keine Haftung für Schäden durch oder an HALFEN Produkten, die durch Schweißarbeiten außerhalb des Produktionsprozesses der Produkte entstehen.



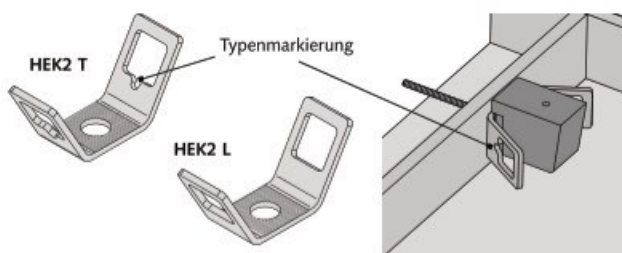
Für die Montage der Hülseanker ist die mit dem Hülseanker ausgelieferte Montageanleitung **INST\_DEMU-FIX** zu beachten.

Kostenloser Download unter [www.halfen.com](http://www.halfen.com)



## Typenmarkierung

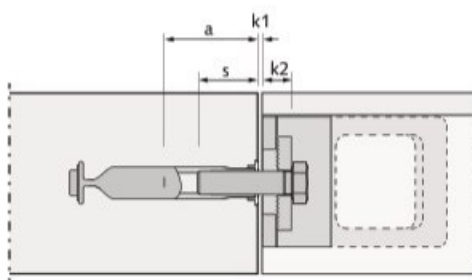
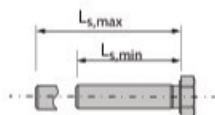
Zur einfachen Unterscheidung der Typen HEK2 T und HEK2 L ist zusätzlich zur Typeneinprägung am Typ T eine Kerbe am unteren Rand der Verbundöffnung angeordnet. Diese ist auch sichtbar, wenn der HEK Fertigteilverbinder mit dem Aussparkörper an der Schalung montiert ist.



## Erforderliche Schraubenlänge

### Allgemeines

Der Fertigteilverbinder wird mit der Befestigungsschraube im Hülseanker des anzuschließenden Bauteils verankert. Schraube und Hülseanker sind nach Vorgaben des verantwortlichen Planers zu verwenden. Die erforderliche Schraubenlänge  $L_s$  ist nachzuweisen.



### Erforderliche Schraubenlänge

$$L_s \geq L_{s,min}$$

$$L_s \leq L_{s,max}$$

mit

$$L_{s,min} = s + k_1 + k_2 \text{ (minimale Schraubenlänge)}$$

$$L_{s,max} = a + k_1 + k_2 \text{ (maximale Schraubenlänge)}$$

$s$  = minimale Einschraubtiefe der Gewindehülse nach Herstellerangabe

$a$  = maximale Einschraubtiefe der Gewindehülse nach Herstellerangabe

$k_1$  = Klemmdicke der Montagefuge

$k_2$  = 14 mm (Klemmdicke des HEK Fertigteilverbinders mit Gegenplatte)

### Einschraubtiefen der DEMU Hülseanker

Die zulässigen Einschraubtiefen der DEMU Hülseanker sind in der technischen Produktinformation „DEMU Hülseanker“ ausgewiesen. Download unter [www.halfen.de](http://www.halfen.de)

### Klemmdicke $k_2$

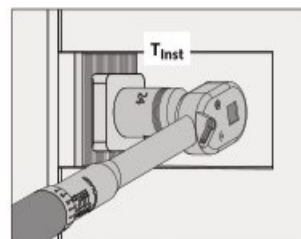
Typ	$k_2$
HEK2 T-100-FV	14 mm
HEK2 L-100-FV	14 mm

## Installationsdrehmoment

### Installationsdrehmoment $T_{inst}$ (Empfehlungswerte) [Nm]

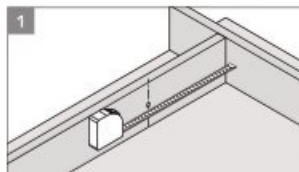
Schraubengewinde	HEK2 T-100-FV/ HEK2 L-100-FV
M 16	50 *
M 20	80 *

\* Die Drehmomente gelten für Schrauben im ungeschmierten Zustand. Im Fall von Fugen oder von zurückversetzt eingebauten Ankern sind bei der Befestigung des Fertigteilverbinders Unterlegscheiben zur Unterfütterung zu verwenden. Bei diesen Empfehlungswerten sind die spezifischen Vorspannkraftverluste durch Setzen der Schraubverbindung bereits berücksichtigt.

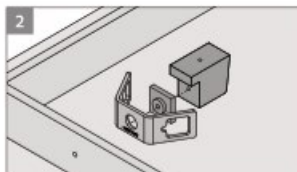




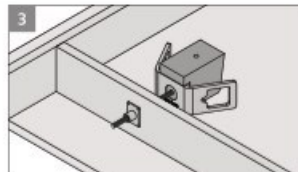
## Einbau im Fertigteilwerk



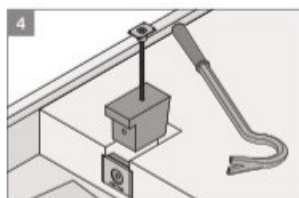
Position der Fertigteilverbindung an der Schalung lagegenau ermitteln und Schraubenloch Ø 11 mm in die Schalung bohren.



HEK Fertigteilverbinder und zweiteiligen wiederverwendbaren Kunststoff-Aussparkkörper zusammensetzen.

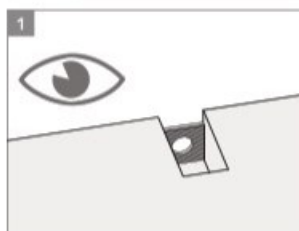


Fertigteilverbinder und Aussparkkörper mit dem HEK Befestigungs-Set an der Schalung fixieren.



Nach Aushärten des Betons die Befestigungsschraube lösen und Bauteil ausschalen. Die Schraube in den Aussparkörper einschrauben und Aussparkörper abheben.

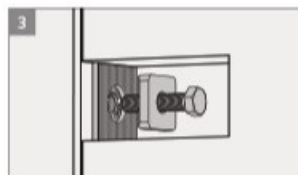
## Montage auf der Baustelle



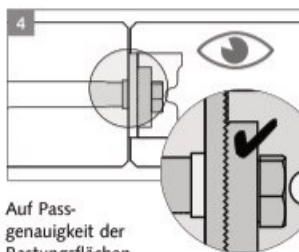
Rastungsfläche auf Verschmutzung kontrollieren und ggf. reinigen.



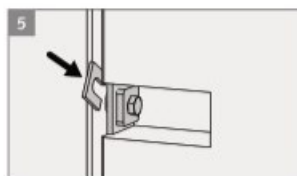
Versetzen und Ausrichten der Betonfertigteile.



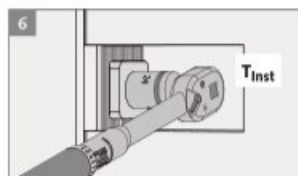
Gegenplatte und Schraube durch Montageöffnung einsetzen und im Hülseanker einschrauben. Erforderliche Schraubenlänge beachten (Schraube nicht im Lieferumfang).



Auf Passgenauigkeit der Rastungsflächen achten.



Befestigung des Fertigteilverbinders am Hülseanker mit Schlitzscheiben oder Futterblechen unterfüllern, wenn erforderlich.



Installationsdrehmoment  $T_{\text{inst}}$  der HEK Fertigteilverbindung, siehe Tabelle, berücksichtigen.

## Productoverzicht



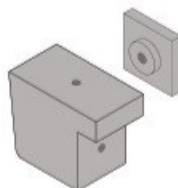
HEK prefab verbinding HEK2 T-100-FV



HEK prefab verbinding HEK2 L-100-FV



HEK contraplaat



**Uitsparingset**, bestaande uit een tweedelige herbruikbare kunststof uitsparing



**HEK-montageset**, KO10 draad, te gebruiken met de uitsparingset voor het bevestigen van de HEK prefab verbinding aan de bekisting



**U-plaat met sleuf**, voor het opvullen van grote voegen tussen de HEK prefab verbinding en het bevestigingsanker. Extra controle noodzakelijk. Zie de algemene montage-instructies.

## Algemene montage-instructies

De HEK prefab verbinding wordt vlak in één zijde van het betonelement ingebouwd. De herbruikbare HEK uitsparing moet gebruikt worden om de prefab verbinding aan de bekisting te bevestigen. Na het verwijderen van de bekisting moet de HEK uitsparing verwijderd worden; hierdoor ontstaat een montage uitsparing aan één zijde van het element.

Het is belangrijk om de vertanding van de HEK prefab verbinding schoon te houden. De beton dient voorzichtig gestort te worden, direct contact met de trilnaald dient te worden voorkomen.

De prefab verbinding mag alleen belast worden indien de beton volledig is uitgehard.

Bij een grote voegopening of indien het bevestigingsanker verdiept is ingestort moeten vulplaten gebruikt worden. In deze gevallen dient de buiging van de bout gecontroleerd te worden.

Bij het plaatsen van de bouten dient rekening te worden gehouden met het maximale aandraaimoment (Tinst) voor de HEK prefab verbinding, zoals weergegeven in de tabellen. De minimum en maximum inschroefdiepte voor de verankeringsbout in de huls moet worden aangehouden.

Gebruik alleen bouten welke zijn opgegeven door de constructeur.

## Lassen

Alle HEK prefab verbindingen vermeld in de technische documentatie kunnen gelast worden. Niettemin kan elk las-type, inclusief puntlassen, de product-karakteristieken negatief beïnvloeden. Las alleen in uitzonderingsgevallen. Als lassen onvermijdelijk is moet het volgende in acht worden genomen:

- Door warmtegeneratie kunnen verminderde functionaliteit en verminderde belastingcapaciteit optreden.
- Eventuele coatings dienen voor het lassen verwijderd te worden; noodzakelijke maatregelen dienen te worden genomen ter bescherming tegen lasdampen.
- Het dragen van beschermingsmiddelen is verplicht.
- Het inachtnemen van de van toepassing zijnde regelgeving voor het lassen is de verantwoordelijkheid van de klant.
- HALFEN neemt geen enkele verantwoordelijkheid voor schade aan HALFEN producten veroorzaakt door lassen, welke niet vallen onder het HALFEN productie-proces.



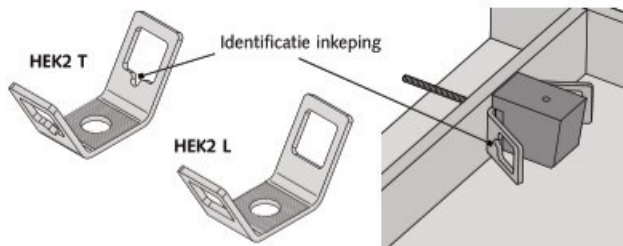
Volg altijd de montage-instructies van de DEMU bevestigingsankers **INST\_DEMU-FIX** (maken deel uit van de levering).

De montage-instructies zijn ook gratis te downloaden op [www.halfen.com](http://www.halfen.com)



## Type codering

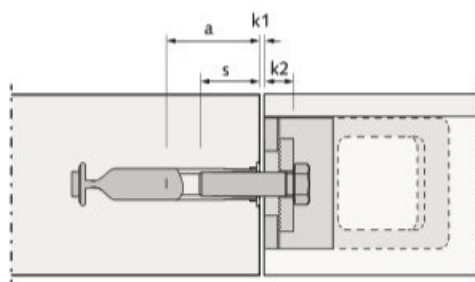
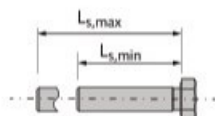
Als aanvulling op de in gestante type-aanduiding, is de HEK T gemarkeerd door middel van een inkeping aan de rand van de verbindingsoening om deze gemakkelijk te onderscheiden van de HEK2 L. De markering blijft zichtbaar wanneer de prefab verbinding is bevestigd aan de bekisting.



## Vereiste boutlengte

## Algemeen

De prefab verbinding wordt met de bevestigingsbout in het bevestigingsanker van het aan te sluiten element verankerd. Bout en bevestigingsanker volgens opgave van de verantwoordelijke constructeur. De benodigde boutlengte dient berekend te worden.



## Vereiste boutlengte

$L_s \geq L_{s,min}$   
 $L_s \leq L_{s,max}$   
 met  
 $L_{s,min} = s + k_1 + k_2$  (minimale boutlengte)  
 $L_{s,max} = a + k_1 + k_2$  (maximale boutlengte)  
 $s$  = minimale inschroefdiepte van de huls volgens opgave leverancier  
 $a$  = maximale inschroefdiepte van de huls volgens opgave leverancier  
 $k_1$  = klemdikte van de montagevoeg  
 $k_2$  = 14 mm (klemdikte van de HEK prefab verbinding met contraplaat)

## Inschroefdiepte van het DEMU anker

De toelaatbare inschroefdiepte van het DEMU anker staat in de technische documentatie "DEMU bevestigings-ankers", te downloaden op [www.halfen.nl](http://www.halfen.nl)

Klemdikte  $k_2$ 

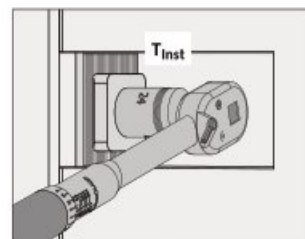
Type	$k_2$
HEK2 T-100-FV	14 mm
HEK2 L-100-FV	14 mm

## Aandraaimomenten

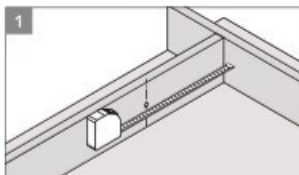
Aandraaimomenten  $T_{inst}$  (aanbevolen waarden) [Nm]

Boutdiameter	HEK2 T-100-FV/ HEK2 L-100-FV
M 16	50 *
M 20	80 *

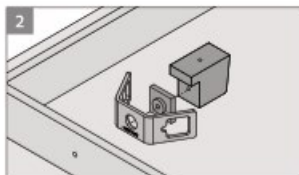
\* De aandraaimomenten gelden voor niet gesmeerde bouten. In het geval van voegen of verzonken ingebouwde ankers dient ter plaatse van de HEK-verbinding te worden uitgevuld met U-plate. Bij deze aanbevolen waarden is rekening gehouden met de specifieke voorspankrachtsafname als gevolg van het zetten van de HEK-verbinding.



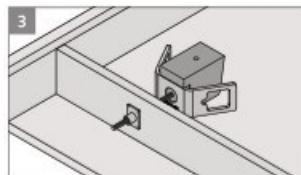
## Montage in de prefabfabriek



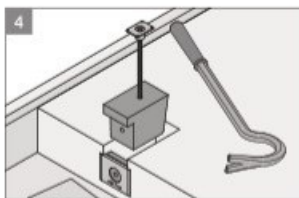
Plaats de prefab verbinding nauwkeurig op de bekisting en boor het schroefgat.



HEK prefab verbinding en de tweedelige herbruikbare uitsparing samenvoegen. Vet vooraf de vertanding van HEK prefab verbinding volledig in. Vet of olie ook uitsparingen goed in om lossen te vereenvoudigen. Bescherm opening aan zijkant uitsparing met tape, zodat deze bij lossen kan worden gebruikt.

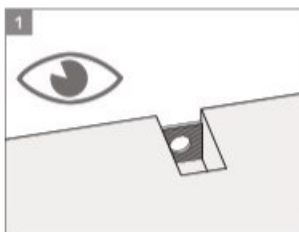


Prefab verbinding en uitsparing met de HEK-montageset aan de bekisting bevestigen, dusdanig dat neusje van grote uitsparing op rand kist aansluit.

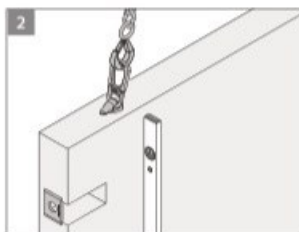


Na het uitharden van de beton het bevestigingsdraadeind losdraaien en het element ontkisten. Het draadeind in de uitsparing draaien en de uitsparing er uit trekken.

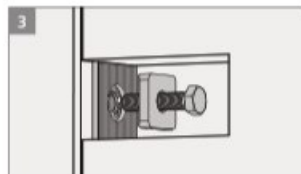
## Montage op de bouwplaats



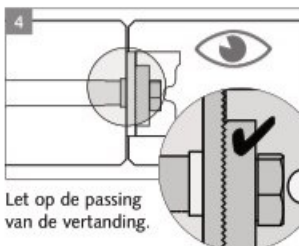
Vertandingsvlak controleren op verontreiniging en eventueel schoon maken.



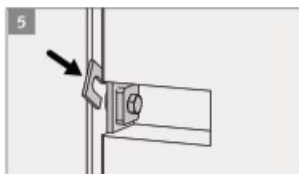
Transporteren en stellen van het element.



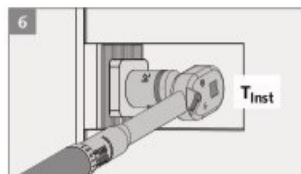
Contraplaat en bout in de montage-uitsparing steken en in het bevestigingsanker schroeven. Let op de benodigde boutlengte (bout niet bij levering inbegrepen).



Let op de passing van de vertanding.



Bevestiging van de prefab verbinding aan het bevestigingsanker, eventueel uitvullen met een U-plaat indien noodzakelijk.



Rekening houden met het maximale aandraaimoment voor de HEK prefab verbinding, zoals weergegeven in de tabellen.



## Przegląd wyrobów



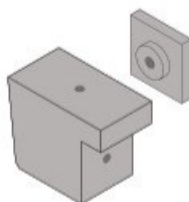
Łącznik do prefabrykatów  
HEK2 T-100-FV



Łącznik do prefabrykatów  
HEK2 L-100-FV



Podkładka HEK



Zestaw elementów wypełniających  
HEK do wielokrotnego użytku, składa  
się z dwóch komponentów z tworzy-  
wa sztucznego



Zestaw do mocowania łącznika HEK  
do szalunku, do stosowania łącznie z  
zestawem elementów wypełniających.



Podkładki do umieszczenia w szczeli-  
nie połączenia, stosowane tylko dla  
dużych tolerancji robót stanu surowe-  
go. Wymagane oddzielne sprawdze-  
nie, patrz Ogólne wskazówki

## Ogólne wskazówki montażu

Łącznik do prefabrykatów montuje się w licu elementu budowlanego. Podczas mocowania do szalunku stosuje się elementy wypełniające wielokrotnego użytku.

Po usunięciu wypełnienia pozostaje otwarty otwór montażowy.

Należy zwrócić uwagę, aby powierzchnia ząbkowana łącznika nie uległa zabrudzeniu podczas betonowania. Mieszankę betonową należy starannie rozłożyć i zagęścić, unikając bezpośredniego kontaktu buławy wi-bratora z łącznikiem.

Obciążenie łącznika prefabrykatów może nastąpić dopiero po osiągnięciu przewidzianej wytrzymałości betonu. Przy otwartej szczelinie połączenia lub cofniętej kotwie tulejowej, należy

wypełnić połączenie podkładkami i sprawdzić śrubę na zginanie.

Podczas montażu śrub należy przestrzegać wymaganych momentów dokręcenia ( $T_{inst}$ ), patrz tabela. Należy przestrzegać minimalnych i maksymalnych długości wkręcenia śruby w kotwę tulejową.

Do połączeń prefabrykatów należy stosować tylko śruby według wymagań projektu.

## Spawalność

Wszystkie występujące w katalogu produkty stalowe są generalnie spawalne. Każda forma spawania, łącznie ze spoinami szczepnymi, ma wpływ na właściwości mechaniczne wyrobu. Jeśli dla specjalnych warunków zastosowania nie da się uniknąć spawania, należy bezwzględnie przestrzegać postanowień:

- z powodu wydzielania się ciepła może dojść do zmniejszenia nośności i ograniczenia funkcjonalności
- ewentualne powłoki należy przed spawaniem usunąć; występujące podczas spawania opary należy odsysać przy pomocy specjalnych urządzeń
- należy stosować odzież ochronną
- klient jest odpowiedzialny za dotrzymanie obowiązujących przepisów dotyczących procesu spawania
- HALFEN nie bierze odpowiedzialności za szkody w wyrobach lub w wyniku ich zastosowania, powstałe w wyniku prac spawalniczych, wykonanych poza procesem produkcyjnym we firmie HALFEN.



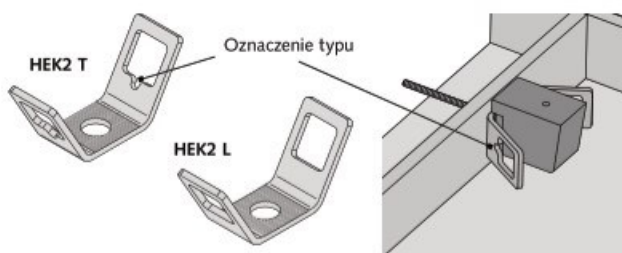
Do montażu kotew tulejowych należy stosować odrębną instrukcję montażu INST\_DEMU-FIX, dostarczaną wraz z wyrobem.

Instrukcja dostępna jest na  
[www.halfen.com](http://www.halfen.com)



## Znakowanie wyrobów

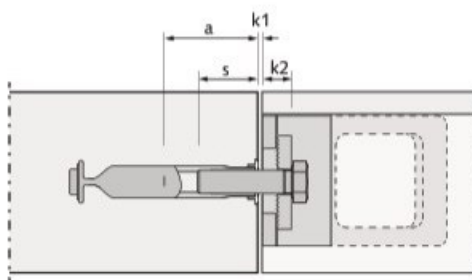
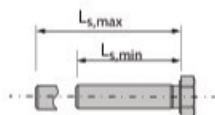
Dla rozróżnienia typów HEK2 T i HEK2 L, w typie T zostało wykonane dodatkowo wycięcie w dolnej części otworu. Jest ono również widoczne podczas montażu łącznika wraz z elementem wypełniającym do szalunku.



## Wymagana długość śrub

## Ogólnie

Łącznik prefabrykatów kotwiony jest przy pomocy śruby do kotwy tulejowej przylącanego elementu. Śrubę i kotwę tulejową należy stosować według wytycznych projektanta. Należy wyznaczyć wymaganą długość śruby  $L_s$ .



## Wymagana długość śruby

$L_s \geq L_{s,min}$   
 $L_s \leq L_{s,max}$   
 gdzie  
 $L_{s,min} = s + k_1 + k_2$  (minimalna długość śruby)  
 $L_{s,max} = a + k_1 + k_2$  (maksymalna długość śruby)  
 $s$  = minimalna długość wkręcenia tulei gwintowanej według danych producenta  
 $a$  = maksymalna długość wkręcenia tulei gwintowanej według danych producenta  
 $k_1$  = grubość szczeliny montażowej  
 $k_2$  = 14 mm (grubość ścisku łącznika HEK z podkładką)

## Głębokość wkręcenia kotwy tulejowej DEMU

Dopuszczalne głębokości wkręcenia kotew tulejowych DEMU umieszczone są w informacji technicznej „Kotwy tulejowe DEMU”. Możliwość pobrania [www.halfen.de](http://www.halfen.de)

Grubość ścisku  $k_2$ 

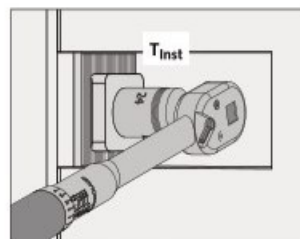
Typ	$k_2$
HEK2 T-100-FV	14 mm
HEK2 L-100-FV	14 mm

## Moment dokręcenia

Moment dokręcenia  $T_{inst}$  (wartości zalecane) [Nm]

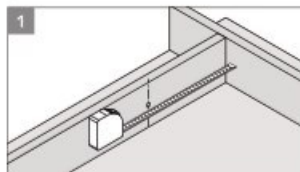
Gwint śruby	HEK2 T-100-FV/ HEK2 L-100-FV
M 16	50 *
M 20	80 *

\* Momenty dokręcenia obowiązują dla śrub w stanie bez smarowania. W przypadku dylatacji lub zagłębionych w trakcie montażu kotew, przy mocowaniu łącznika prefabrykatów należy stosować podkładki. Zalecane wartości uwzględniają specyficzne straty naprężenia w zastosowanym połączeniu śrubowym.

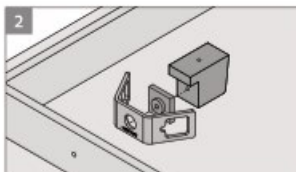




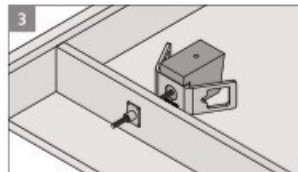
## Montaż w zakładzie prefabrykacji



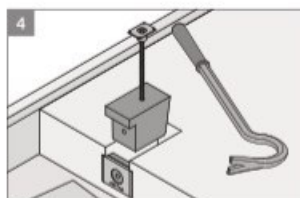
Określić położenie łącznika na szalunku i wywiercić otwór  $\varnothing 11$  mm.



Połączyć łącznik HEK z elementami wypełniającymi z tworzywa sztucznego.

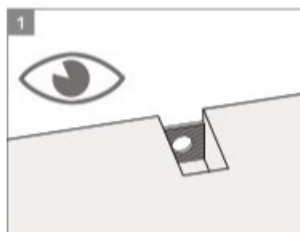


Przymocować zestaw do szalunku.

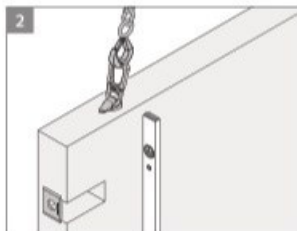


Po stwardnieniu betonu usunąć śrubę mocującą i szalunek. Wkręcić śrubę w element z tworzywa sztucznego i usunąć go.

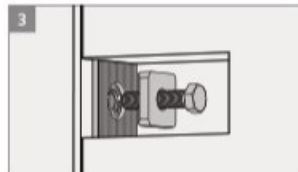
## Montaż na budowie



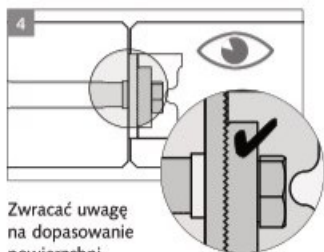
Skontrolować powierzchnię ząbkowaną i ewentualnie oczyścić.



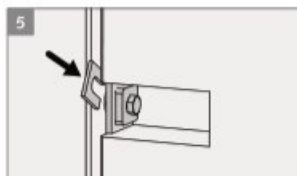
Ustawić i wyregulować położenie prefabrykatu.



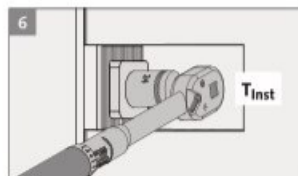
Umieścić śrubę z podkładką w otworze montażowym i wkręcić w kotwę tulejową. Uważać na wymaganą długość śruby (śruba nie jest dostarczana).



Zwracać uwagę na dopasowanie powierzchni ząbkowanych.



Zamocowanie łącznika do kotwy tulejowej, w razie potrzeby, wypełnić podkładkami



Przestrzegać wartości momentów dokręcenia  $T_{inst}$ , patrz tabela.

English

Deutsch

Nederlands

Polski

## CONTACT HALFEN WORLDWIDE

HALFEN is represented by subsidiaries in the following countries, please contact us

Austria	HALFEN Gesellschaft m.b.H. Leonard-Bernstein-Str. 10 1220 Wien	Phone: +43-1-2596770 E-Mail: office@halfen.at Internet: www.halfen.at	
Belgium / Luxembourg	HALFEN N.V. Borkelstraat 131 2900 Schoten	Phone: +32-3-6580720 E-Mail: info@halfen.be Internet: www.halfen.be	Fax: +32-3-6581533
China	HALFEN Construction Accessories Distribution Co.Ltd. Room 601 Tower D, Vantone Centre No.A6 Chao Yang Men Wai Street Chaoyang District Beijing · P.R. China 100020	Phone: +86-1059073200 E-Mail: info@halfen.cn Internet: www.halfen.cn	Fax: +86-1059073218
Czech Republic	HALFEN s.r.o. Business Center Šafránková Šafránková 1238/1 155 00 Praha 5	Phone: +420-311-690060 E-Mail: info@halfen.cz Internet: www.halfen.cz	Fax: +420-235-314308
France	HALFEN S.A.S. 18, rue Goubet 75019 Paris	Phone: +33-1-44523100 E-Mail: halfen@halfen.fr Internet: www.halfen.fr	Fax: +33-1-44523152
Germany	HALFEN Vertriebsgesellschaft mbH Liebigstr. 14 40764 Langenfeld	Phone: +49-2173-9700 E-Mail: info@halfen.de Internet: www.halfen.de	Fax: +49-2173-970225
Italy	HALFEN S.r.l. Soc. Unipersonale Via F.lli Bronzetti N° 28 24124 Bergamo	Phone: +39-035-0760711 E-Mail: tecnico@halfen.it Internet: www.halfen.it	Fax: +39-035-0760799
Netherlands	HALFEN b.v. Oostermaat 3 7623 CS Borne	Phone: +31-74-267 1449 E-Mail: info@halfen.nl Internet: www.halfen.nl	Fax: +31-74-267 2659
Norway	HALFEN AS Postboks 2080 4095 Stavanger	Phone: +47-51823400 E-Mail: post@halfen.no Internet: www.halfen.no	
Poland	HALFEN Sp. z o.o. Ul. Obornicka 287 60-691 Poznań	Phone: +48-61-622 1414 E-Mail: info@halfen.pl Internet: www.halfen.pl	Fax: +48-61-622 1415
Spain	HALFEN IBERICA, S.L. Polígono Industrial Santa Ana c/ Ignacio Zuloaga 20 28522 Rivas-Vaciamadrid	Phone: +34 916 669 181 E-Mail: info@halfen.es Internet: www.halfen.es	Fax: +34 916 669 661
Sweden	Halfen AB Vårdurgatan 5 412 50 Göteborg	Phone: +46-31-985800 E-Mail: info@halfen.se Internet: www.halfen.se	Fax: +46-31-985801
Switzerland	HALFEN Swiss AG Hertistrasse 25 8304 Wallisellen	Phone: +41-44-8497878 E-Mail: info@halfen.ch Internet: www.halfen.ch	Fax: +41-44-8497879
United Kingdom / Ireland	HALFEN Ltd. A1/A2 Portland Close Houghton Regis LU5 5AW	Phone: +44-1582-470300 E-Mail: info@halfen.co.uk Internet: www.halfen.co.uk	Fax: +44-1582-470304
United States of America	HALFEN USA Inc. PO Box 18687 San Antonio TX 78218	Phone: +1 800.423.9140 E-Mail: info@halfenusa.com Internet: www.halfenusa.com	Fax: +1 877.683.4910
<b>For countries not listed</b> HALFEN International	HALFEN International GmbH Liebigstr. 14 40764 Langenfeld / Germany	Phone: +49-2173-970-0 E-Mail: info@halfen.com Internet: www.halfen.com	Fax: +49-2173-970-849

Furthermore HALFEN is represented with sales offices and distributors worldwide.  
Please contact us: [www.halfen.com](http://www.halfen.com)

### NOTES REGARDING THIS DOCUMENT

**Technical and design changes reserved.** The information in this publication is based on state-of-the-art technology at the time of publication. We reserve the right to make technical and design changes at any time. HALFEN GmbH shall not accept liability for the accuracy of the information in this publication or for any printing errors.

The HALFEN GmbH subsidiaries in Germany, France, the Netherlands, Austria, Poland, Switzerland and the Czech Republic are Quality Management certified according to **ISO 9001:2015**, Certificate no. 202384-2016-AQ-GER-Dakks.





**HALFEN GmbH**

Research-Development-Engineering

Reinforcement Systems

**Statische berekening voor HEK Verbindingen**

Bericht-Nr.	HEK03-2019
<b>Projekt</b>	<b>MorgenWonen 3.0</b> <b>Eindwoning dwarskapper</b>
Bouwproduct	HALFEN HEK prefab verbinding
Specificatie	Berekening en controle volgens Zulassung Nr. Z-21.8-2086 d.d. 30.01.2018
Datum van het document / Revisiestatus	Maandag, 8. Juli 2019
Bladzijde 1 van	52 Tekstpagina's met bijlage
Opstellers	Dr.-Ing. Thorsten Heidolf Dipl.-Ing. Robert Garke
Bijlage	A1 – Invoerparameter en berekening van het draagvermogen bij trekbelasting A2 – Invoerparameter en berekening van het draagvermogen bij dwarskrachtbelasting
Verspreiding	1 x HALFEN b. v. 1 x HALFEN GmbH, Team Bewehrungstechnik

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
1 Reden en doel.....	5
2 Materialen en wapening .....	5
3 Prefab verbindingen .....	6
4 HALFEN HEK prefab verbinding .....	7
5 Verbinding 1 .....	9
5.1 Constructietekening en lastrichting.....	9
5.2 Berekening en controle .....	10
5.2.1 Algemeen.....	10
5.2.2 Controle van de trekbelasting.....	10
5.3 Samenvatting .....	10
6 Verbinding 2 .....	11
6.1 Constructietekening en lastrichting.....	11
6.2 Berekening en controle .....	12
6.2.1 Algemeen.....	12
6.2.2 Aanwezige wapening .....	12
6.2.3 Controle van de trekbelasting.....	13
6.2.4 Controle van de dwarskrachtbelasting.....	13
6.2.5 Controle van de gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting .....	13
6.3 Samenvatting .....	14
7 Verbinding 3a .....	15
7.1 Constructietekening en lastrichting.....	15
7.2 Berekening en controle .....	16
7.2.1 Algemeen.....	16
7.2.2 Controle van de trekbelasting.....	16
7.3 Samenvatting .....	16
8 Verbinding 3 .....	17
8.1 Constructietekening en lastrichting.....	17
8.2 Berekening en controle .....	18
8.2.1 Algemeen.....	18
8.2.2 Aanwezige wapening .....	18



8.2.3	Verankeringsuitgangspunt van de prefab verbinding .....	18
8.2.4	Controle van de trekbelasting .....	18
8.3	Samenvatting .....	19
9	Verbinding 4 .....	20
9.1	Constructietekening en lastrichting .....	20
9.2	Berekening en controle .....	21
9.2.1	Algemeen .....	21
9.2.2	Bijlegwapening .....	21
9.2.3	Controle van de dwarskrachtbelasting .....	21
9.3	Samenvatting .....	23
10	Verbinding 4a .....	24
10.1	Constructietekening en lastrichting .....	24
10.2	Berekening en controle .....	25
10.2.1	Algemeen .....	25
10.2.2	Controle van de dwarskrachtbelasting .....	25
10.3	Samenvatting .....	25
11	Verbinding 5 .....	26
11.1	Constructietekening en lastrichting .....	26
11.2	Berekening en controle .....	27
11.2.1	Algemeen .....	27
11.2.2	Bijlegwapening .....	27
11.2.3	Controle van de dwarskrachtbelasting .....	27
11.3	Samenvatting .....	29
12	Verbinding 5a .....	30
12.1	Constructietekening en lastrichting .....	30
12.2	Berekening en Controle .....	31
12.2.1	Algemeen .....	31
12.2.2	Controle van de dwarskrachtbelasting .....	31
12.3	Samenvatting .....	31
13	Verbinding 6 .....	32
13.1	Constructietekening en lastrichting .....	32
13.2	Berekening en controle .....	33
13.2.1	Algemeen .....	33

13.2.2	Bijlegwapening .....	33
13.2.3	Controle van de dwarskrachtbelasting .....	33
13.3	Samenvatting .....	35
14	Verbinding 7 .....	36
14.1	Constructietekening en lastrichting .....	36
14.2	Berekening en controle .....	37
14.2.1	Algemeen .....	37
14.2.2	Bijlegwapening .....	37
14.2.3	Controle van de trekbelasting .....	37
14.2.4	Controle van de dwarskrachtbelasting .....	38
14.2.5	Controle van de gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting .....	39
14.3	Samenvatting .....	39
15	Verbinding 9 .....	40
15.1	Constructietekening en lastrichting .....	40
15.2	Berekening en controle .....	41
15.2.1	Algemeen .....	41
15.2.2	Controle van de trekbelasting .....	41
15.2.3	Controle van de dwarskrachtbelasting .....	41
15.2.4	Controle van de gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting .....	41
15.3	Samenvatting .....	42
16	Samenvatting .....	43
	Literatuur .....	44

## 1 Reden en doel

HALFEN b.v. is voornemens het bouwproduct HALFEN HEK prefab verbinding type HEK2 L-100 te gebruiken in woningbouwprojecten MorgenWonen 3.0. Daarom wordt in dit rapport de te verankeren belastingen voor de HEK prefab verbinding, volgens [1], [2] en de aanvullende bepalingen in [3], statisch aangetoond.

De voorliggende berekening, met name de gemaakte veronderstellingen, zoals bijvoorbeeld de verankeringsituatie van de prefabbeton verbindingen en de uitvoering van de extra wapening, moet worden goedgekeurd door de verantwoordelijke constructeur.

Het draagvermogen van de prefabbetonelementen en van de verbindings- en verankerings-elementen (bijvoorbeeld bouten, hulsankers etc.) in het andere prefabbetonelement is geen onderdeel van dit rapport en dient afzonderlijk gecontroleerd te worden.

Daarbij moet ervoor worden gewaakt dat het veronderstelde beton-uitbreeklichaam van het prefab verbindingselement en van andere bevestigingsmiddelen elkaar niet overlappen.

De constructietekeningen en de te verankeren krachten zijn door de hoofdconstructeur beschikbaar gesteld.

De aanwijzingen in de productcatalogus en de Zulassung Z-21.8-2086, en in de montagehandleiding moeten conform de nieuwste uitgave opgevolgd worden. (beschikbaar onder <http://www.halfen.com>)

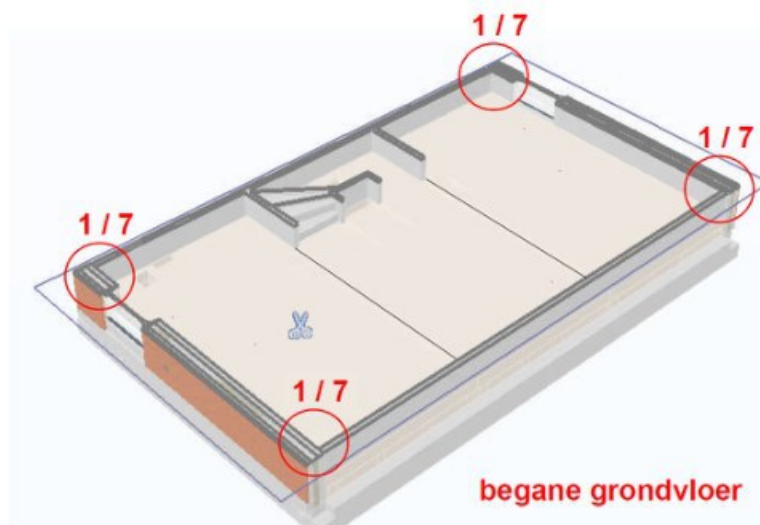
## 2 Materialen en wapening

Beton:	C50/60	$f_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$ $f_{ck,cube} = 60 \text{ N/mm}^2$ $f_{bd} = 4,3 \text{ N/mm}^2$ (guter Verben)
Verankeringsuitgangspunt:	In principe wordt bij de verankering van het HEK verbindingselement uitgegaan van <u>gescheurd</u> beton. Indien van dit uitgangspunt wordt afgeweken, worden passende maatregelen aangegeven.	
Betonstaal:	B500	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$
Wapening:	In principe wordt bij de controle van ongewapend beton uitgegaan. Als de toegepaste wapening zoals rechte rand- en beugelwapening of extra wapening voor de controle van de verbinding in rekening wordt gebracht, dan wordt de vereiste uitvoering van deze wapening d.m.v. tekst of schetsen aangegeven.	

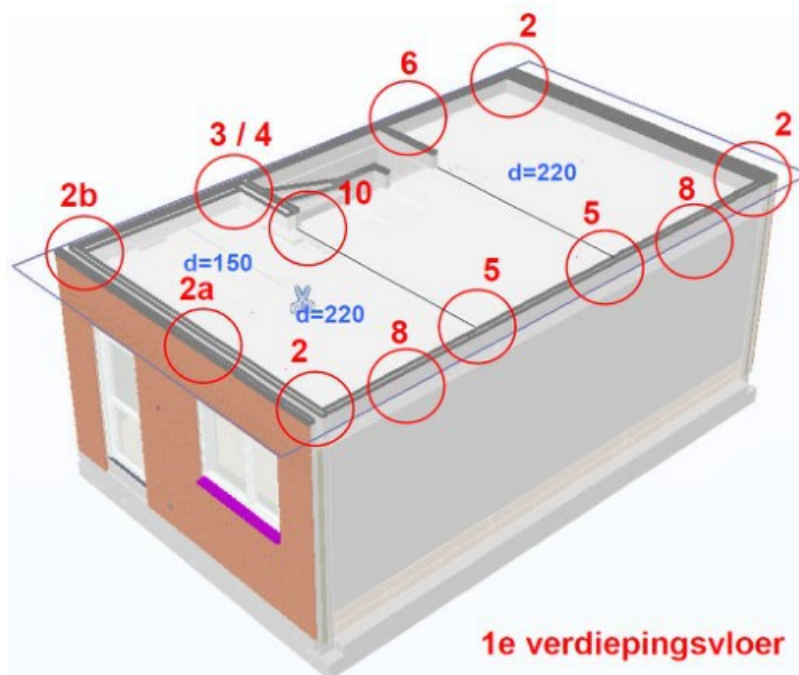


### 3 Prefab verbindingen

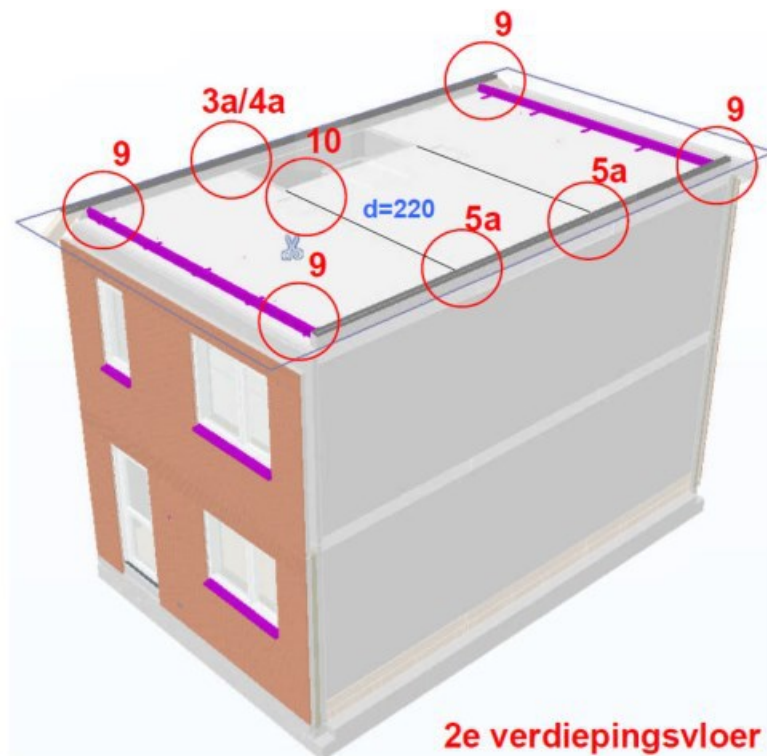
Voor het prefabbeton gebouw zijn de knooppunten voor prefab betonverbindingen bestaande uit DEMU Boutankers, HALFEN HEK prefab verbinding en verstiftingen bepaald. De posities van de verbindingen in het gebouw zijn te zien in figuur 1 t/m 3. Ter plaatse van de prefab verbindingen, moeten de aansluitvoegen, voor zover aanwezig, met geschikte voegplaten uitgevuld worden.



**Figuur 1:** Positie verbindingen begane grondvloer



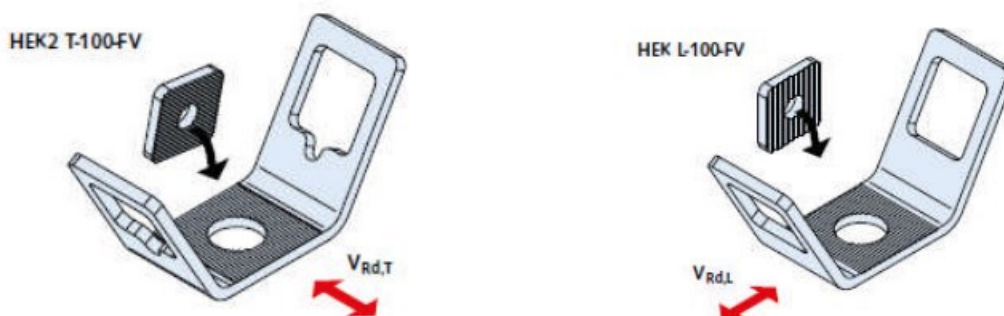
**Figuur 2:** Positie verbindingen 1e verdiepingsvloer



**Figuur 3:** Positie verbindingen 2e verdiepingsvloer

## 4 HALFEN HEK prefab verbinding

Van de HALFEN HEK prefab verbinding is op moment van schrijven een Zulassung Nr. Z-21.8-2086 [1] versie 30 Januari 2018 voor de types HEK2 T-100 en HEK2 L-100, waarbij beide types hetzelfde berekeningsprincipe hebben, en alleen geometrisch verschillend zijn t.a.v. de oriëntatie van het verbandingsvlak, te zien in Figuur 4.

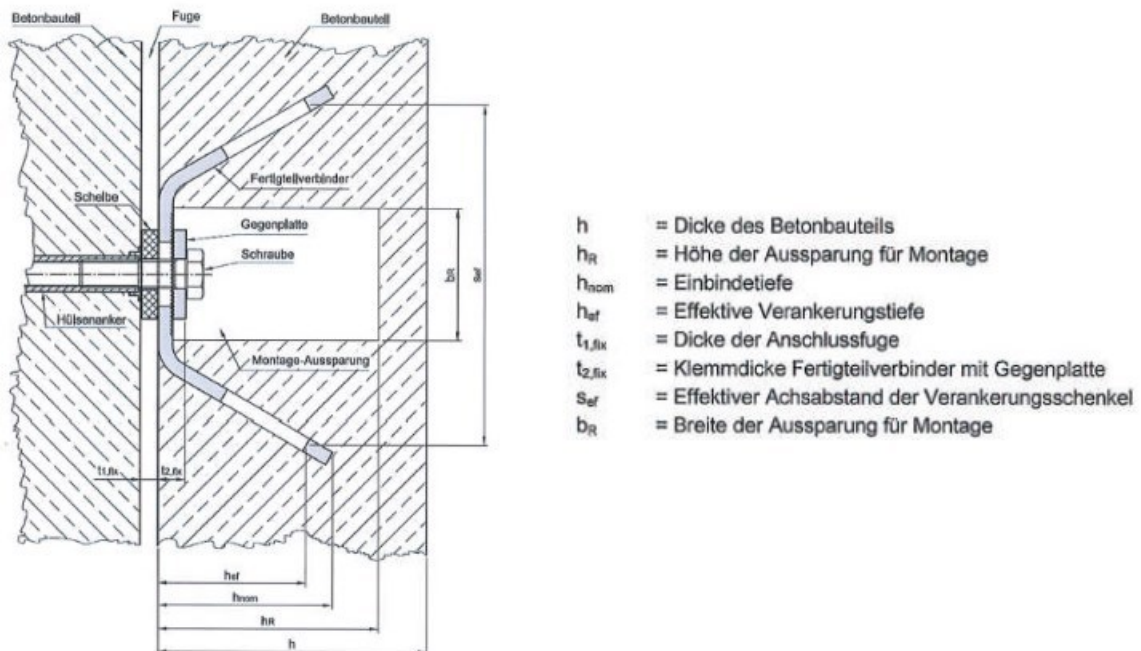


**Figuur 4:** HEK prefab verbinding en de richting van de dwarskrachtbelasting

De HEK prefab verbinding is een symmetrisch gebogen staalplaat met een op de bouwplaats aan te brengen getande contraplaat die dient voor een kracht overbrengende verbinding tussen de prefab betonelementen. De staalplaat van thermisch verzinkt of roestvrij staal wordt vlak met de buitenkant van het prefabbetonelement ingestort en voorzien van een uitsparing t.b.v. de installatie van de bout. De verankering in het prefab betonelement geschiedt door de vorm van de staalplaat, hierbij zullen de beide benen van de staalplaat, die voorzien zijn rechthoekige uitsparingen, een uitbreeklichaam in het beton produceren. Het middendeel van de staalplaat bevat een insteekopening met aan één zijde een getand oppervlak, die dient voor een plaats vaste positionering van de vierkante eenzijdig getande contraplaat. De contraplaat heeft een doorsteekopening voor het opnemen en positioneren van de bout.

In de prefabbetonfabriek wordt de staalplaat vlak met de buitenkant van het betonelement, tezamen met een uitsparingselementen t.b.v. het verbindingsmiddel, ingestort.

Op de bouwplaats worden de contraplaat en de bout in de montageopening van het uitgelijnde prefab element aangebracht en verbonden met het verankerings-element in het tweede prefab betonelement. Als er een constructievoeg is aangebracht tussen de geprefabriceerde elementen, dan moet de tussenruimte in het gebied van de prefab verbinding uitgevuld worden (bijv. met een ring). De inbouwsituatie van de prefab verbinding is onderstaand als voorbeeld getoond.



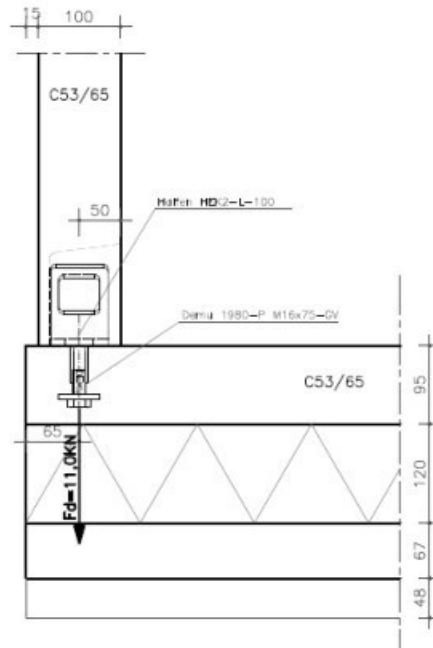
**Figuur 5:** Inbouwsituatie van de prefab verbinding [1]



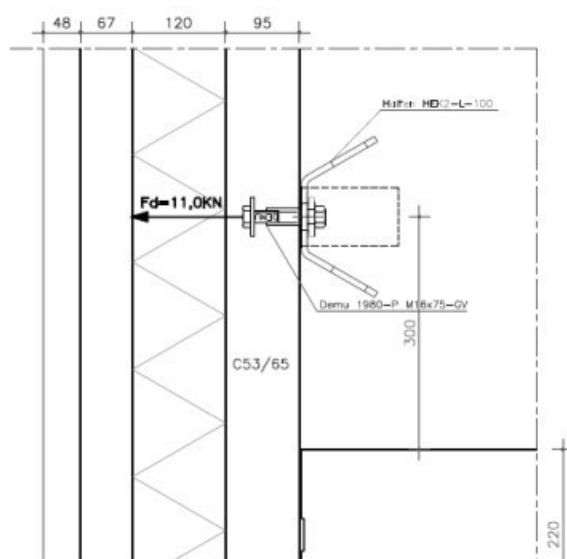
## 5 Verbinding 1

### 5.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 1 is de inbouwsituatie en de lastrichting in Figuur 6 en Figuur 7 aangegeven.



**Figuur 6:** Constructietekening H1



**Figuur 7:** Constructietekening V1

## 5.2 Berekening en controle

### 5.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controles voor de HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 5.2.2 Controle van de trekbelasting

De rekenwaarde van de trekbelasting bedraagt  $N_{Ed} = 11,0$  kN. De benodigde controles bij trekbelasting zijn in Tabel 1 samengevat.

**Tabel 1:** Verbinding 1 – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij trekbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$N_{Ed} = 11,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,s} = 21,96 \text{ kN}$	✓
2	Uittrekken	Niet maatgevend	
3	Betonkegelbreuk	$N_{Ed} = 11,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,c} = 12,79 \text{ kN}$	✓
4	Splijten	$N_{Ed} = 11,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,sp} = 12,79 \text{ kN}$	✓
5	Zijdelings uitbreken	$N_{Ed} = 11,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,cb} = 50,20 \text{ kN}$	✓

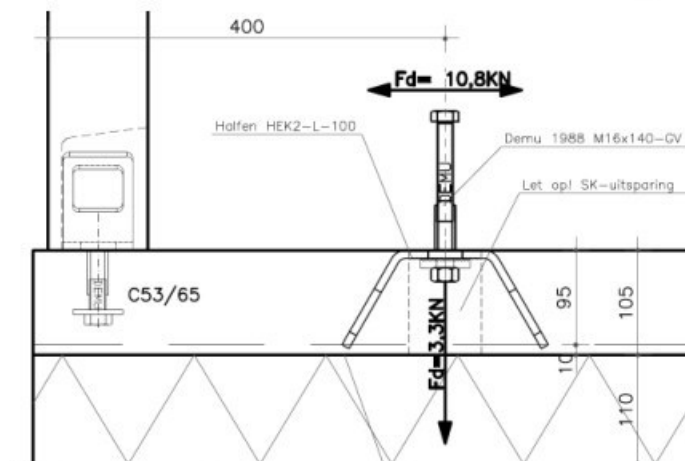
## 5.3 Samenvatting

De directe plaatselijke krachtsinleiding van  $F_d=11,0$  kN in het beton is gecontroleerd en voldoet.

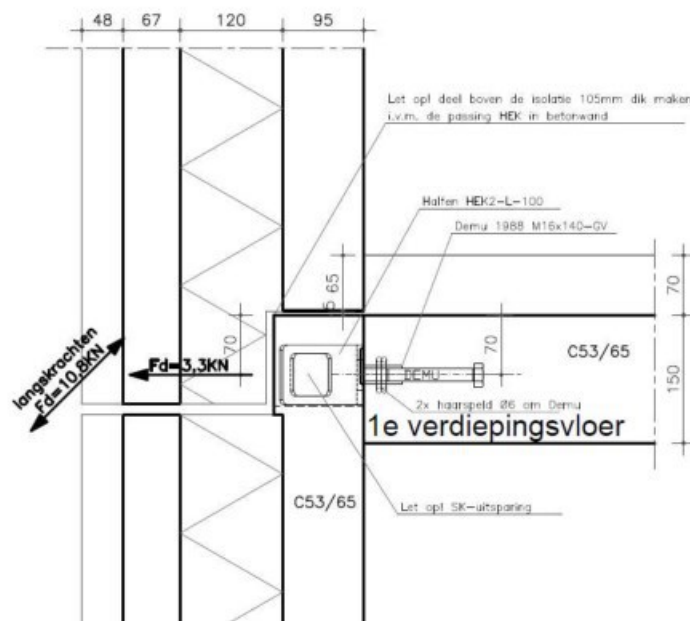
## 6 Verbinding 2

### 6.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 2 is de inbouwsituatie en de lastrichtingen in Figuur 8 en Figuur 9 aangegeven. In het aangenomen betonuutbreekgebied van de prefab verbinding heeft het betonelement verschillende diktes, waarbij de prefab verbinding in een doorsnede met een dikte van 105mm is aangebracht. In de berekening en bij de controle van het HEK prefab verbinding wordt voor het betonelement conservatief een minimale dikte van  $h=95$  mm aangehouden.



**Figuur 8:** Constructietekening H2



**Figuur 9:** Constructietekening V2

## 6.2 Berekening en controle

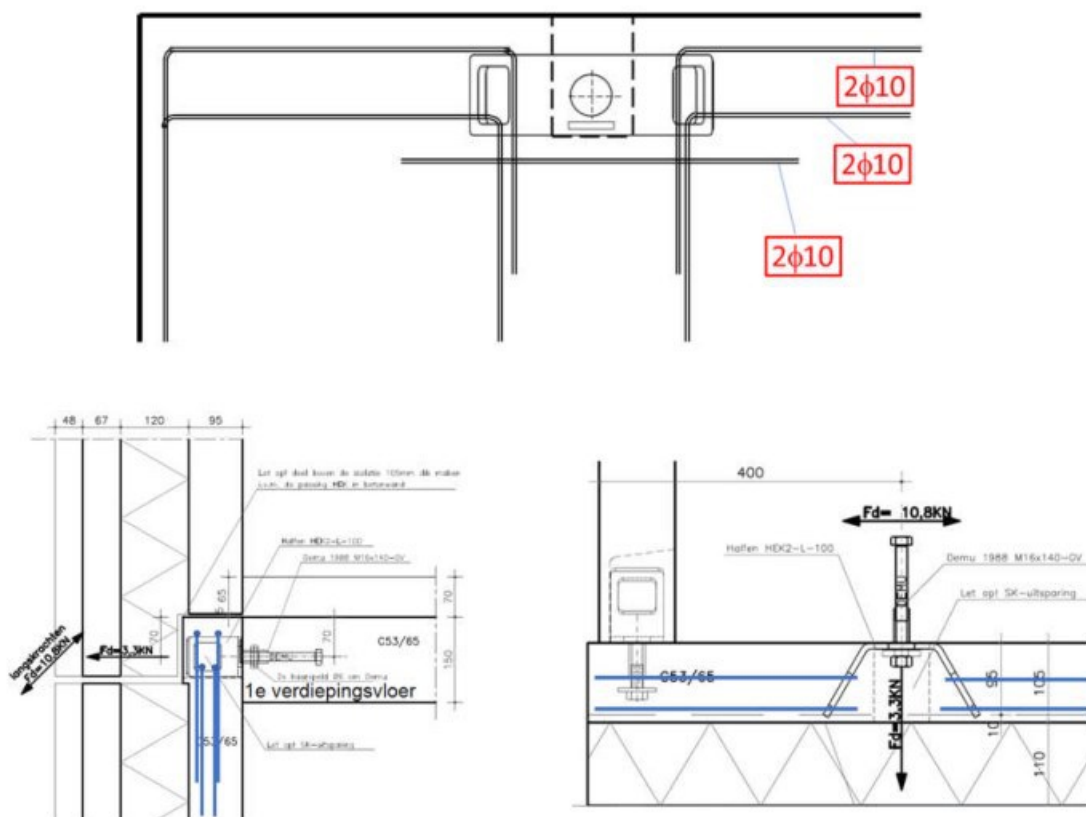
### 6.2.1 Algemeen

Die volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controle voor den HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 6.2.2 Aanwezige wapening

Bij de controle van betonrandbreuk wordt aangenomen dat er een wapening aan de rand van het betonelement aanwezig is, die bestaat uit een rand- en beugelwapening met een kleine as-afstand of een wapeningsnet met een as-afstand  $a \leq 100$  mm en  $\leq 2c_1$  volgens [3].

In het verankeringsgebied van de prefab verbinding moet de aanwezige wapeningshoeveelheid overeenkomstig de opgave aangevuld worden en moet het buiten het aangenomen uitbreeklichaam met verankeringslengte  $l_{bd}$  volgens EN 1992-1-1 verankerd zijn. Figuur 10 toont een voorstel voor de uitvoering en verankering van de randwapening bij HEK2 L-100, waarbij de schenkellengte van de wapening minimaal 350 mm moet bedragen.



\* Netwapening niet aangegeven

**Figuur 10:** Wapening verbinding 2

Niet aangegeven zijn de fijnmazige wapening of netten en de beugelwapening aan de rand van het betonelement (haarspelden).

### 6.2.3 Controle van de trekbelasting

De rekenwaarde van de trekbelasting bedraagt  $N_{Ed} = 3,3 \text{ kN}$ . Die benodigde controles bij trekbelasting zijn in Tabel 2 samengevat.

**Tabel 2:** Verbinding 2 – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij trekbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$N_{Ed} = 3,3 \text{ kN} \leq N_{Rd,s} = 21,96 \text{ kN}$	✓
2	Uittrekken	Niet maatgevend	
3	Betonkegelbreuk	$N_{Ed} = 3,3 \text{ kN} \leq N_{Rd,c} = 27,99 \text{ kN}$	✓
4	Splijten	$N_{Ed} = 3,3 \text{ kN} \leq N_{Rd,sp} = 19,30 \text{ kN}$	✓
5	Zijdelings uitbreken	$N_{Ed} = 3,3 \text{ kN} \leq N_{Rd,cb} = 24,18 \text{ kN}$	✓

### 6.2.4 Controle van de dwarskrachtbelasting

De rekenwaarde van de dwarskrachtbelasting bedraagt  $V_{Ed} = 10,8 \text{ kN}$ . De benodigde controles bij dwarskrachtbelasting zijn in Tabel 3 samengevat.

**Tabel 3:** Verbinding 2 – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij dwarskrachtbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$V_{Ed} = 10,8 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 28,24 \text{ kN}$	✓
2	Betonrandbreuk	$V_{Ed} = 10,8 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 12,27 \text{ kN}$	✓
3	Betonachteruitbreken	$V_{Ed} = 10,8 \text{ kN} \leq V_{Rd,cp} = 27,99 \text{ kN}$	✓

### 6.2.5 Controle van de gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting

Bij gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting moeten aan de volgende vergelijkingen worden voldaan:

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,2 \quad \text{F. 6-1}$$

$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} \leq 1 \quad \text{F. 6-2}$$

mit

$$\beta_N = N_{Ed} / N_{Rd} \leq 1 \quad \text{F. 6-3}$$



$$\beta_V = V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1$$

F. 6-4

In Tabel 4 zijn de benodigde draagvermogens bij gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting opgesteld.

**Tabel 4:** Verbinding 2 – Controles voor HEK2 L-100 bij gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting

$\beta_N + \beta_V \leq 1,2$	F. 6-1	$1,05 \leq 1,2$	✓
$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} \leq 1$	F. 6-2	$0,90 \leq 1$	✓
$\beta_N$ (maatgevend is $N_{Rd,sp}$ )	F. 6-3	$0,17 \leq 1$	✓
$\beta_V$ (maatgevend is $V_{Rd,c}$ )	F. 6-4	$0,88 \leq 1$	✓

### 6.3 Samenvatting

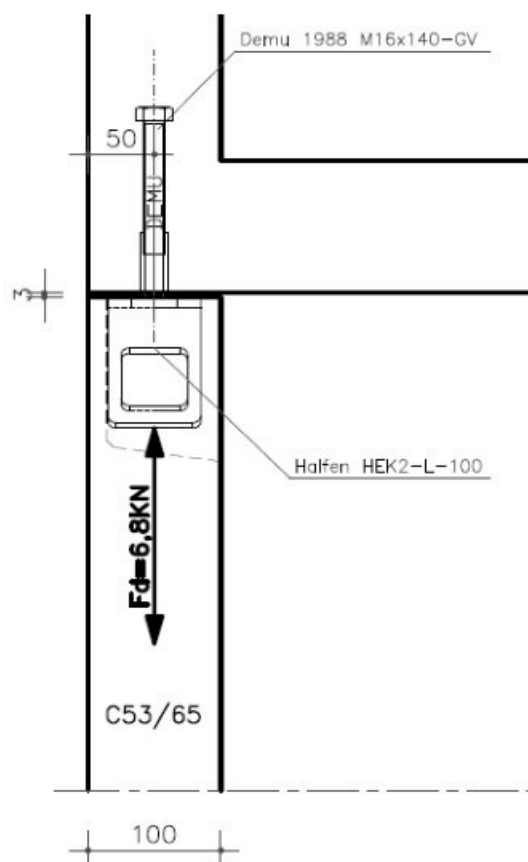
De directe plaatselijke krachtsinleiding van de gecombineerde belastingen  $F_d = 3,3$  kN en  $F_d = 10,8$  kN in het beton is gecontroleerd en voldoet, indien in het verankeringsgebied van de prefab verbinding een rand- en beugelwapening met een kleine as-afstand of een wapeningsnet met een kleine as-afstand wordt aangebracht.



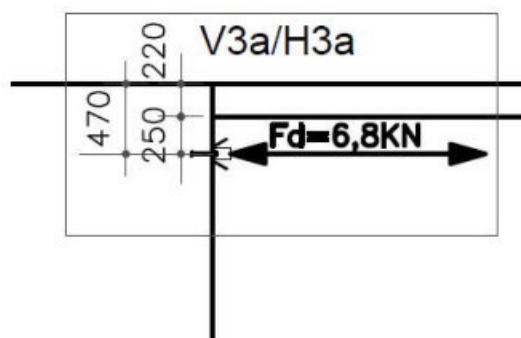
## 7 Verbinding 3a

### 7.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 3a zijn de inbouwsituatie en de lastrichting in Figuur 11 en Figuur 12 aangegeven.



**Figuur 11:** Constructietekening H3a



**Figuur 12:** Constructietekening V3a

## 7.2 Berekening en controle

### 7.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controles voor de HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 7.2.2 Controle van de trekbelasting

De rekenwaarde van de trekbelasting bedraagt  $N_{Ed} = 6,8 \text{ kN}$ . De benodigde controles bij trekbelasting zijn in Tabel 5 samengevat.

**Tabel 5:** Verbinding 3a – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij trekbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$N_{Ed} = 6,8 \text{ kN} \leq N_{Rd,s} = 21,96 \text{ kN}$	✓
2	Uittrekken	Niet maatgevend	
3	Betonkegelbreuk	$N_{Ed} = 6,8 \text{ kN} \leq N_{Rd,c} = 12,79 \text{ kN}$	✓
4	Splijten	$N_{Ed} = 6,8 \text{ kN} \leq N_{Rd,sp} = 12,79 \text{ kN}$	✓
5	Zijdelings uitbreken	$N_{Ed} = 6,8 \text{ kN} \leq N_{Rd,cb} = 50,20 \text{ kN}$	✓

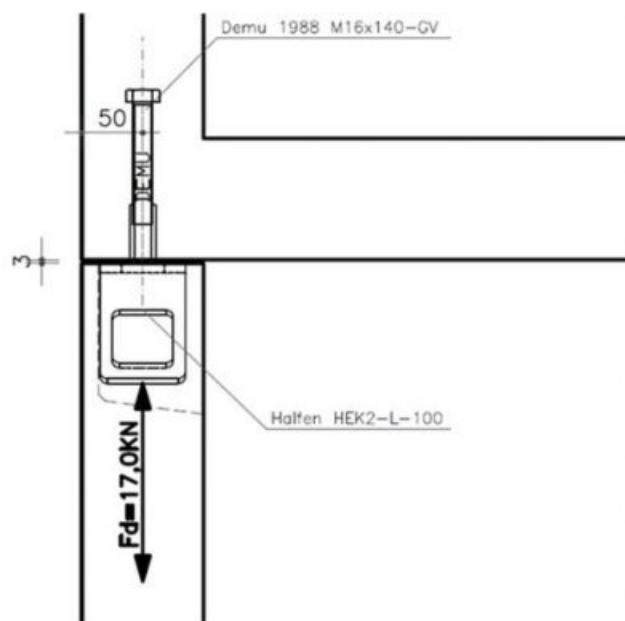
## 7.3 Samenvatting

Die directe plaatselijke krachtsinleiding van  $F_d = 6,8 \text{ kN}$  in het beton is gecontroleerd en voldoet.

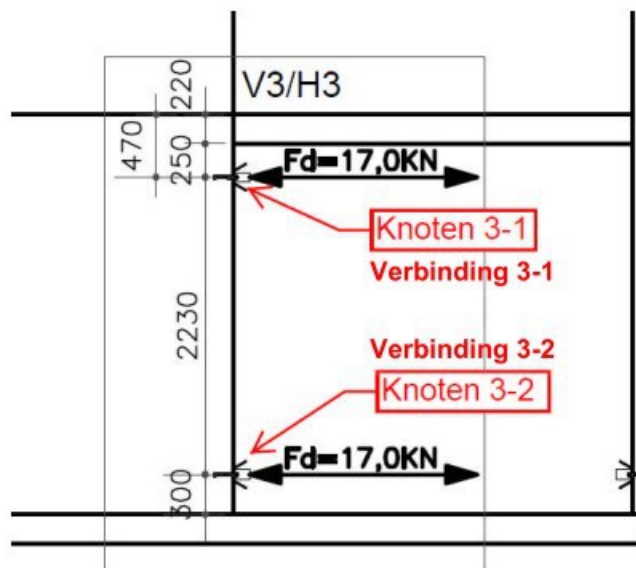
## 8 Verbinding 3

### 8.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 3 zijn de inbouwsituatie en de lastrichting in Figuur 13 en Figuur 14 aangegeven.



**Figuur 13:** Constructietekening H3



**Figuur 14:** Constructietekening V3

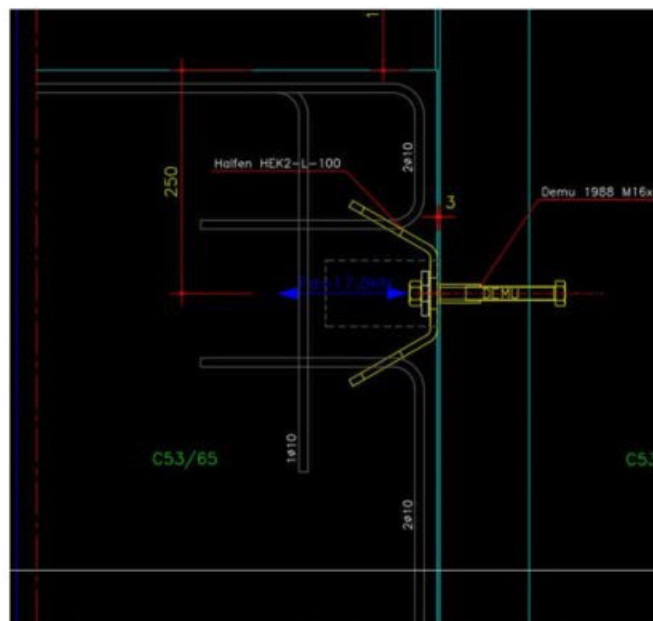
## 8.2 Berekening en controle

### 8.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controle voor den HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 8.2.2 Aanwezige wapening

De aanwezige wapening van verbinding 3 is aangegeven in Figuur 15. Bij de berekening en controle van de prefab verbinding wordt deze wapening niet in rekening gebracht en vormt daarmee een extra reserve voor het draagvermogen.



**Figuur 15:** Uitvoering wapening verbinding 3

### 8.2.3 Verankeringsuitgangspunt van de prefab verbinding

Bij verbinding 3-1 en verbinding 3-2 wordt van ongescheurd beton uitgegaan bij de berekening en controle van de verankering van de prefab verbindingen.

### 8.2.4 Controle van de trekbelasting

De rekenwaarde van de trekbelasting bij verbinding 3-1 bedraagt  $N_{Ed} = 17,0$  kN. De benodigde controles bij trekbelasting zijn in Tabel 6 samengevat.

**Tabel 6:** Verbinding 3-1 – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij trekbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$N_{Ed} = 17,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,s} = 21,96 \text{ kN}$	✓
2	Uittrekken	Niet maatgevend	
3	Betonkegelbreuk	$N_{Ed} = 17,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,c} = 17,89 \text{ kN}$	✓
4	Splijten	$N_{Ed} = 17,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,sp} = 17,89 \text{ kN}$	✓
5	Zijdelings uitbreken	$N_{Ed} = 17,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,cb} = 70,01 \text{ kN}$	✓

De rekenwaarde van de trekbelasting bij verbinding 3-2 bedraagt  $N_{Ed} = 17,0 \text{ kN}$ . De benodigde controles bij trekbelasting zijn in Tabel 7 samengevat.

**Tabel 7:** Verbinding 3-2 – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij trekbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$N_{Ed} = 17,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,s} = 21,96 \text{ kN}$	✓
2	Uittrekken	Niet maatgevend	
3	Betonkegelbreuk	$N_{Ed} = 17,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,c} = 17,89 \text{ kN}$	✓
4	Splijten	$N_{Ed} = 17,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,sp} = 17,89 \text{ kN}$	✓
5	Zijdelings uitbreken	$N_{Ed} = 17,0 \text{ kN} \leq N_{Rd,cb} = 70,01 \text{ kN}$	✓

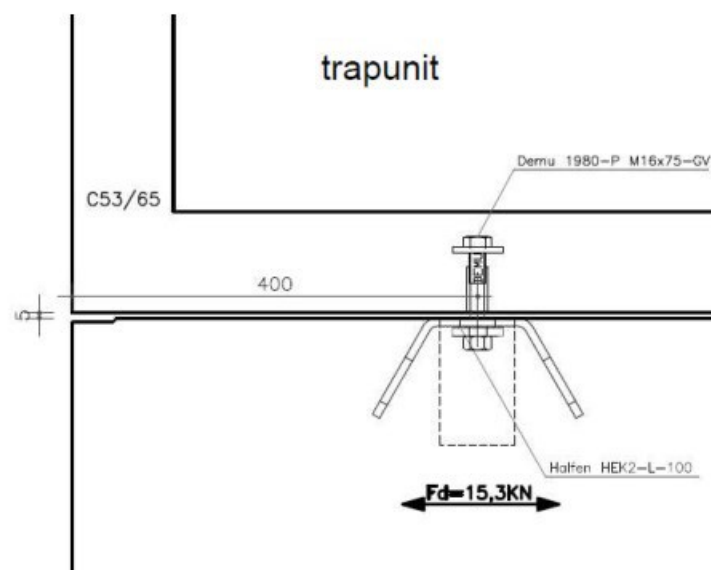
### 8.3 Samenvatting

De directe plaatselijke krachtsinleiding van elk  $F_d = 17,0 \text{ kN}$  in het beton voor verbinding 3-1 en verbinding 3-2 is gecontroleerd en voldoet, hierbij is voor de verankering van de prefab verbindingen uitgegaan van ongescheurd beton.

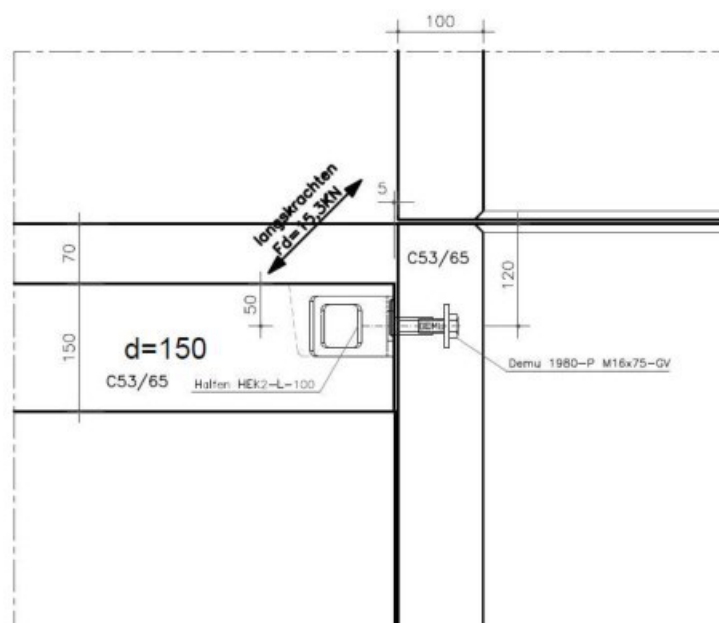
## 9 Verbinding 4

### 9.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 4 zijn de inbouwsituatie en de lastrichting in Figuur 16 en Figuur 17 aangegeven.



**Figuur 16:** Constructietekening H4



**Figuur 17:** Constructietekening V4



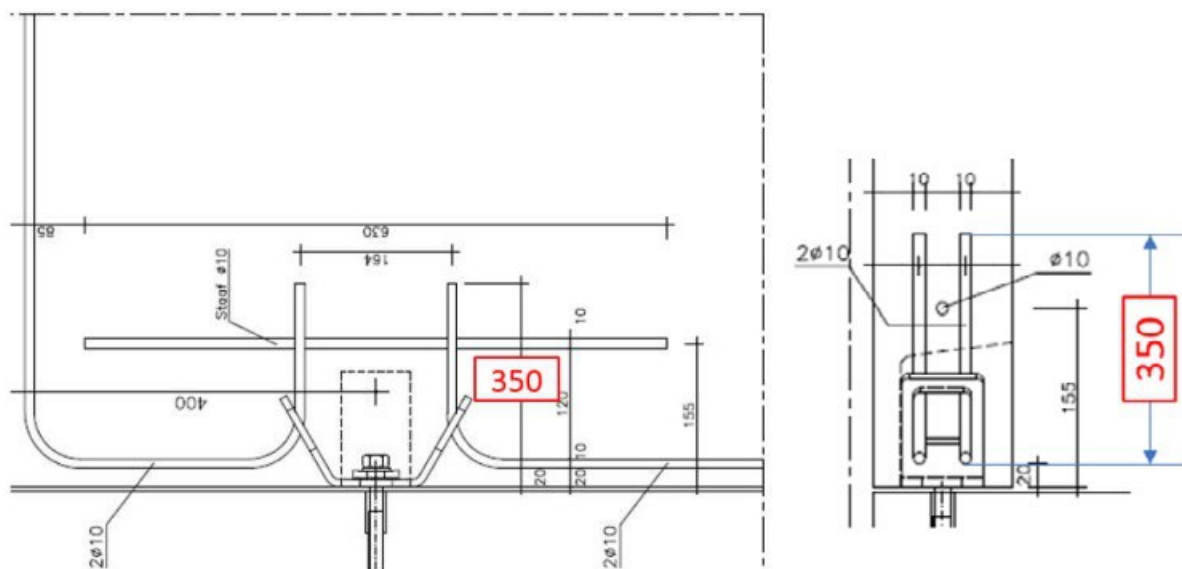
## 9.2 Berekening en controle

### 9.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controles voor den HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 9.2.2 Bijlegwapening

Bij dwarskrachtbelasting is de berekening van HEK2 L-100 gebaseerd op krachtsoverdracht via de bijlegwapening. De plaatsing van de bijlegwapening is in Figuur 18 aangegeven.



**Figuur 18:** Bijlegwapening verbinding 4

### 9.2.3 Controle van de dwarskrachtbelasting

De rekenwaarde van de dwarskrachtbelasting bedraagt  $V_{Ed} = 15,3 \text{ kN}$ . De benodigde controles bij dwarskrachtbelasting zijn in Tabel 8 samengevat.

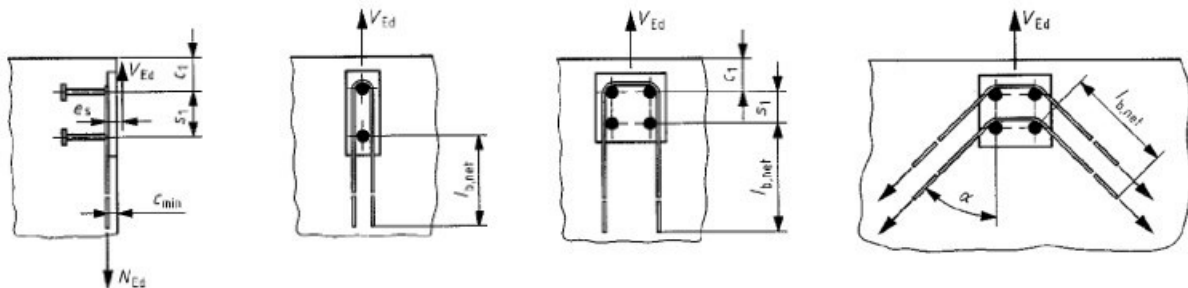
**Tabel 8:** Verbinding 4 – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij dwarskrachtbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$V_{Ed} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 28,24 \text{ kN}$	✓
2	Betonrandbreuk	N.v.t. bij bijlegwapening	
3	Betonachteruitbreken	$V_{Ed} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,cp} = 20,23 \text{ kN}$	✓

4	Staalbreuk van de bijlegwapening	$V_{Ed,re} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,re} = 26,18 \text{ kN}$	✓
5	Verankeringsbreuk van de bijlegwapening	Niet vereist, indien de bijlegwapening in de vorm van lussen, haarspelden etc. de prefab verbinding met direct contact omsluit en zo dicht mogelijk bij het betonoppervlak wordt aangebracht.	

De bijlegwapening in de vorm van elk 2 haarspelden uit B500B- $\phi 10\text{mm}$  waarbij elke verankeringschenkel van de prefab verbinding zo berekend is, dat ze de gehele dwarsbelasting opnemen. Zoals in de schematische voorstelling van Figuur 19 is aangegeven, moet de bijlegwapening het bevestigingsmiddel in direct contact omsluiten en zo dicht mogelijk aan het betonoppervlak aangebracht worden. Bij de HEK prefab verbinding kan de bijlegwapening bijvoorbeeld door de rechthoekige betonuitsparing van de staalplaat gestoken worden, en in direct contact met de staalplaat aangebracht worden.

Buiten het aangenomen uitbreeklichaam van betonrandbreuk moet de bijlegwapening met een verankeringslengte volgens EN 1992-1-1 verankerd worden. In Tabel 9 wordt de verankeringslengte van de bijlegwapening gecontroleerd



**Figuur 19:** Voorbeelden voor de plaatsing van de bijlegwapening in de vorm van haarspelden [3]

**Tabel 9:** Verbinding 4 – Controle van de verankering van de bijlegwapening

Verankering van de bijlegwapening binnen het betonuitbreeklichaam	Controle is niet vereist, omdat de bijlegwapening de HEK staalplaat in direct contact omsluit.	✓
Verankering van de bijlegwapening buiten het betonuitbreeklichaam	Haarspeld1: aanw. $l_{bd} = l_1 - h_{ef} = 350 - 83 = 267\text{mm} \geq l_{b,eq} = 253 \text{ mm}$	✓
	Haarspeld 2: Bijlegwapening wordt als randwapening van het betonelement aangebracht.	✓

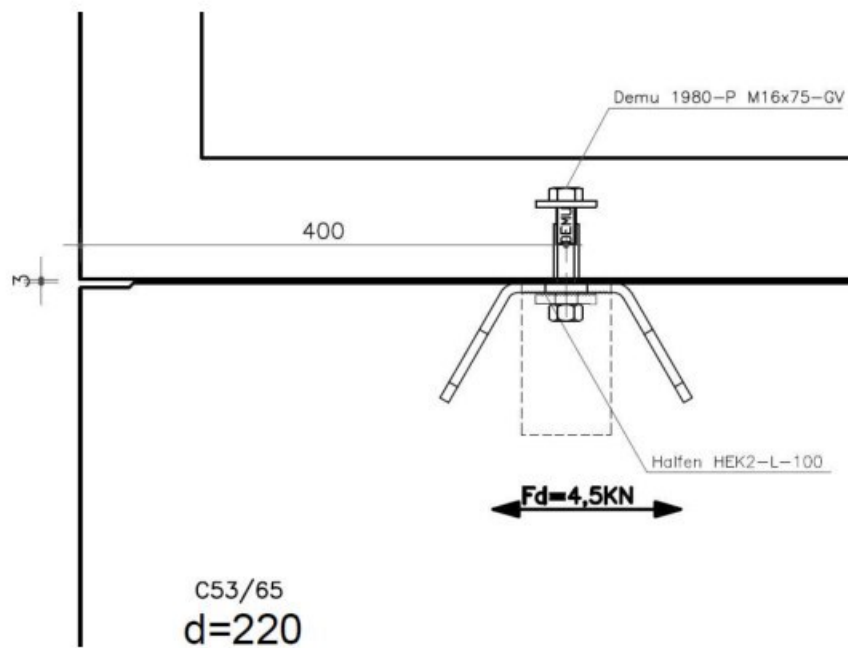
### 9.3 Samenvatting

De directe plaatselijke krachtsinleiding  $F_d = 15,3$  kN in het beton is gecontroleerd en voldoet. Bij de positionering van de wapening, moet gewaarborgd worden dat de bijlegwapening de HEK staalplaat in direct contact omsluit en zo dicht mogelijk bij het betonoppervlak wordt aangebracht.

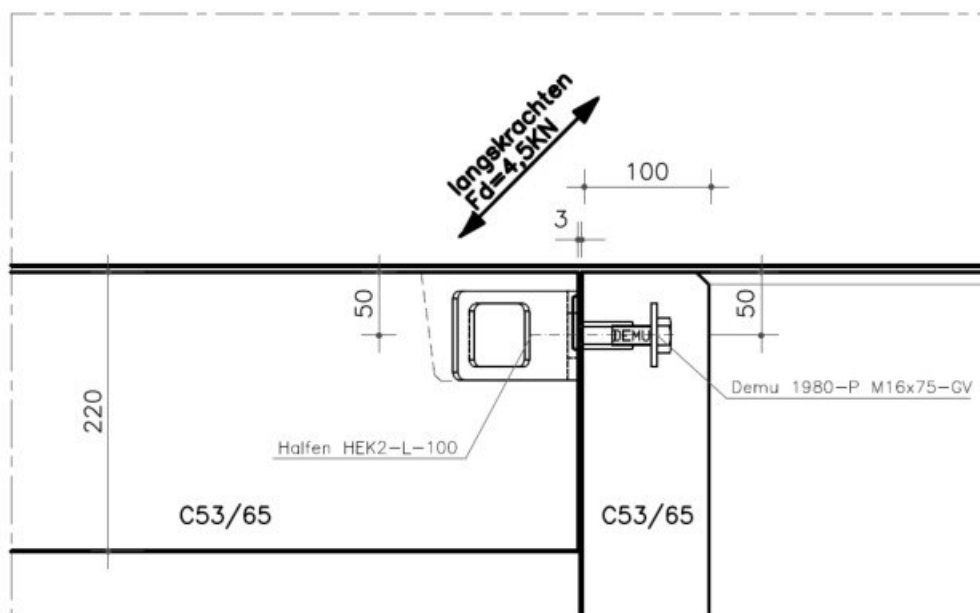
## 10 Verbinding 4a

### 10.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 4a zijn de inbouwsituatie en de lastrichting in Figuur 20 en Figuur 21 aangegeven.



**Figuur 20:** Constructietekening H4a



**Figuur 21:** Constructietekening V4a

## 10.2 Berekening en controle

### 10.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controles voor den HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 10.2.2 Controle van de dwarskrachtbelasting

De rekenwaarde van de dwarskrachtbelasting bedraagt  $V_{Ed} = 4,5$  kN. Die benodigde controles bij dwarskrachtbelasting zijn in Tabel 10 samengevat.

**Tabel 10:** Verbinding 4a – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij dwarskrachtbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$V_{Ed} = 4,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 28,24 \text{ kN}$	✓
2	Betonrandbreuk	$V_{Ed} = 4,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 8,91 \text{ kN}$	✓
3	Betonachteruitbreken	$V_{Ed} = 4,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,cp} = 23,96 \text{ kN}$	✓

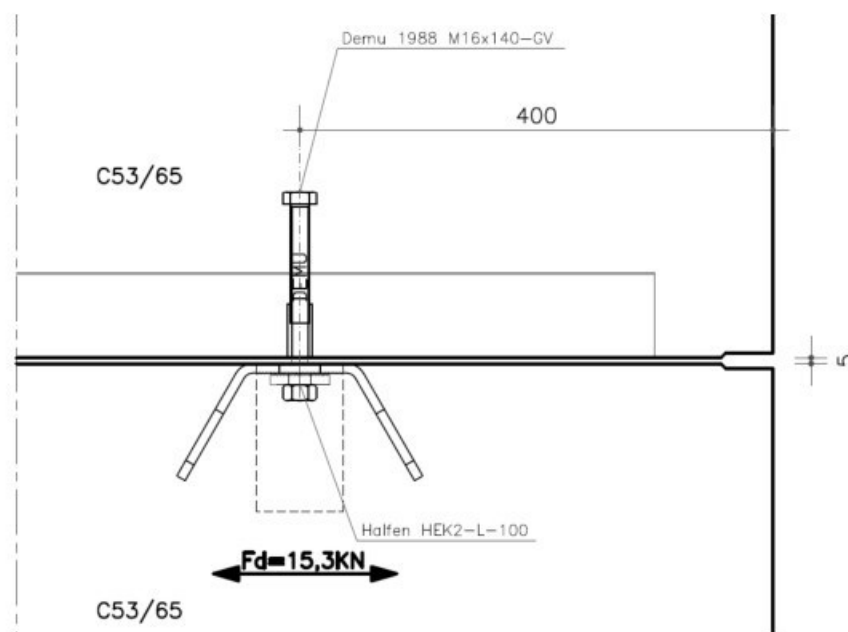
## 10.3 Samenvatting

Die directe plaatselijke krachtsinleiding van  $F_d = 4,5$  kN in het beton is gecontroleerd en voldoet.

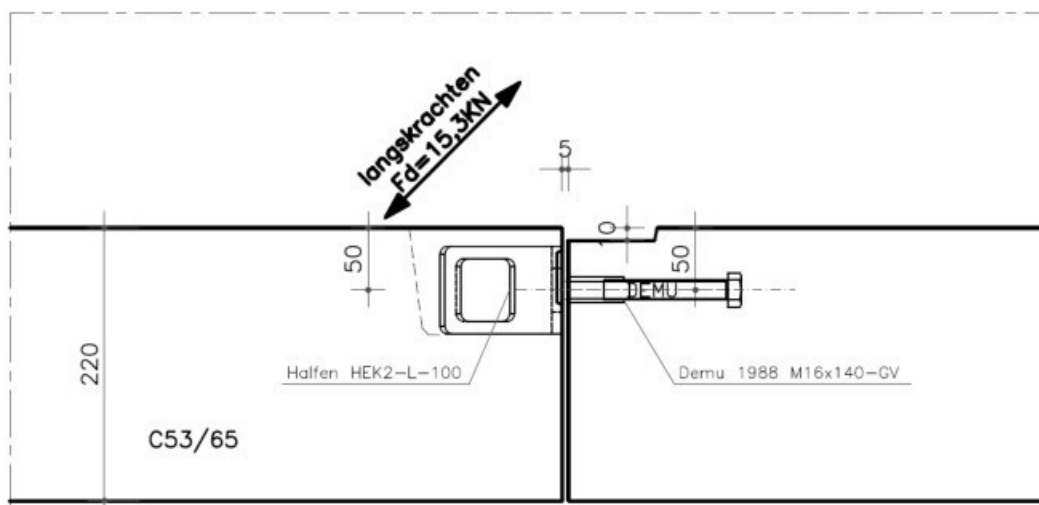
## 11 Verbinding 5

### 11.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 5 zijn de inbouwsituatie en de lastrichting in Figuur 22 en Figuur 23 aangegeven.



**Figuur 22:** Constructietekening H5



**Figuur 23:** Constructietekening V5



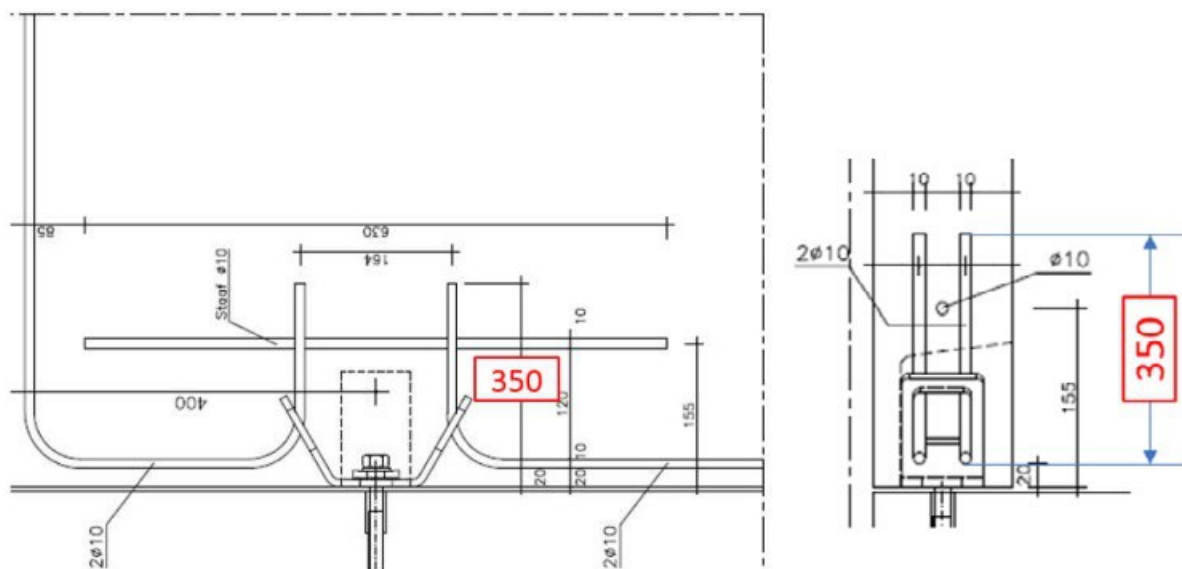
## 11.2 Berekening en controle

### 11.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controles voor de HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 11.2.2 Bijlegwapening

Bij dwarskrachtbelasting is de berekening van HEK2 L-100 gebaseerd op krachtsoverdracht via de bijlegwapening. De plaatsing van de bijlegwapening is in Figuur 24 aangegeven.



**Figuur 24:** Bijlegwapening verbinding 5

### 11.2.3 Controle van de dwarskrachtbelasting

De rekenwaarde van de dwarskrachtbelasting bedraagt  $V_{Ed} = 15,3 \text{ kN}$ . De benodigde controles bij dwarskrachtbelasting zijn in Tabel 11 samengevat.

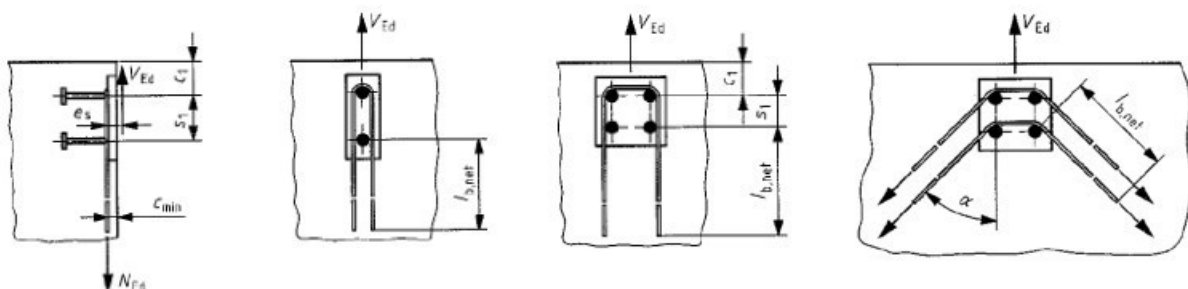
**Tabel 11:** Verbinding 5 – Benodigde controle voor HEK2 L-100 bij dwarskrachtbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$V_{Ed} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 28,24 \text{ kN}$	✓
2	Betonrandbreuk	N.v.t. bij bijlegwapening	
3	Betonachteruitbreken	$V_{Ed} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,cp} = 23,96 \text{ kN}$	✓
4	Staalbreuk van de bijlegwapening	$V_{Ed,re} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,re} = 26,18 \text{ kN}$	✓

5	Verankeringsbreuk van de bijlegwapening	Niet vereist, indien de bijlegwapening in de vorm van lussen, haarspelden etc. de prefab verbinding met direct contact omsluit en zo dicht mogelijk bij het betonoppervlak wordt aangebracht.
---	---	---

De bijlegwapening in de vorm van elk 2 haarspelden uit B500B- $\phi 10$ mm waarbij elke verankeringssschenkel van de prefab verbinding zo berekend is, dat ze de gehele dwarsbelasting opnemen. Zoals in de schematische voorstelling van Figuur 19 is aangegeven, moet de bijlegwapening het bevestigingsmiddel in direct contact omsluiten en zo dicht mogelijk aan het betonoppervlak aangebracht worden. Bij de HEK prefab verbinding kan de bijlegwapening bijvoorbeeld door de rechthoekige betonuitsparing van de staalplaat gestoken worden, en in direct contact met de staalplaat aangebracht worden.

Buiten het aangenomen uitbreeklichaam van betonrandbreuk moet de bijlegwapening met een verankeringslengte volgens EN 1992-1-1 verankerd worden. In Tabel 12 wordt de verankeringslengte van de bijlegwapening gecontroleerd.



**Figuur 25:** Voorbeelden voor de plaatsing van de bijlegwapening in de vorm van haarspelden [3]

**Tabel 12:** Verbinding 5 – Controle van de verankerings van de bijlegwapening

Verankerings van de bijlegwapening binnen het betonuitbreeklichaam	Controle is niet vereist, omdat de bijlegwapening de HEK staalplaat in direct contact omsluit.	✓
Verankerings van de bijlegwapening buiten het betonuitbreeklichaam	Haarspeld1: aanw. $l_{bd} = l_1 - h_{ef} = 350 - 83 = 267\text{mm} \geq l_{b,eq} = 253\text{mm}$	✓
	Haarspeld 2: Bijlegwapening wordt als randwapening van het betonelement aangebracht.	✓

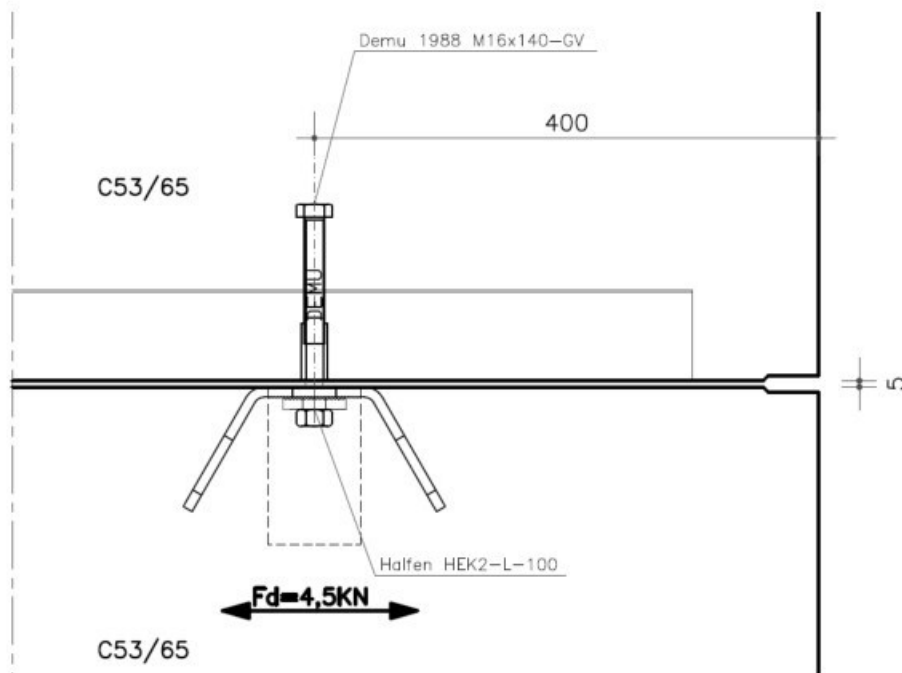
### 11.3 Samenvatting

Die directe plaatselijke krachtsinleiding van  $F_d = 15,3$  kN in het beton is gecontroleerd en voldoet. Bij de positionering van de wapening, moet gewaarborgd worden dat de bijlegwapening de HEK staalplaat in direct contact omsluit en zo dicht mogelijk bij het betonoppervlak wordt aangebracht.

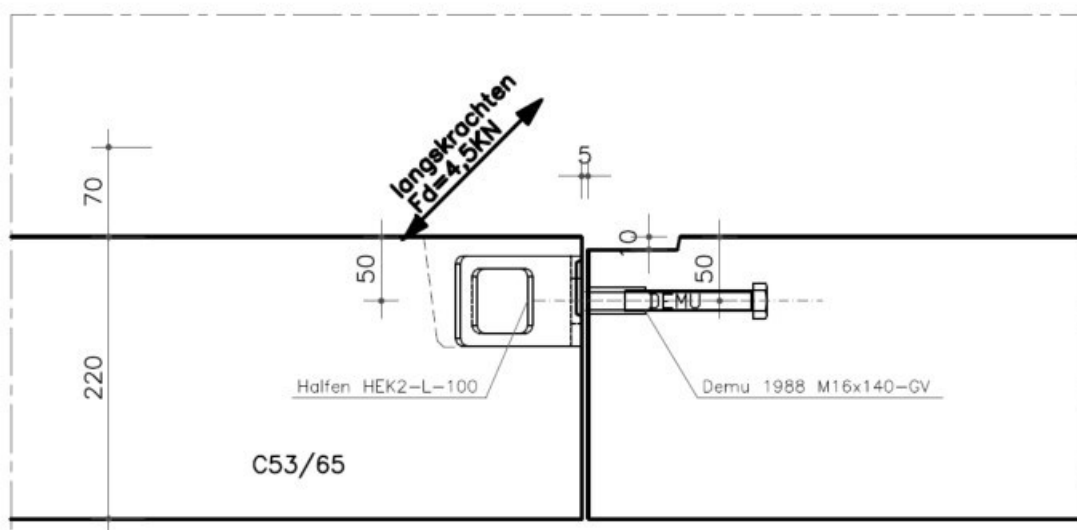
## 12 Verbinding 5a

### 12.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 5a zijn de inbouwsituatie en de lastrichting in Figuur 26 en Figuur 27 aangegeven.



**Figuur 26:** Constructietekening H5a



**Figuur 27:** Constructietekening V5a

## 12.2 Berekening en Controle

### 12.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controles voor den HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 12.2.2 Controle van de dwarskrachtbelasting

De rekenwaarde van de dwarskrachtbelasting bedraagt  $V_{Ed} = 4,5 \text{ kN}$ . De benodigde controles bij dwarskrachtbelasting zijn in Tabel 13 samengevat.

**Tabel 13:** Verbinding 5a – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij dwarskrachtbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$V_{Ed} = 4,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 28,24 \text{ kN}$	✓
2	Betonrandbreuk	$V_{Ed} = 4,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 8,91 \text{ kN}$	✓
3	Betonachteruitbreken	$V_{Ed} = 4,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,cp} = 23,96 \text{ kN}$	✓

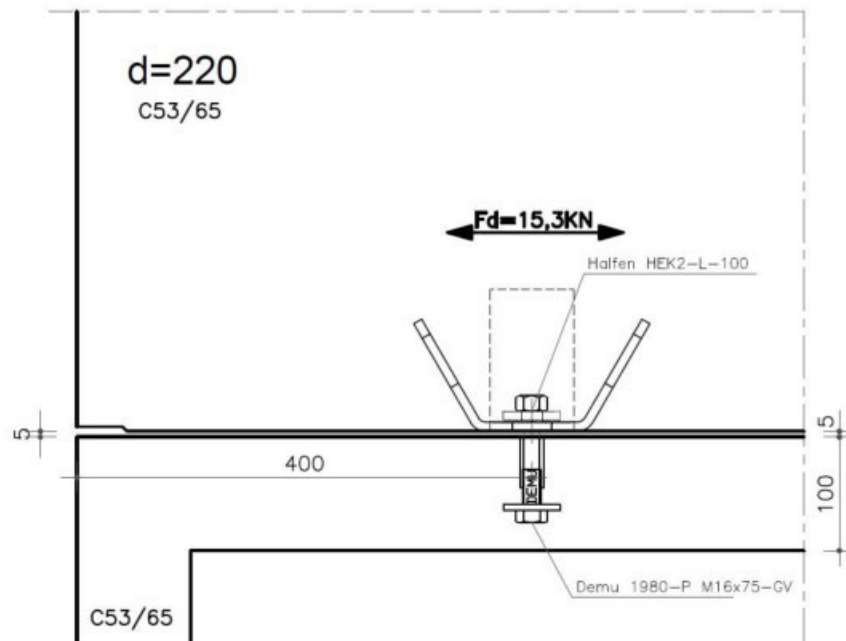
## 12.3 Samenvatting

Die directe plaatselijke krachtsinleiding  $F_d = 4,5 \text{ kN}$  in het beton is gecontroleerd en voldoet.

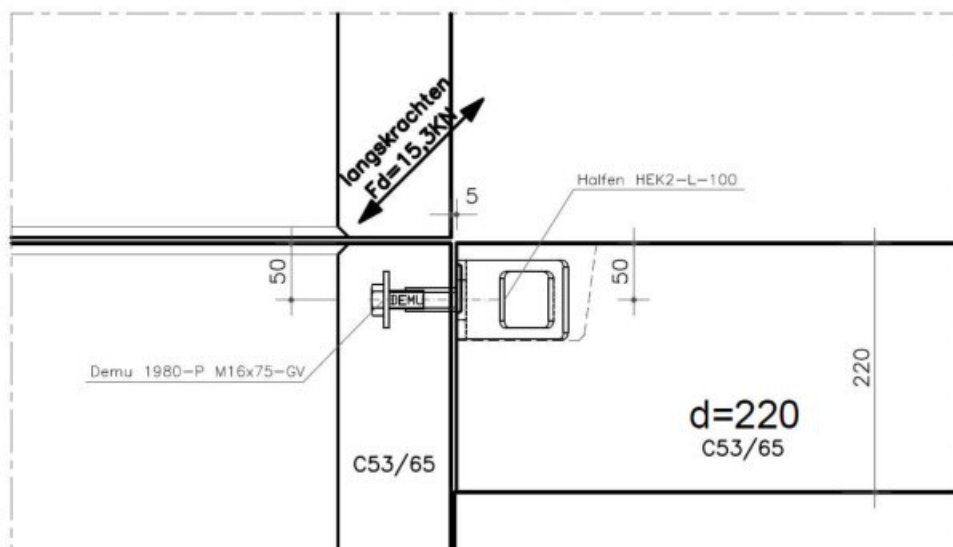
## 13 Verbinding 6

### 13.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 6 zijn de inbouwsituatie en de lastrichting in Figuur 28 en Figuur 29 aangegeven.



**Figuur 28:** Constructietekening H6



**Figuur 29:** Constructietekening V6



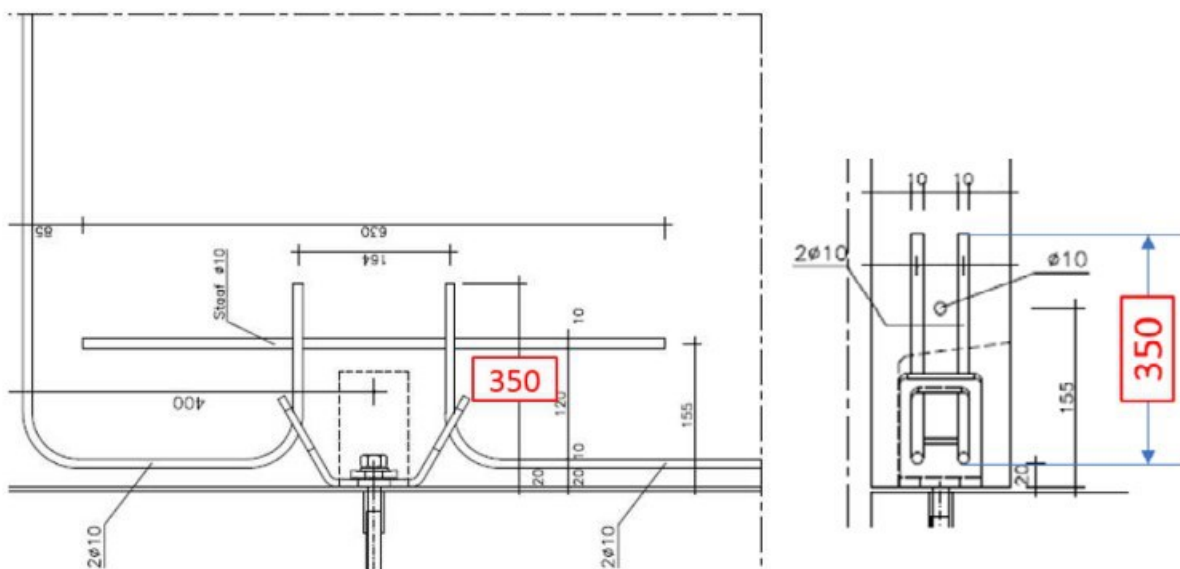
## 13.2 Berekening en controle

### 13.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controles voor HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 13.2.2 Bijlegwapening

Bij dwarskrachtbelasting is de berekening van HEK2 L-100 gebaseerd op krachtsoverdracht via de bijlegwapening. De plaatsing van de bijlegwapening is in Figuur 24 aangegeven.



**Figuur 30:** Bijlegwapening Verbinding 6

### 13.2.3 Controle van de dwarskrachtbelasting

De rekenwaarde van de dwarskrachtbelasting bedraagt  $V_{Ed} = 15,3 \text{ kN}$ . De benodigde controles bij dwarskrachtbelasting zijn in Tabel 14 samengevat.

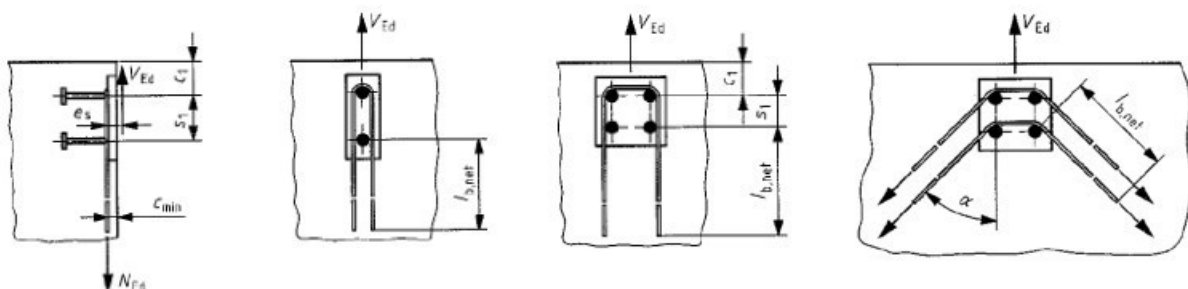
**Tabel 14:** Verbinding 6 – Benodigde controle voor HEK2 L-100 bij dwarskrachtbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$V_{Ed} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 28,24 \text{ kN}$	✓
2	Betonrandbreuk	N.v.t. bij bijlegwapening	
3	Betonachteruitbreken	$V_{Ed} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,cp} = 23,96 \text{ kN}$	✓
4	Staalbreuk van de bijlegwapening	$V_{Ed,re} = 15,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,re} = 26,18 \text{ kN}$	✓

5	Verankeringsbreuk van de bijlegwapening	Niet vereist, indien de bijlegwapening in de vorm van lussen, haarspelden etc. de prefab verbinding met direct contact omsluit en zo dicht mogelijk bij het betonoppervlak wordt aangebracht.
---	---	---

De bijlegwapening in de vorm van elk 2 haarspelden uit B500B- $\phi$ 10mm waarbij elke verankeringssschenkel van de prefab verbinding zo berekend is, dat ze de gehele dwarsbelasting opnemen. Zoals in de schematische voorstelling van Figuur 19 is aangegeven, moet de bijlegwapening het bevestigingsmiddel in direct contact omsluiten en zo dicht mogelijk aan het betonoppervlak aangebracht worden. Bij de HEK prefab verbinding kan de bijlegwapening bijvoorbeeld door de rechthoekige betonuitsparing van de staalplaat gestoken worden, en in direct contact met de staalplaat aangebracht worden.

Buiten het aangenomen uitbreeklichaam van betonrandbreuk moet de bijlegwapening met een verankeringslengte volgens EN 1992-1-1 verankerd worden. In Tabel 15 wordt de verankeringslengte van de bijlegwapening gecontroleerd.



**Figuur 31:** Voorbeelden voor de plaatsing van de bijlegwapening in de vorm van haarspelden [3]

**Tabel 15:** Verbinding 6 – Controle van de verankerings van de bijlegwapening

Verankerings van de bijlegwapening binnen het betonuitbreeklichaam	Controle is niet vereist, omdat de bijlegwapening de HEK staalplaat in direct contact omsluit.	✓
Verankerings van de bijlegwapening buiten het betonuitbreeklichaam	Haarspeld1: aanw. $l_{bd} = l_1 - h_{ef} = 350 - 83 = 267\text{mm} \geq l_{b,eq} = 253\text{mm}$	✓
	Haarspeld 2: Bijlegwapening wordt als randwapening van het betonelement aangebracht.	✓

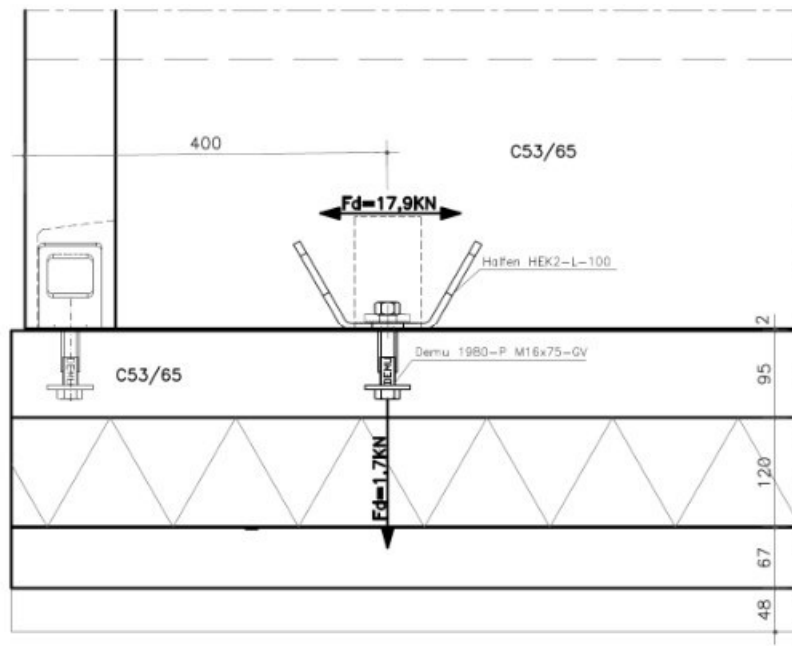
### 13.3 Samenvatting

De directe plaatselijke krachtsinleiding van  $F_d = 15,3$  kN in het beton is gecontroleerd en voldoet. Bij de positionering van de wapening, moet gewaarborgd worden dat de bijlegwapening de HEK staalplaat in direct contact omsluit en zo dicht mogelijk bij het betonoppervlak wordt aangebracht.

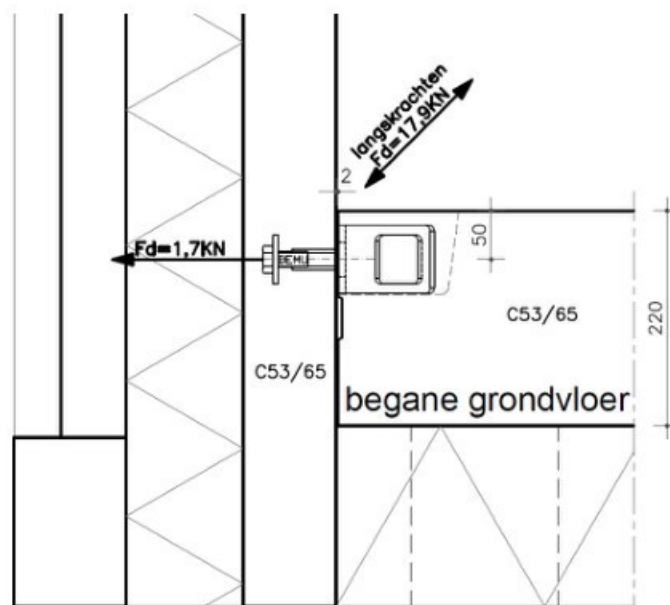
## 14 Verbinding 7

### 14.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 7 zijn de inbouwsituatie en de lastrichtingen in Figuur 32 en Figuur 33 aangegeven.



**Figuur 32:** Constructietekening H7



**Figuur 33:** Constructietekening V7

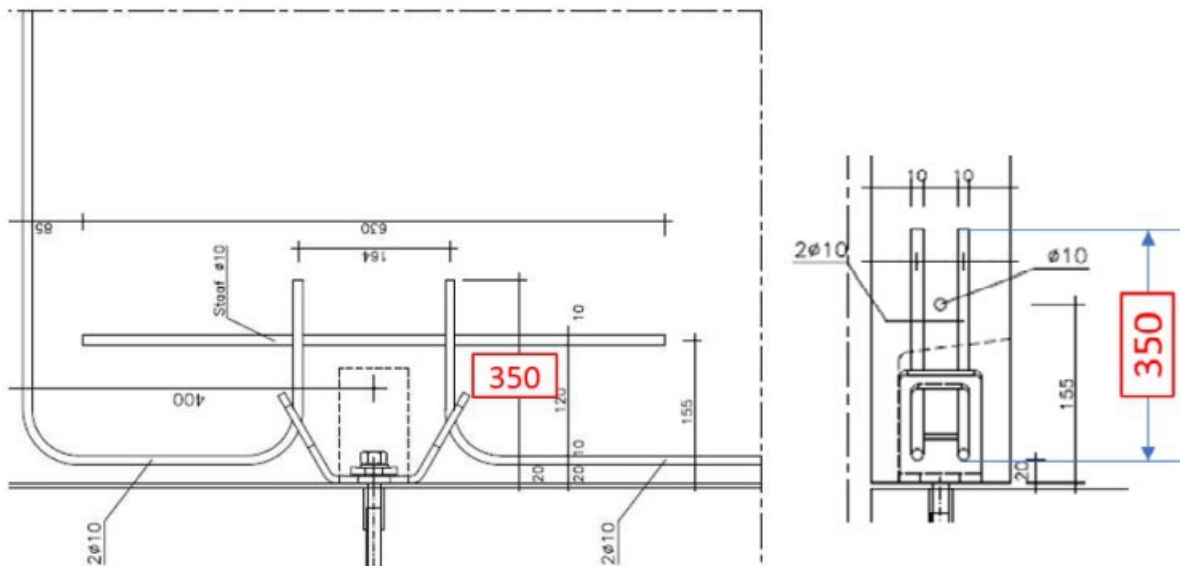
## 14.2 Berekening en controle

### 14.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controles voor de HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 14.2.2 Bijlegwapening

Bij dwarskrachtbelasting is de berekening van HEK2 L-100 gebaseerd op krachtsoverdracht via de bijlegwapening. De plaatsing van de bijlegwapening is in Figuur 34 aangegeven.



**Figuur 34:** Bijlegwapening verbinding 7

### 14.2.3 Controle van de trekbelasting

De rekenwaarde van de trekbelasting bedraagt  $N_{Ed} = 1,7 \text{ kN}$ . Die benodigde controles bij trekbelasting zijn in Tabel 16 samengevat.

**Tabel 16:** Verbinding 7 – Benodigde controle voor HEK2 L-100 bij trekbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$N_{Ed} = 1,7 \text{ kN} \leq N_{Rd,s} = 21,96 \text{ kN}$	✓
2	Uittrekken	Niet maatgevend	
3	Betonkegelbreuk	$N_{Ed} = 1,7 \text{ kN} \leq N_{Rd,c} = 23,96 \text{ kN}$	✓
4	Splijten	$N_{Ed} = 1,7 \text{ kN} \leq N_{Rd,sp} = 23,96 \text{ kN}$	✓
5	Zijdelings uitbreken	$N_{Ed} = 1,7 \text{ kN} \leq N_{Rd,cb} = 50,20 \text{ kN}$	✓



#### 14.2.4 Controle van de dwarskrachtbelasting

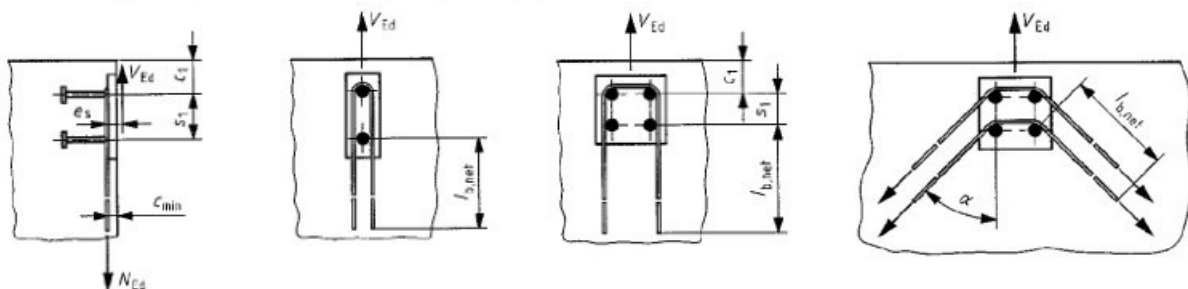
De rekenwaarde van de dwarskrachtbelasting bedraagt  $V_{Ed} = 17,9 \text{ kN}$ . De benodigde controles bij dwarskrachtbelasting zijn in Tabel 17 samengevat.

**Tabel 17:** Verbinding 7 – Benodigde controles voor HEK2 L-100 bij dwarskrachtbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$V_{Ed} = 17,9 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 28,24 \text{ kN}$	✓
2	Betonrandbreuk	N.v.t. bij bijlegwapening	
3	Betonachteruitbreken	$V_{Ed} = 17,9 \text{ kN} \leq V_{Rd,cp} = 23,96 \text{ kN}$	✓
4	Staalbreuk van de bijlegwapening	$V_{Ed,re} = 17,9 \text{ kN} \leq V_{Rd,re} = 26,18 \text{ kN}$	✓
5	Verankeringsbreuk van de bijlegwapening	Niet vereist, indien de bijlegwapening in de vorm van lussen, haarspelden etc. de prefab verbinding met direct contact omsluit en zo dicht mogelijk bij het betonoppervlak wordt aangebracht.	

De bijlegwapening in de vorm van elk 2 haarspelden uit B500B- $\phi 10\text{mm}$  waarbij elke verankeringschenkel van de prefab verbinding zo berekend is, dat ze de gehele dwarsbelasting opnemen. Zoals in de schematische voorstelling van Figuur 19 is aangegeven, moet de bijlegwapening het bevestigingsmiddel in direct contact omsluiten en zo dicht mogelijk aan het betonoppervlak aangebracht worden. Bij de HEK prefab verbinding kan de bijlegwapening bijvoorbeeld door de rechthoekige betonuitsparing van de staalplaat gestoken worden, en in direct contact met de staalplaat aangebracht worden.

Buiten het aangenomen uitbreklichaam van betonrandbreuk moet de bijlegwapening met een verankeringslengte volgens EN 1992-1-1 verankerd worden. In Tabel 18 wordt de verankeringslengte van de bijlegwapening gecontroleerd.



**Figuur 35:** Voorbeelden voor de plaatsing van de bijlegwapening in de vorm van haarspelden [3]



**Tabel 18:** Verbinding 7 – Controle van de verankering van de bijlegwapening

Verankering van de bijlegwapening binnen het betonuitleklichaam	Controle is niet vereist, omdat de bijlegwapening de HEK staalplaat in direct contact omsluit.	✓
Verankering van de bijlegwapening buiten het betonuitleklichaam	Haarspeld1: aanw. $l_{bd} = l_1 - h_{ef} = 350 - 83 = 267\text{mm} \geq l_{b,eq} = 253\text{mm}$	✓
	Haarspeld 2: Bijlegwapening wordt als randwapening van het betonelement aangebracht.	✓

#### 14.2.5 Controle van de gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting

Bij gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting moeten aan de volgende vergelijkingen worden voldaan:

$$\beta_N^{2/3} + \beta_V^{2/3} \leq 1 \quad \text{F. 14-1}$$

Mit

$$\beta_N = N_{Ed} / N_{Rd} \leq 1 \quad \text{F. 14-2}$$

$$\beta_V = V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1 \quad \text{F. 14-3}$$

In Tabel 19 zijn de benodigde draagvermogens bij gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting opgesteld.

**Tabel 19:** Verbinding 7 – Controle voor HEK2 L-100 bij gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting

$\beta_N$ (maatgevend is $N_{Rd,s}$ )	F. 14-2	$0,08 \leq 1$	✓
$\beta_V$ (maatgevend is $V_{Rd,cp}$ )	F. 14-3	$0,75 \leq 1$	✓
$\beta_N^{2/3} + \beta_V^{2/3} \leq 1$	F. 14-1	$1 \leq 1$	✓

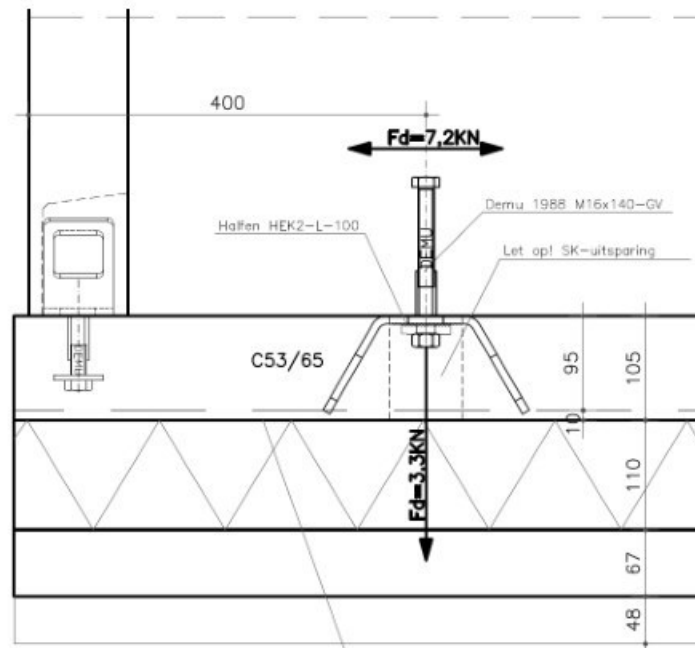
### 14.3 Samenvatting

De directe plaatselijke krachtsinleiding van de gecombineerde belastingen  $F_d = 1,7\text{ kN}$  en  $F_d = 17,9\text{ kN}$  in het beton is gecontroleerd en voldoet. Bij de positionering van de wapening, moet gewaarborgd worden dat de bijlegwapening de HEK staalplaat in direct contact omsluit en zo dicht mogelijk bij het betonoppervlak wordt aangebracht.

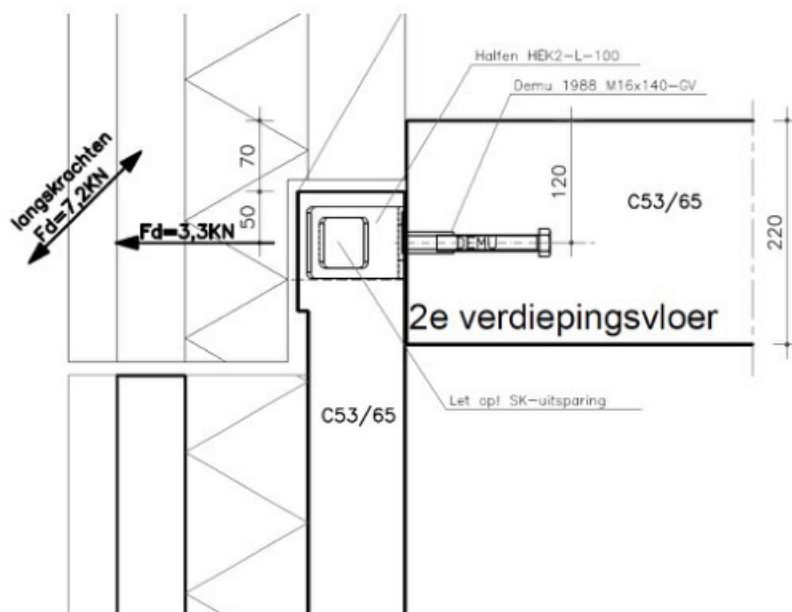
## 15 Verbinding 9

### 15.1 Constructietekening en lastrichting

Voor verbinding 9 zijn de inbouwsituatie en de lastrichtingen in Figuur 36 en Figuur 37 aangegeven.



**Figuur 36:** Constructietekening H9



**Figuur 37:** Constructietekening V9

## 15.2 Berekening en controle

### 15.2.1 Algemeen

De volledige en verifieerbare berekeningen t.b.v. de benodigde controles voor HEK2 L-100 onder trek- en dwarskrachtbelasting volgens [2], [3] en [1] zijn in bijlage A.1 resp. A.3 aangegeven.

### 15.2.2 Controle van de trekbelasting

De rekenwaarde van de trekbelasting bedraagt  $N_{Ed} = 3,3$  kN. Die benodigde controles bij trekbelasting zijn in Tabel 20 samengevat.

**Tabel 20:** Verbinding 9 – Benodigde controle voor HEK2 L-100 bij trekbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$N_{Ed} = 3,3 \text{ kN} \leq N_{Rd,s} = 21,96 \text{ kN}$	✓
2	Uittrekken	Niet maatgevend	
3	Betonkegelbreuk	$N_{Ed} = 3,3 \text{ kN} \leq N_{Rd,c} = 23,96 \text{ kN}$	✓
4	Splijten	$N_{Ed} = 3,3 \text{ kN} \leq N_{Rd,sp} = 16,51 \text{ kN}$	✓
5	Zijdelings uitbreken	$N_{Ed} = 3,3 \text{ kN} \leq N_{Rd,cb} = 24,31 \text{ kN}$	✓

### 15.2.3 Controle van de dwarskrachtbelasting

De rekenwaarde van de dwarskrachtbelasting bedraagt  $V_{Ed} = 7,2$  kN. Die benodigde controles bij dwarskrachtbelasting zijn in Tabel 21 samengevat.

**Tabel 21:** Verbinding 9 – Benodigde controle voor HEK2 L-100 bij dwarskrachtbelasting

1	Staalbreuk prefab verbinding	$V_{Ed} = 7,2 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 28,24 \text{ kN}$	✓
2	Betonrandbreuk	$V_{Ed} = 7,2 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 8,64 \text{ kN}$	✓
3	Betonachteruitbreken	$V_{Ed} = 7,2 \text{ kN} \leq V_{Rd,cp} = 23,96 \text{ kN}$	✓

### 15.2.4 Controle van de gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting

Bij gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting zonder bijlegwapening moeten aan de volgende vergelijkingen worden voldaan:

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,2 \quad \text{F. 15-1}$$

$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} \leq 1 \quad \text{F. 15-2}$$

Met

$$\beta_N = N_{Ed} / N_{Rd} \leq 1 \quad \text{F. 15-3}$$

$$\beta_V = V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1 \quad \text{F. 15-4}$$

In Tabel 22 zijn die benodigde draagvermogen bij gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting opgesteld.

**Tabel 22:** Verbinding 9 – Controle voor HEK2 L-100 bij gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting

$\beta_N$ (maatgevend is $N_{Rd,sp}$ )	F. 15-3	$0,20 \leq 1$	✓
$\beta_V$ (maatgevend is $V_{Rd,c}$ )	F. 15-4	$0,83 \leq 1$	✓
$\beta_N + \beta_V \leq 1,2$	F. 15-1	$1,03 \leq 1,2$	✓
$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} \leq 1$	F. 15-2	$0,85 \leq 1$	✓

### 15.3 Samenvatting

De directe plaatselijke krachtsinleiding van de gecombineerde belastingen  $F_d = 3,3$  kN en  $F_d = 7,2$  kN in het beton is gecontroleerd en voldoet.



## 16 Samenvatting

In opdracht van HALFEN b.v. zijn door HALFEN Research-Engineering-Development, Team Bewehrungstechnik de statische belastingscapaciteiten van HALFEN HEK prefab verbindingen volgens [1] voor de locale verbinding van prefab betonelementen gecontroleerd. De berekeningen zijn uitgevoerd voor HEK2 L-100 onder trek-, dwars en gecombineerde trek- en dwarskrachtbelasting.

De resultaten van de berekeningen zijn in hoofdstuk 5 tot hoofdstuk 15 te vinden. Uitgaande van de individuele randvoorwaarden en vereisten wordt aan alle controles voldaan. In Tabel 23 zijn de draagvermogens, controles en bijlegwapening samengevat.

De berekeningen en uitgangspunten, zoals bijvoorbeeld de uitvoering van de bijlegwapening resp. randwapening of het verankeringsprincipe van de prefab bevestiging, dienen door de verantwoordelijke constructeur gecontroleerd en goedgekeurd te worden. Bij de montage moeten de aanwijzingen uit de montagehandleiding opgevolgd worden.

**Tabel 23:** Overzicht draagvermogen, control, en bijlegwapening (Knoten \*\* = verbinding \*\*)

Typ		Knoten 1	Knoten 2	Knoten 3a	Knoten 3-1	Knoten 3-2	Knoten 4	Knoten 4a	Knoten 5	Knoten 5a	Knoten 6	Knoten 7	Knoten 9
N <sub>ed</sub>	[kN]	11	3,3	6,8	17	17	-	-	-	-	-	1,7	3,3
V <sub>ed</sub>	[kN]	-	10,8	-	-	-	15,3	4,5	15,3	4,5	15,3	17,9	7,2
<b>Bemessungswerte der Widerstände bei Zugbeanspruchung = draagvermogen op trek</b>													
NRd,s	[kN]	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96
NRd,p	[kN]	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
NRd,c	[kN]	12,79	27,99	12,79	17,89	17,89	20,23	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96
NRd,sp	[kN]	12,79	19,30	12,79	17,89	17,89	20,23	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96	16,51
NRd,cb	[kN]	50,20	24,18	50,20	70,01	70,01	50,20	50,20	50,20	50,20	50,20	50,20	24,31
<b>Bemessungswerte der Widerstände bei Querbeanspruchung = draagvermogen op dwarskracht</b>													
VRd,s	[kN]	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24
VRd,c	[kN]	2,62	12,270	2,01	2,80	3,66	n.m.	8,91	n.m.	8,91	n.m.	n.m.	8,64
VRd,cp	[kN]	12,79	27,99	12,79	17,89	17,89	20,23	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96
VRd,re	[kN]	-	-	-	-	-	26,18	-	26,18	-	26,18	26,18	-
NRd,a	[kN]	-	-	-	-	-	68,30	-	68,30	-	68,30	68,30	-
<b>Nachweis = controle verbinding</b>													
β <sub>N</sub>	[-]	0,86	0,17	0,53	0,95	0,95	-	-	-	-	-	0,08	0,20
β <sub>V</sub>	[-]	-	0,88	-	-	-	0,76	0,51	0,64	0,51	0,64	0,75	0,83
β <sub>N</sub> +β <sub>V</sub> ≤1,2	[-]	-	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,03
β <sub>N</sub> <sup>1,5</sup> +β <sub>V</sub> <sup>1,5</sup> ≤1	[-]	-	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,85
β <sub>N</sub> <sup>(2/3)</sup> +β <sub>V</sub> <sup>(2/3)</sup> ≤1	[-]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-
<b>Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Querlast = bijlegwapening t.b.v. opnemen dwarskracht</b>													
Durchmesser	[mm]	-	-	-	-	-	10	-	10	-	10	10	-
Stabanzahl	[Stck]	-	-	-	-	-	2	-	2	-	2	2	-

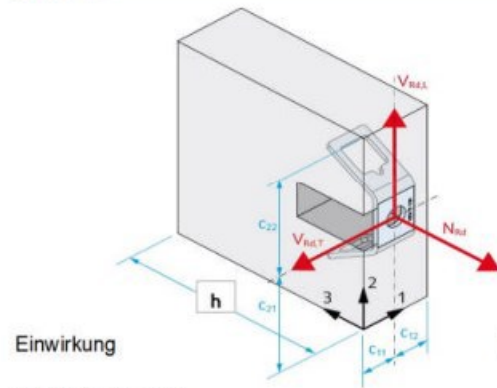
## Literatuur

- [1] Deutsches Institut für Bautechnik, „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-21.8-2086: HALFEN HEK Fertigteilverbinder,“ Berlin, 30.01.2018.
- [2] DIN SPEC 1021-4-1:2009-08, „Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton - Teil 4-1: Allgemeines; Deutsche Fassung CEN/TS 1992-4-1:2009,“ DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2009-08.
- [3] DIN SPEC 1021-4-2:2009-08, „Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton - Teil 4-2: Kopfbolzen; Deutsche Fassung CEN/TS 1992-4-2:2009,“ DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2009-08.



## **A.1 Eingabeparameter en Berekening van de Draagvermogen bij Trekbelasting**

Tabelle 1

N<sub>ed</sub> [kN]

	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27
	Knoten 1	Knoten 2	Knoten 3a	Knoten 3-1	Knoten 3-2	Knoten 4	Knoten 4a	Knoten 5	Knoten 5a	Knoten 6	Knoten 7	Knoten 9
	11,0	3,3	6,8	17,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	3,3

Allgemeine Angaben

Fertigteilverbinder Typ

effektive Verankerungstiefe

eff. Achsabstand der Verankerungsschenkel

lastabtragende Aufstandsfläche

Breite der Betonaussparung am HEK

Höhe der Betonaussparung am HEK

Tiefe der Aussparung für Montage

Aussparung seitlich, von links

Tiefe der seitlichen Betonaussparung

Exzentrizität der Zugkraft in Richt. 1

Exzentrizität der Zugkraft in Richt. 2

Würfeldruckfestigkeit Beton

Verankerungsgrund (cr=gerissen, ucr=ungerissen)

Einfluss dichte Bewehrung / Schalenabplatzen

bewehrt - s ≤ 150mm, d10 mit s ≤ 100mm

unbewehrt - h<sub>ef</sub> > 100mm, s > 150mm, ds10 mit s > 100mm

	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100
h <sub>ef</sub> [mm]	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
s <sub>ef</sub> [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
A <sub>h</sub> [mm <sup>2</sup> ]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
b <sub>R</sub> [mm]	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
h <sub>R</sub> [mm]	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
t <sub>R</sub> [mm]	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
t <sub>R,seiti</sub> [mm]	86	106	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
e <sub>N,1</sub> [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
e <sub>N,2</sub> [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f <sub>ck,cube</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	cr	cr	cr	ucr	ucr	cr	cr	cr	cr	cr	cr	cr
	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt

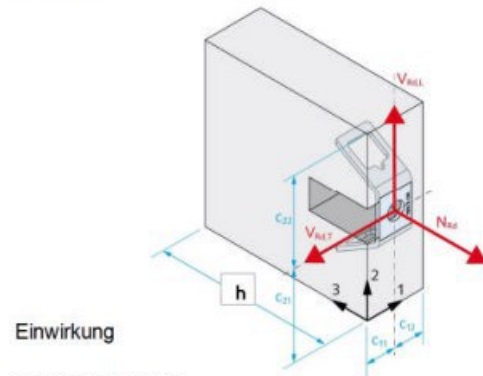
A.2

Tabelle 1 - Fortsetzung 2/2			Knoten 1	Knoten 2	Knoten 3a	Knoten 3-1	Knoten 3-2	Knoten 4	Knoten 4a	Knoten 5	Knoten 5a	Knoten 6	Knoten 7	Knoten 9
Teilsicherheitsbeiwert char. Widerstand	$\psi_{h,sp}$	[-]	1,000	0,689	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,689
	$\gamma_{Mc}$	[-]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	(Gl. 18) $N_{Rk,sp}$	[kN]	19,18	28,94	19,18	26,84	26,84	30,35	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93	24,77
<b>Lokaler Betonausbruch</b>														
Faktor zur Berücksichtigung des Verankerungsmechanismus in geriss. und ungerissem Beton			$\psi_{si,cr}$	[-]	0,76	0,76	0,76	1,06	1,06	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
vorh. proj. Fläche d. ideal. Betonausbruchkegels	$c_1$	[mm]	50	70	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	(Gl. 21) $N_{Rk,cb}^0$	[kN]	61,97	86,75	61,97	61,97	61,97	61,97	61,97	61,97	61,97	61,97	61,97	61,97
	$A_{c,Nb}$	[mm <sup>2</sup> ]	73200	45600	73200	73200	73200	73200	73200	73200	73200	73200	73200	38000
vorh. Proj. Fläche d. Aussparung	$A_{R,Nb}$	[mm <sup>2</sup> ]	9250	7030	9250	9250	9250	9250	9250	9250	9250	9250	9250	7030
	$c_2$	[mm]	200	300	150	150	200	300	300	300	300	300	300	300
	(Gl. 23) $\psi_{s,Nb}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	(Gl. 24) $\psi_{g,Nb}$	[-]	1	1,118347	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$\psi_{ec,Nb,1}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$\psi_{ec,Nb,2}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Teilsicherheitsbeiwert char. Widerstand	(Gl. 25) $\psi_{ec,Nb}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$\gamma_{Mc}$	[-]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	(Gl. 20) $N_{Rk,cb}$	[kN]	75,29	36,28	75,29	105,02	105,02	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	36,46
<b>Zusammenfassung</b>														
<b>Charakteristische Widerstände</b>														
Stahlversagen Fertigteilverbinder	$N_{Rk,s}$	[kN]	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4
Herausziehen	$N_{Rk,p}$	[kN]	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Kegelförmiger Betonausbruch	$N_{Rk,c}$	[kN]	19,18	41,99	19,18	26,84	26,84	30,35	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93
Spalten	$N_{Rk,sp}$	[kN]	19,18	28,94	19,18	26,84	26,84	30,35	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93	24,77
Lokaler Betonausbruch	$N_{Rk,cb}$	[kN]	75,29	36,28	75,29	105,02	105,02	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	75,29	36,46
<b> Bemessungswerte der Widerstände</b>														
Stahlversagen Fertigteilverbinder	$N_{Rd,s}$	[kN]	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96	21,96
Herausziehen	$N_{Rd,p}$	[kN]	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Kegelförmiger Betonausbruch	$N_{Rd,c}$	[kN]	12,79	27,99	12,79	17,89	17,89	20,23	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96
Spalten	$N_{Rd,sp}$	[kN]	12,79	19,30	12,79	17,89	17,89	20,23	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96	16,51
Lokaler Betonausbruch	$N_{Rd,cb}$	[kN]	50,20	24,18	50,20	70,01	70,01	50,20	50,20	50,20	50,20	50,20	50,20	24,31



### A.3 Eingabeparameter en Berekening van de Draagvermogen bij Dwarskrachtbelasting

Tabelle 2



Einwirkung

#### Allgemeine Angaben

Fertigteilverbinder Typ

effektive Verankerungstiefe

eff. Achsabstand der Verankerungsschenkel

lastabtragende Aufstandsfläche

Breite der Betonaussparung am HEK

Höhe der Betonaussparung am HEK

Tiefe der Aussparung für Montage

Aussparung seitlich, von links

Tiefe der seitlichen Betonaussparung

Exzentrizität senkrecht zur Querlastichtung

Exzentrizität der Zugkraft in Richt. 1

Exzentrizität der Zugkraft in Richt. 2

Winkel zwischen Querlast und Ri. Senkr. Bk

Würfeldruckfestigkeit Beton

Verankerungsgrund (cr=gerissen, ucr=ungerissen)

Einfluss dichte Bewehrung / Schalenabplatzen

bewehrt -  $s \leq 150\text{mm}$ , d10 mit  $s \leq 100\text{mm}$ 

unbewehrt -  $h_{ef} > 100\text{mm}$ ,  $s \geq 150\text{mm}$ , ds10 mit  $s \geq 100\text{mm}$ 

Ved [kN]

 $h_{ef}$  [mm]

 $s_{ef}$  [mm]

 $A_h$  [mm<sup>2</sup>]

 $b_R$  [mm]

 $h_R$  [mm]

 $t_R$  [mm]

 $t_{R, \text{seiti}}$  [mm]

 $e_V$  [mm]

 $e_{N,1}$  [mm]

 $e_{N,2}$  [mm]

 $\alpha_V$ 
 $f_{ck, \text{cube}}$  [N/mm<sup>2</sup>]

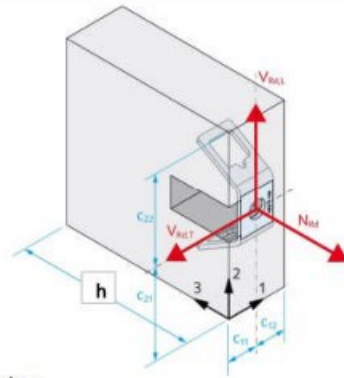
cr

unbewehrt

	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27	EW_2013-06-27
	Knoten 1	Knoten 2	Knoten 3a	Knoten 3-1	Knoten 3-2	Knoten 4	Knoten 4a	Knoten 5	Knoten 5a	Knoten 6	Knoten 7	Knoten 9
Ved [kN]	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	15,3	4,5	15,3	4,5	15,3	17,9	7,2
	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100
$h_{ef}$ [mm]	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
$s_{ef}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
$A_h$ [mm <sup>2</sup> ]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
$b_R$ [mm]	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
$h_R$ [mm]	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
$t_R$ [mm]	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
$t_{R, \text{seiti}}$ [mm]	86	106	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
$e_V$ [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$e_{N,1}$ [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$e_{N,2}$ [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\alpha_V$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$f_{ck, \text{cube}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
cr	cr	cr	cr	ucr	ucr	cr	cr	cr	cr	cr	cr	cr
unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt

### A.4

Tabelle 2



Einwirkung

## Allgemeine Angaben

Fertigteilverbinder Typ

effektive Verankerungstiefe

eff. Achsabstand der Verankerungsschenkel

lastabtragende Aufstandsfläche

Breite der Betonaussparung am HEK

Höhe der Betonaussparung am HEK

Tiefe der Aussparung für Montage

Aussparung seitlich, von links

Tiefe der seitlichen Betonaussparung

Exzentrizität senkrecht zur Querlastrichtung

Exzentrizität der Zugkraft in Richt. 1

Exzentrizität der Zugkraft in Richt. 2

Winkel zwischen Querlast und Ri. Senkr. Bk

Würfeldruckfestigkeit Beton

Verankerungsgrund (cr=gerissen, ucr=ungerissen)

Einfluss dicke Bewehrung / Schalenabplatzen

bewehrt -  $s \leq 150\text{mm}$ ,  $d10$  mit  $s \leq 100\text{mm}$ unbewehrt -  $h_{ef} > 100\text{mm}$ ,  $s \geq 150\text{mm}$ ,  $ds10$  mit  $s \geq 100\text{mm}$ 

Ved [kN]

EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27	EW_2019-06-27
Knoten 1	Knoten 2	Knoten 3a	Knoten 3-1	Knoten 3-2	Knoten 4	Knoten 4a	Knoten 5	Knoten 5a	Knoten 6	Knoten 7	Knoten 9
0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	15,3	4,5	15,3	4,5	15,3	17,9	7,2

HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100	HEK L-100
$h_{ef}$ [mm]	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
$s_{ef}$ [mm]	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
$A_n$ [mm <sup>2</sup> ]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
$b_R$ [mm]	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
$h_R$ [mm]	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
$t_R$ [mm]	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
$t_{R,seil}$ [mm]	86	106	86	86	86	86	86	86	86	86	86
$e_v$ [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$e_{N,1}$ [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$e_{N,2}$ [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\alpha_v$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$f_{ck,cube}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
cr	cr	cr	ucr	ucr	cr	cr	cr	cr	cr	cr	cr
unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt	unbewehrt

**Tabelle 2 - Fortsetzung 1/3**

			Knoten 1	Knoten 2	Knoten 3a	Knoten 3-1	Knoten 3-2	Knoten 4	Knoten 4a	Knoten 5	Knoten 5a	Knoten 6	Knoten 7	Knoten 9
Einfluss Lage des Befestigungsmittels			La 1	La 3	La 1	La 1	La 1	La 1	La 1	La 1	La 1	La 1	La 1	La 1
La 1 - ohne Rand- oder Bügelbewehrung														
La 2 - mit gerader Randbewehrung ( $\geq 12\text{mm}$ )														
La 3 - mit Rand- und Bügelbewehrung ...														
Ausbildung der Zusatzbewehrung in Form von:			Re 0	Re 0	Re 0	Re 0	Re 0	Re 2	Re 0	Re 2	Re 0	Re 2	Re 2	Re 0
Re 0 - keine Zusatzbewehrung														
Re 1 - Oberflächenbewehrung (Bild 9)														
Re 2 - Bügeln oder Schlaufen (Bild 10)														
Angaben zur Zusatzbewehrung:														
Durchmesser Zusatzbewehrung [mm]			-	-	-	-	-	10	-	10	-	10	10	-
Stabanzahl Zusatzbewehrung [Stck]			-	-	-	-	-	2	-	2	-	2	2	-
Verbundbedingungen			gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut
Bemessungswert der Verbundfestigkeit $f_{bd}$	[N/mm <sup>2</sup> ]		4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
Randabstand, oben	$c_{22}$	[mm]	1000	400	250	250	1000	400	400	400	400	400	400	400
Randabstand, unten	$c_{21}$	[mm]	300	1000	1000	1000	300	600	600	600	600	600	600	600
Randabstand, links	$c_{11}$	[mm]	50	70	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Randabstand, rechts	$c_{12}$	[mm]	50	1000	50	50	50	100	170	170	170	170	170	1000
Dicke des Betonbauteils	$h$	[mm]	600	95	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	95

**Charakteristische Widerstände bei Querbeanspruchung****Stahlversagen Fertigteilverbinder**

Gruppenfaktor	$k_2$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
charakteristischer Widerstand	$V_{Rk,s}$	[kN]	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2
zugehöriger Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms}$	[-]	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53

**Betonkantenbruch**

wirksame Ankerlänge bei Querlast	$l_f$	[mm]	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
wirksamer Außendurchmesser	$d_{nom}$	[mm]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
(Gl. 35)	$\alpha$	[-]	0,064	0,053	0,074	0,074	0,064	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053
(Gl. 36)	$\beta$	[-]	0,079	0,072	0,083	0,083	0,079	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072
Randabstand in Richtung d. Querlast	$c_1$	[mm]	200	300	150	150	200	300	300	300	300	300	300	300
char. Widerstand einer Einzelbefestigung	(Gl. 34) $V_{Rk,c}^0$	[kN]	64,6	110,0	44,6	44,6	64,6	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
vorh. proj. Fläche d. ideal. Betonausbruchkegels	$A_{c,v}$	[mm <sup>2</sup> ]	30000	49400	22500	22500	30000	67500	99000	99000	99000	99000	99000	47500
vorh. Proj. Fläche d. Aussparung	$A_{R,v}$	[mm <sup>2</sup> ]	10750	10070	10750	10750	10750	10750	10750	10750	10750	10750	10750	8170



Tabelle 2 - Fortsetzung 2/3

			Knoten 1	Knoten 2	Knoten 3a	Knoten 3-1	Knoten 3-2	Knoten 4	Knoten 4a	Knoten 5	Knoten 5a	Knoten 6	Knoten 7	Knoten 9
	$C_2$	[mm]	50	70	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	(Gl. 38) $\psi_{s,V}$	[-]	0,75	0,75	0,77	0,77	0,75	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
	(Gl. 39) $\psi_{h,V}$	[-]	1,00	2,18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,18
	(Gl. 40) $\psi_{ec,V}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	(Gl. 41) $\psi_{a,V}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$\psi_{re,V}$	[-]	0,76	1,06	0,76	1,06	1,06	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Mc}$	[-]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
char. Widerstand	(Gl. 33) $V_{Rk,c}$	[kN]	3,94	18,41	3,02	4,21	5,49	8,59	13,36	13,36	13,36	13,36	13,36	12,96
Rückwärtiger Betonausbruch														
	$k_3$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Faktor zur Berücksichtigung des Verankerungsmechanismus in geriss. und ungerissem Beton	$k_{cr}$	[-]	6,46	6,46	6,46	9,04	9,04	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46
char. Achsabstand	$s_{cr,N}$	[mm]	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
char. Randabstand	$c_{cr,N}$	[mm]	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
char. Widerstand einer Einzelbefestigung (Gl. 5/6)	$N_{Rk,c}^0$	[kN]	37,84	37,84	37,84	52,95	52,95	37,84	37,84	37,84	37,84	37,84	37,84	37,84
vorh. proj. Fläche d. ideal. Betonausbruchkegels	$A_{c,N}$	[mm <sup>2</sup> ]	45000	87750	45000	45000	45000	67500	78750	78750	78750	78750	78750	78750
vorh. Proj. Fläche d. Aussparung	$A_{R,N}$	[mm <sup>2</sup> ]	6364	7844	6364	6364	6364	6364	6364	6364	6364	6364	6364	6364
kleinster Randabstand	$c$	[mm]	50	70	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	(Gl. 8) $\psi_{s,N}$	[-]	0,82	0,868	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
	(Gl. 9) $\psi_{re,N}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$\psi_{ec,N,1}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$\psi_{ec,N,2}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	(Gl. 10) $\psi_{ec,N}$	[-]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
char. Widerstand	(Gl. 4) $N_{Rk,c}$	[kN]	19,18	41,99	19,18	26,84	26,84	30,35	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Mc}$	[-]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
char. Widerstand	(Gl. 32) $V_{Rk,cp}$	[kN]	19,18	41,99	19,18	26,84	26,84	30,35	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93
Stahlversagen der Zusatzbewehrung														
Wirksamkeitsfaktor	$k_b$							0,50		0,50		0,50		0,50
Querschnitt eines Stabes der Zusatzbewehrung	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]						79		79		79		79
Anzahl der Stäbe der Z-bew. an einer HEK-Stahllasche	$n$	[-]						2		2		2		2
Nennwert der Fließgrenze der Zusatzbewehrung	$f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]						500		500		500		500
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,re}$	[-]						1,50		1,50		1,50		1,50
char. Widerstand	(Gl. 44) $N_{Rk,re}$	[kN]						39,27		39,27		39,27		39,27

Tabelle 2 - Fortsetzung 3/3			Knoten 1	Knoten 2	Knoten 3a	Knoten 3-1	Knoten 3-2	Knoten 4	Knoten 4a	Knoten 5	Knoten 5a	Knoten 6	Knoten 7	Knoten 9
Verbundversagen der Zusatzbewehrung														
(1) Verankerung im angenommenen Beton-Ausbruchkegel														
Zusatzbewehrung (Schlaufe) umschließt HEK-Stahllasche														
ja - kein Nachweis der Verankerung im Ausbruchkegel erforderlich														
nein - Nachweis der Verankerung im Ausbruchkegel erforderlich														
Verankerungslänge Z-bew. im Ausbruchkörper	$l_1$	[mm]												
Minimale Verankerungslänge	$l_{b,min}$	[mm]												
Durchmesser der Zusatzbewehrung	$\phi$	[mm]												
Bemessungswert der Verbundfestigkeit	$f_{bd}$	[N/mm <sup>2</sup> ]												
Einflussfaktor	$\alpha$	[-]												
Anzahl der Stäbe der Z-bew. an einer HEK-Stahllasche	$n$	[-]												
								NW informativ	NW informativ	NW informativ	NW informativ			
Bemessungswiderstand Verbundversagen (Gl. 45)	$N_{Rd,a}$	[kN]						15,4	15,4	15,4	15,4			
(2) Verankerung im Betonelement														
Stabkraft am Verankerungsbeginn	$N_{ed,s}$	[kN]						68,3	68,3	68,3	68,3			
Bemessungswert der Stahlspannung am Verankerung	$\sigma_{sd}$	[N/mm <sup>2</sup> ]						434,8	434,8	434,8	434,8			
Grundwert der Verankerungslänge	$l_{b,rqd}$	[mm]						253	253	253	253			
Beiwert Verankerungsart	$\alpha_1$	[-]						1,0	1,0	1,0	1,0			
Bemessungswert der Verankerungslänge $l_{b,eq} > l_{b,min}$	$l_{b,eq}$	[mm]						253	253	253	253			
Minimale Verankerungslänge bei Verankerung von Zug	$l_{b,min}$	[mm]						100	100	100	100			
<b>Zusammenfassung</b>														
Charakteristische Widerstände														
Stahlversagen Fertigteilverbinder	$V_{Rk,s}$	[kN]	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20	43,20
Betonkantenbruch	$V_{Rk,c}$	[kN]	3,94	18,41	3,02	4,21	5,49	8,59	13,36	13,36	13,36	13,36	13,36	12,96
Rückwärtiger Betonausbruch	$V_{Rk,cp}$	[kN]	19,18	41,99	19,18	26,84	26,84	30,35	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93	35,93
Stahlversagen der Zusatzbewehrung	$V_{Rk,re}$	[kN]	-	-	-	-	-	39,27	-	39,27	-	39,27	39,27	-
Verbundversagen der Zusatzbewehrung	$N_{Rk,a}$	[kN]	-	-	-	-	-	n. m.	-	n. m.	-	n. m.	n. m.	-
Bemessungswerte der Widerstände														
Stahlversagen Fertigteilverbinder	$V_{Rd,s}$	[kN]	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24	28,24
Betonkantenbruch	$V_{Rd,c}$	[kN]	2,62	12,27	2,01	2,80	3,66	5,73	8,91	8,91	8,91	8,91	8,91	8,64
Rückwärtiger Betonausbruch	$V_{Rd,cp}$	[kN]	12,79	27,99	12,79	17,89	17,89	20,23	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96	23,96
Stahlversagen der Zusatzbewehrung	$V_{Rd,re}$	[kN]	-	-	-	-	-	26,18	-	26,18	-	26,18	26,18	-
Verbundversagen der Zusatzbewehrung	$N_{Rd,a}$	[kN]	-	-	-	-	-	68,30	-	68,30	-	68,30	68,30	-